



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**APOYO PARA LA PUESTA EN OPERACIÓN DEL BANCO DE CALIBRACIÓN DE  
MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD  
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Andoni Aldair Rojas Alvarez**

Asesorado por el Ing. Ramiro Augusto Santizo González

Guatemala, febrero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APOYO PARA LA PUESTA EN OPERACIÓN DEL BANCO DE CALIBRACIÓN DE  
MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD  
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ANDONI ALDAIR ROJAS ALVAREZ**

ASESORADO POR EL ING. RAMIRO AUGUSTO SANTIZO GONZÁLEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |   |
|------------|---|
| DECANA     | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada   |
| VOCAL I    | Ing. José Francisco Gómez Rivera        |
| VOCAL II   | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez     |
| VOCAL III  | Ing. José Milton de León Bran           |
| VOCAL IV   | Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente |
| VOCAL V    | Br. Fernando José Paz González          |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez         |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| DECANA     | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| EXAMINADOR | Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez  |
| EXAMINADOR | Ing. Kenneth Issur Estrada Ruíz       |
| EXAMINADOR | Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo   |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez       |

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**APOYO PARA LA PUESTA EN OPERACIÓN DEL BANCO DE CALIBRACIÓN DE  
MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD  
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 06 de enero de 2021.

**Andoni Aldair Rojas Alvarez**



Guatemala 15 de octubre de 2021

Ingeniero  
Armando Alonso Rivera Carrillo  
Director de Escuela de Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Rivera:

Le saludo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias. Por medio de la presente hago constar que he revisado y aprobado el Informe Final del trabajo de graduación de EPS titulado: "APOYO PARA LA PUESTA EN OPERACIÓN DEL BANCO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA", elaborado por el estudiante de la carrera de Ingeniería Electrónica, Andoni Aldair Rojas Alvarez, quien se identifica con el registro académico 201213180 y con CUI 2446 96934 0101.

Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted.

Atentamente,



Ramiro Augusto Santizo González  
Ingeniero Electrónico  
ASESOR DE EPS  
No. de Colegiado 4721

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 08 de noviembre de 2021.  
REF.EPS.DOC.463.11.2021.

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Andoni Aldair Rojas Alvarez** de la Carrera de Ingeniería Electrónica, Registro Académico No. **201213180** y CUI **2446 96934 0L07**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“APOYO PARA LA PUESTA EN OPERACIÓN DEL BANCO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a los Niños”  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Supervisor de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Área de Ingeniería Eléctrica

c.c. Archivo  
KIER/ra

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala 08 de noviembre de 2021.  
REF.EPS.D.261.11.2021.

Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

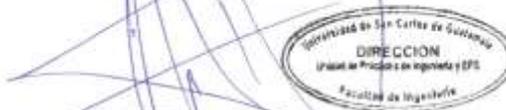
Estimado Ingeniero Rivera Carrillo.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"APOYO PARA LA PUESTA EN OPERACIÓN DEL BANCO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Andoni Aldair Rojas Alvarez**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Ramiro Augusto Santizo González y supervisado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y del Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"



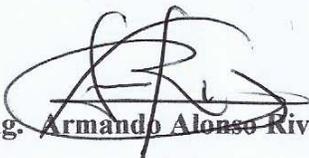
Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

/ra



REF. EIME 02. 2022.

**El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; ANDONI ALDAIR ROJAS ALVAREZ titulado: APOYO PARA LA PUESTA EN OPERACIÓN DEL BANCO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, procede a la autorización del mismo.**

  
Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo



**GUATEMALA, 20 DE ENERO 2,022.**



Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.0117.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **APOYO PARA LA PUESTA EN OPERACIÓN DEL BANCO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por: **Andoni Aldair Rojas Alvarez** , después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Inga. Aurelia Anabela Cordova 

Decana

Guatemala, febrero de 2022

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Mis padres**

Rogelio Rojas y Ruth Alvarez. Su apoyo y amor que siempre me proporcionaron.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por la oportunidad que brindan a la población para adquirir conocimiento de una manera accesible.

**Facultad de Ingeniería**

Por contener tan maravillosas carreras que son de provecho para la humanidad.

**Ing. Kenneth Estrada**

Por su asesoría y apoyo en la ejecución de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

|  |       |
|--|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....  | VII   |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....  | XI    |
| GLOSARIO .....   | XIII  |
| RESUMEN.....   | XIX   |
| OBJETIVOS.....   | XXI   |
| INTRODUCCIÓN .....   | XXIII |
| <br>   |       |
| 1. ANTECEDENTES .....  | 1     |
| 1.1. Laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de<br>Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala ..... | 1     |
| 1.1.1. Reseña histórica .....  | 1     |
| 1.1.2. Misión del Laboratorio de Metrología del CII .....  | 3     |
| 1.1.3. Visión del Laboratorio de Metrología del CII .....  | 3     |
| 1.1.4. Alcances del servicio de calibración y verificación<br>de medidores de energía eléctrica.....                             | 3     |
| 1.1.5. Estructura administrativa y técnica del Laboratorio<br>de Metrología del Centro de Investigaciones de<br>Ingeniería.....  | 4     |
| 1.1.6. Descripción de puestos referidos en el<br>organigrama, responsabilidades y funciones .....                                | 5     |
| 1.1.6.1. Jefe de Laboratorio de Metrología del<br>CII .....  | 5     |
| 1.1.6.2. Responsable de magnitud .....   | 5     |
| 1.1.7. Organigrama.....  | 5     |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| 2.         | MARCO TEÓRICO .....   | 7  |
| 2.1.       | Medidor de energía eléctrica activa domiciliar .....  | 7  |
| 2.1.1.     | Tipos de medidor de energía eléctrica activa.....   | 7  |
| 2.1.1.1.   | Medidor de motor de inducción .....   | 7  |
| 2.1.1.1.1. | Partes de un medidor<br>de motor de inducción.....  | 7  |
| 2.1.1.1.2. | Elementos de ajuste.....  | 11 |
| 2.1.1.1.3. | Formas de<br>funcionamiento y<br>características<br>técnicas del medidor<br>de energía eléctrica..... | 13 |
| 2.1.1.2.   | Medidor estático .....  | 13 |
| 2.1.1.2.1. | Forma de<br>funcionamiento y<br>características<br>técnicas.....                                      | 14 |
| 2.2.       | Infraestructura de la calidad .....   | 15 |
| 2.2.1.     | Normalización.....  | 17 |
| 2.2.1.1.   | Funciones de la Comisión<br>Guatemalteca de Normas<br>(COGUANOR).....                                 | 17 |
| 2.2.1.2.   | Normas (ámbito voluntario) .....  | 18 |
| 2.2.1.2.1. | Funciones y<br>obligaciones de un<br>organismo nacional de<br>normalización.....                      | 19 |

|        |            |  |    |
|--------|------------|--|----|
|        | 2.2.1.2.2. | Importancia de un sistema funcional de normalización .....   | 20 |
|        | 2.2.1.2.3. | Normalización en la actualidad .....   | 20 |
|        | 2.2.1.3.   | Reglamentos técnicos (ámbito obligatorio).....   | 21 |
|        | 2.2.1.4.   | Diferencia entre una norma y un reglamento técnico .....   | 22 |
| 2.2.2. |            | Metrología.....  | 23 |
|        | 2.2.2.1.   | Tipos de metrología.....   | 23 |
|        | 2.2.2.1.1. | Metrología Industrial .....  | 23 |
|        | 2.2.2.1.2. | Metrología Legal.....  | 30 |
|        | 2.2.2.1.3. | Acreditación.....  | 31 |
|        | 2.2.2.1.4. | Medios de ensayo .....   | 33 |
|        | 2.2.2.1.5. | Calibración de un instrumento de medición de energía eléctrica .....   | 34 |
|        | 2.2.2.1.6. | Verificación de un medidor de energía eléctrica según norma OIML R46 Medidores de energía eléctrica .....  | 42 |
| 3.     |            | ETAPAS PARA EL DIAGNÓSTICO, MANTENIMIENTO PREVENTIVO, CORRECTIVO Y CALIBRACIÓN DEL BANCO DE ENSAYO MTE PTS 3.3 DE VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA ACTIVA..... | 49 |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| 3.1.       | Cronograma de actividades .....   | 49 |
| 3.2.       | Etapa de diagnóstico.....   | 50 |
| 3.3.       | Etapa de mantenimiento preventivo.....  | 52 |
| 3.4.       | Etapa de mantenimiento correctivo.....  | 53 |
| 3.4.1.     | Comprobación del funcionamiento.....  | 54 |
| 3.5.       | Etapa de calibración del patrón del banco de ensayo PTS   |    |
| 3.3.       | .....   | 55 |
| 4.         | ETAPA DE DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA VERIFICACIÓN, CALIBRACIÓN Y MUESTREO DE LOTES DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA ..... | 67 |
| 4.1.       | Etapa de diseño de procedimientos .....   | 67 |
| 4.1.1.     | Diseño de los procedimientos para la verificación periódica y de después de reparación de medidores de energía eléctrica. ....  | 67 |
| 4.1.1.1.   | Procedimiento de verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica .....                         | 67 |
| 4.1.1.1.1. | Objeto .....  | 68 |
| 4.1.1.1.2. | Alcance .....   | 68 |
| 4.1.1.1.3. | Referencias normativas.....   | 68 |
| 4.1.1.1.4. | Responsabilidades.....  | 68 |
| 4.1.1.1.5. | Formas.....   | 69 |
| 4.1.2.     | Diseño del procedimiento para la calibración de medidores de energía eléctrica .....  | 82 |
| 4.1.2.1.   | Procedimiento de calibración de medidores de energía eléctrica .....  | 83 |
| 4.1.2.1.1. | Objeto .....  | 83 |

|          |   |  |     |
|----------|---|--|-----|
|          | 4.1.2.1.2.  | Alcance.....   | 83  |
|          | 4.1.2.1.3.  | Referencias<br>normativas.....   | 83  |
|          | 4.1.2.1.4.  | Responsabilidades .....  | 84  |
|          | 4.1.2.1.5.  | Formas .....   | 84  |
| 4.1.3.   | Diseño del procedimiento para el muestreo de<br>lote de medidores de energía eléctrica .....  |  | 93  |
| 4.1.3.1. | Procedimiento de muestreo de lotes<br>de medidores de energía eléctrica.....  |  | 93  |
|          | 4.1.3.1.1.  | Objeto.....  | 93  |
|          | 4.1.3.1.2.  | Alcance.....   | 93  |
|          | 4.1.3.1.3.  | Referencias<br>normativas.....   | 94  |
|          | 4.1.3.1.4.  | Responsabilidades .....  | 94  |
|          | 4.1.3.1.5.  | Formas .....   | 94  |
| 5.       | ETAPA DE ASESORÍA, CAPACITACIÓN Y PRÉSTAMO DE<br>SERVICIO PARA LA VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DE<br>MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA ACTIVA..... |  | 111 |
| 5.1.     | Etapa de asesoría y capacitación en la verificación y<br>calibración de medidores de energía eléctrica .....                                  |  | 111 |
|          | 5.1.1.  | Plan de capacitación.....  | 111 |
|          | 5.1.2.  | Resultados de capacitación .....   | 115 |
| 5.2.     | Etapa de préstamo de servicio .....   |  | 123 |
|          | 5.2.1.  | Verificación de medidores de energía eléctrica<br>clase 2, 1, 0.5 y 0.2..... | 123 |
|          | 5.2.2.  | Calibración de medidores de energía eléctrica<br>clase 2, 1, 0.5 y 0.2.....  | 138 |
| 5.3.     | Análisis financiero.....  |  | 144 |

CONCLUSIONES..... 147  
RECOMENDACIONES ..... 149  
BIBLIOGRAFÍA..... 151  
APÉNDICES..... 153  
ANEXOS..... 187

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | Diploma de miembro fundador del SIM.....   | 2  |
| 2.  | Organigrama de Laboratorio de Metrología CII.....  | 6  |
| 3.  | Jerarquía en la adopción de normas.....  | 21 |
| 4.  | Cadena de trazabilidad en países en desarrollo.....  | 25 |
| 5.  | Calibraciones en la antigüedad.....  | 26 |
| 6.  | Interrelaciones de un INM.....   | 27 |
| 7.  | Trazabilidad de los laboratorios de calibración acreditados.....   | 29 |
| 8.  | Trazabilidad de los organismos de evaluación de la conformidad.....                                      | 31 |
| 9.  | Pantalla de Error de corriente de tercera fase.....  | 50 |
| 10. | Alarma de error de corriente de tercera fase en el Medio de ensayo...                                    | 51 |
| 11. | Convertidor foto-eléctrico dañado.....   | 52 |
| 12. | Amplificador operacional suelto.....   | 52 |
| 13. | Mantenimiento preventivo: limpieza de los generadores de corriente.....                                  | 53 |
| 14. | Mantenimiento correctivo: Reemplazo de convertidor foto-eléctrico....                                    | 54 |
| 15. | Indicaciones de corriente y tensión en pantalla del medio de ensayo.....                                 | 55 |
| 16. | Certificado de calibración del Patrón PTS 3.3.....   | 63 |
| 17. | Gráfica de error de medición con incertidumbre del equipo PTS 3.3 ...                                    | 65 |
| 18. | Flujograma para verificación periódica y de después de reparación de medidores de energía eléctrica..... | 77 |
| 19. | Flujograma para calibración de medidores de energía eléctrica.....                                       | 89 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 20. | Flujograma para muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica .....  | 105 |
| 21. | Día 1: Capacitación de competencias técnicas sobre metrología legal con enfoque en medidores de energía eléctrica..... | 115 |
| 22. | Día 2: Capacitación de competencias técnicas sobre metrología legal con enfoque en medidores de energía eléctrica..... | 116 |
| 23. | Día 3: Capacitación de competencias técnicas sobre metrología legal con enfoque en medidores de energía eléctrica..... | 116 |
| 24. | Día 4: Capacitación de competencias técnicas sobre metrología legal con enfoque en medidores de energía eléctrica..... | 117 |
| 25. | Día 5: Capacitación de competencias técnicas sobre metrología legal con enfoque en medidores de energía eléctrica..... | 117 |
| 26. | Presentación utilizada para el día 1 .....   | 118 |
| 27. | Presentación utilizada para el día 2 y 3 .....   | 120 |
| 28. | Presentación utilizada para el día 4 y 5 .....   | 122 |
| 29. | Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 1S Nansen Aurium + .....   | 124 |
| 30. | Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 2S Nansen Aurium + .....   | 126 |
| 31. | Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 2S nansen M-2S .....   | 127 |
| 32. | Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 2S Sangamo C2S.....  | 129 |
| 33. | Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 16A General Electric V-6A .....                                  | 130 |
| 34. | Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 2S General Electric I-200+ .....                                 | 132 |
| 35. | Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 1S General Electric I-70-S .....                                 | 133 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 36. | Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 2S General Electric I-70-S..... | 135 |
| 37. | Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 16S ABB.....                    | 136 |
| 38. | Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 16S Schlumberger SL6S .....     | 138 |
| 39. | Gráfica de error de medición con incertidumbre del medidor ABB.....                   | 144 |

## TABLAS

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| I.     | Alcances de servicios de calibración.....   | 4   |
| II.    | Alcances de servicios de verificación.....  | 4   |
| III.   | Errores base máximo permisibles por clase de medidor.....   | 45  |
| IV.    | Cronograma de etapas del EPS.....   | 49  |
| V.     | Mediciones para la calibración del patrón PTS 3.3 .....   | 57  |
| VI.    | Procedimiento de verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica ..... | 70  |
| VII.   | Procedimiento de calibración de medidores de energía eléctrica .....                                    | 85  |
| VIII.  | Procedimiento de muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica.....                               | 95  |
| IX.    | Agenda de distribución horaria por sesión .....   | 113 |
| X.     | Verificación de medidor 1S Nansen Aurium +.....   | 123 |
| XI.    | Verificación de medidor 2S Nansen Aurium +.....   | 125 |
| XII.   | Verificación de medidor 2S Nansen M-2S.....   | 126 |
| XIII.  | Verificación de medidor 2S Sangamo C2S .....  | 128 |
| XIV.   | Verificación de medidor 16A General Electric V-6A.....  | 129 |
| XV.    | Verificación de medidor 2S General Electric I-200+.....   | 131 |
| XVI.   | Verificación de medidor 1S General Electric I-70-S .....  | 132 |
| XVII.  | Verificación de medidor 2S General Electric I-70-S .....  | 134 |
| XVIII. | Verificación de medidor 16S ABB .....   | 135 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| XIX. | Verificación de medidor 16S Schlumberger SL6S .....  | 137 |
| XX.  | Mediciones para la calibración del medidor ABB ..... | 139 |
| XXI. | Costos de proyecto .....                             | 145 |

## LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo     | Significado   |
|-------------|---|
| $\Phi$      | Ángulo de fase entre la tensión eléctrica y la intensidad de corriente eléctrica. |
| $K_r$       | Constante de registro   |
| $K_h$       | Constante del medidor expresada en rev/kWh  |
| $I_{st}$    | Corriente de arranque   |
| $I_{tr}$    | Corriente de transición   |
| $I_{max}$   | Corriente máxima  |
| $I_{min}$   | Corriente mínima  |
| <b>EMP</b>  | Error máximo permitido  |
| <b>P.F.</b> | Factor de potencia  |
| $f$         | Frecuencia  |
| $f_{cu}$    | Frecuencia del reloj de cuarzo  |
| $f_{nom}$   | Frecuencia nominal  |
| $I$         | Intensidad de corriente eléctrica   |
| <b>Re</b>   | Relación de engrane   |
| <b>Rr</b>   | Relación de registro  |
| $U_c$       | Tensión de capacitor  |
| <b>U</b>    | Tensión eléctrica   |
| $U_{nom}$   | Tensión nominal   |
| <b>Wh</b>   | Wattthora   |



## GLOSARIO

|  |   |
|--|---|
| <b>Circuitos de corriente</b>                      | Conexiones internas del medidor y parte del elemento de medida a través del cual fluye la corriente del circuito al que está conectado el medidor.  |
| <b>Clase de exactitud</b>                          | Clase de instrumentos o sistemas de medida que cumplen con los requisitos metrológicos establecidos y que están diseñados a mantener los errores de medida o las incertidumbres instrumentales dentro de límites especificados, bajo condiciones de funcionamiento dados. |
| <b>Constante del medidor</b>                       | Valor que expresa la relación entre la energía registrada por el medidor y el valor correspondiente del indicador de salida.  |
| <b>Corriente (I)</b>                               | Valor de la corriente eléctrica que fluye a través del medidor, indica r.m.s (raíz cuadrática media).   |
| <b>Corriente de arranque (<math>I_{st}</math>)</b> | Valor más bajo de corriente especificado por el fabricante donde el medidor debe registrar energía eléctrica con factor de potencia unitario, y en medidores polifásicos con carga balanceada.  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Corriente de transición (<math>I_{tr}</math>)</b> | Valor de la corriente en y por encima del cual el medidor, según lo especificado por el fabricante, se encuentra dentro del menor error máximo permisible correspondiente a la clase de exactitud del medidor.   |
| <b>Corriente máxima (<math>I_{max}</math>)</b>       | Valor más alto de corriente en donde el medidor, según lo especificado por el fabricante, cumple los requisitos de exactitud.  |
| <b>Corriente mínima (<math>I_{min}</math>)</b>       | Valor mínimo de corriente especificado por el fabricante donde el medidor cumple con los requisitos de exactitud.  |
| <b>Dispositivo auxiliar</b>                          | Dispositivo destinado a realizar una función particular, directamente relacionada con la elaboración, transmisión o despliegue de los resultados medidos.<br>Nota: Un dispositivo auxiliar que no es parte de la función básica de metrología de un medidor. |
| <b>Dispositivo indicador (pantalla)</b>              | Parte del medidor que despliega los resultados medidos de forma continua o a solicitud.  |
| <b>Elemento de ajuste</b>                            | Dispositivo o función incorporada en el medidor que permite desplazar la curva de error con el fin de limitar los errores (de medición) dentro de los errores máximos permisibles.   |

|  |   |
|--|---|
| <b>Elemento de medida</b>                      | Parte del medidor que transforma una corriente y una tensión en una señal proporcional a la potencia y /o energía medida.   |
| <b>Energía activa</b>                          | Potencia activa integrada en el tiempo.   |
| <b>Error base Máximo permisible (base mpe)</b> | Valor límite del error en la indicación de un medidor, permitido por una norma, cuando la corriente y el factor de potencia son variados dentro de los intervalos dados por las condiciones nominales de funcionamiento, y cuando el medidor se opera en condiciones de referencia. |
| <b>Error intrínseco</b>                        | Error de un instrumento de medida, determinado bajo condiciones de referencia.  |
| <b>Error máximo permisible</b>                 | Valor límite del error de medida, con respecto a un valor de magnitud de referencia conocido, permitido por especificaciones o regulaciones para una determinada medición, instrumento de medición o sistema de medición.   |
| <b>Error relativo de indicación</b>            | Indicación menos el valor de la cantidad de referencia, dividido por el valor de la cantidad de referencia.   |
| <b>Factor de potencia (PF)</b>                 | Relación de la potencia activa y la potencia aparente.  |
| <b>Falla</b>                                   | Diferencia entre el error de indicación y el error intrínseco de un instrumento de medida.  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Frecuencia (f)</b>                            | Frecuencia de la tensión (y corriente) suministrada al medidor.  |
| <b>Frecuencia nominal (<math>f_{nom}</math>)</b> | Frecuencia de la tensión (y corriente) especificado por el fabricante para la operación normal del medidor.  |
| <b>Incertidumbre</b>                             | Parámetro mayor a cero que caracteriza la dispersión de valores que son atribuidos a una cantidad que será medida, se interpreta como la duda del valor medido escogido para representar el resultado de una medición. |
| <b>Medidor con transformador</b>                 | Medidor diseñado para uso con uno o más transformadores externos al instrumento.   |
| <b>Medidor de energía eléctrica</b>              | Instrumento diseñado para medir continuamente la energía eléctrica integrando la potencia con respecto al tiempo y almacenando el resultado.   |
| <b>Medidor electromecánico</b>                   | Medidor en el cual las corrientes en el arreglo de bobinas reaccionan con las corrientes inducidas en el elemento conductor móvil, generalmente un disco, hace que su movimiento sea proporcional a la energía medida. |
| <b>Medidor estático</b>                          | Medidor en el que la corriente y la tensión interactúan sobre elementos de estado sólido (electrónicos) para producir una salida proporcional a la energía medida.   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Multiplicador de registro</b>              | Constante con el que la lectura registrada se multiplica para obtener el valor de la energía medida.  |
| <b>Potencia activa</b>                        | Velocidad a la que se transporta la energía.  |
| <b>Registro</b>                               | Parte del medidor que almacena los valores medidos. El registro puede ser un dispositivo electromecánico o un dispositivo electrónico y puede ser parte integral del dispositivo indicador.   |
| <b>Registro de relación primaria</b>          | Registro (para medidores operados por transformadores), donde el factor de escala del transformador de instrumento utilizado es considerado de tal manera que, indica la energía medida en el lado primario del transformador de instrumento. |
| <b>Salida de pulsos</b>                       | Dispositivo que puede ser utilizado para probar el medidor y que suministra pulsos o los medios para suministrar pulsos correspondientes a la energía medida por el medidor.  |
| <b>Tensión (U)</b>                            | Valor de la tensión eléctrica suministrada al medidor, indica valor r.m.s (raíz cuadrática media), a menos que se especifique de otra manera.   |
| <b>Tensión nominal (<math>U_{nom}</math>)</b> | Tensión especificada por el fabricante para la operación normal del medidor. En medidores diseñados para la operación en una amplia gama de   |

tensiones pueden tener varios valores nominales de tensión.

## RESUMEN

El laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) de La Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), cuenta con un equipo con la capacidad de realizar la verificación y calibración de instrumentos de medición de energía eléctrica.

En el país existe una gran cantidad de medidores de energía eléctrica utilizados tanto en industria como en viviendas que pueden ser calibrados para la corrección de sus valores, comparando la exactitud de sus mediciones con la de patrones de mayor exactitud como el que posee el laboratorio de Metrología del CII de la USAC, o pueden ser verificados para determinar que se encuentran dentro del error máximo permisible para la clase de medidor.

Los medidores de energía eléctrica se utilizan para la facturación del consumo de energía. Lo anterior da la pauta para la propuesta de este proyecto que cumple con los objetivos del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), que busca una proyección social que tenga un beneficio directo sobre la población en general aplicando el conocimiento adquirido, que tendrá un gran impacto sobre el país.

El equipo de verificación y calibración de medidores de energía eléctrica, con un valor de Q 395 000,00, fue donado por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), a la Universidad de San Carlos de Guatemala para su utilización en la docencia, investigación y apoyo a brindar certeza al proceso de verificación de medidores de energía eléctrica como ente imparcial.

Con el objetivo de garantizar las mediciones correctas a los ciudadanos y tomando en cuenta que el laboratorio de Metrología del CII de la USAC cuenta con los medios disponibles para llevar a cabo este objetivo, se resaltan otros puntos que inclinan a fortalecer este laboratorio a través de los procedimientos para el uso de sus equipos:

Pertenencia a una institución Autónoma e independiente. Competencia técnica. Equipo que cumple con especificaciones para la calibración y verificación.

Estos tres puntos justifican a la puesta en operación del equipo y obtención de trazabilidad para que el laboratorio de metrología del CII de la USAC ofrezca estos nuevos servicios.

En este proyecto se aplican dos ramas de la Metrología, la Metrología Industrial y la Metrología Legal.

En la rama de la Metrología industrial se desarrolla el servicio de calibración para la corrección de las mediciones y en la rama de la Metrología Legal se verifica que los errores de los instrumentos se encuentren dentro de las tolerancias. El equipo del laboratorio está automatizado de manera que cuenta con fuentes de intensidad y tensión eléctrica de muy alta exactitud, un control de sincronización y de lectura de los medidores a ensayar que evita los errores introducidos por el operador.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Reparar el banco de ensayo de medidores de energía eléctrica Meter Test Equipment (MTE), modelo PTS 3.3 y elaborar los procedimientos de verificación periódica, verificación después de reparación y calibración de medidores de energía eléctrica del laboratorio de metrología del CII de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **Específicos**

1. Reparar el banco de ensayo de medidores de energía eléctrica Meter Test Equipment (MTE), modelo PTS 3.3 para su funcionamiento correcto.
2. Elaborar un procedimiento para la verificación de medidores de energía eléctrica fabricados bajo normativas American National Standards Institute (ANSI), e International Organization of Legal Metrology (OIML).
3. Elaborar un procedimiento para la calibración de medidores de energía eléctrica.
4. Elaborar un procedimiento para la verificación de muestras de lotes de medidores de energía eléctrica fabricados bajo normativas American National Standards Institute (ANSI), e International Organization of Legal Metrology (OIML).



## INTRODUCCIÓN

La verificación periódica y verificación después de reparación de los medidores de energía eléctrica tiene gran importancia como parte del Control Metrológico del Estado sobre los instrumentos de medición utilizados en determinar el costo del producto o servicio en las transacciones comerciales.

La calibración de medidores de energía eléctrica es importante para los puntos de comercialización que no están regulados porque beneficia directamente a quienes generan, suministran y distribuyen la energía eléctrica en la medición más exacta posible de esta magnitud. En este ensayo se revisan las normas internacionales ANSI, OIML e IEC que tienen los requisitos para la verificación y calibración de medidores de energía eléctrica, así como los requisitos que deben cumplir los medios de ensayo utilizados para la verificación y calibración.

Se revisan las normas internacionales ISO/IEC 17020 “Criterios generales para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección para conocer los requisitos de un Organismo de Evaluación de la Conformidad” y de la norma ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración para los requisitos de un Laboratorio de Calibración”.

Con esto se pretende elaborar los procedimientos de verificación y calibración de medidores de energía eléctrica activa domiciliar que cumplan con las normas internacionales para que sus resultados sean válidos, utilizando el equipo que se encuentra en las instalaciones del laboratorio de metrología.

Se evalúa el estado actual del equipo, puesto que el funcionamiento del equipo pudo haberse deteriorado porque ha estado sin operación desde hace bastante tiempo por lo que es muy importante realizar este diagnóstico. Con este diagnóstico, se pretende determinar las acciones correctivas para reparar y recuperar la funcionalidad del equipo, si se requieren repuestos como parte de las acciones correctivas estos serán donados.

La trazabilidad vigente en los laboratorios de metrología para la verificación o calibración de instrumentos de medición es un requisito esencial para su correcta operación. En Guatemala existe el Centro Nacional de Metrología, que es el encargado de brindar trazabilidad de los patrones de medición a los laboratorios secundarios y de apoyar a sectores como la academia.

Con esto se gestiona la calibración de parte del laboratorio de Medidores Eléctricos del Centro Nacional de Metrología hacia el Patrón de medidor eléctrico del banco de ensayo de medidores de energía eléctrica modelo PTS 3.3 del laboratorio de metrología del CII la USAC, con esta calibración se pretende recuperar la trazabilidad hacia el Sistema Internacional (SI).

Luego de tener todos los elementos necesarios para la puesta en operación del banco de verificación se realizarán varias pruebas en conjunto con el personal para su capacitación y entrega de documentación, con esto se liquidará el proyecto comprobando su funcionamiento correcto.

# **1. ANTECEDENTES**

## **1.1. Laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

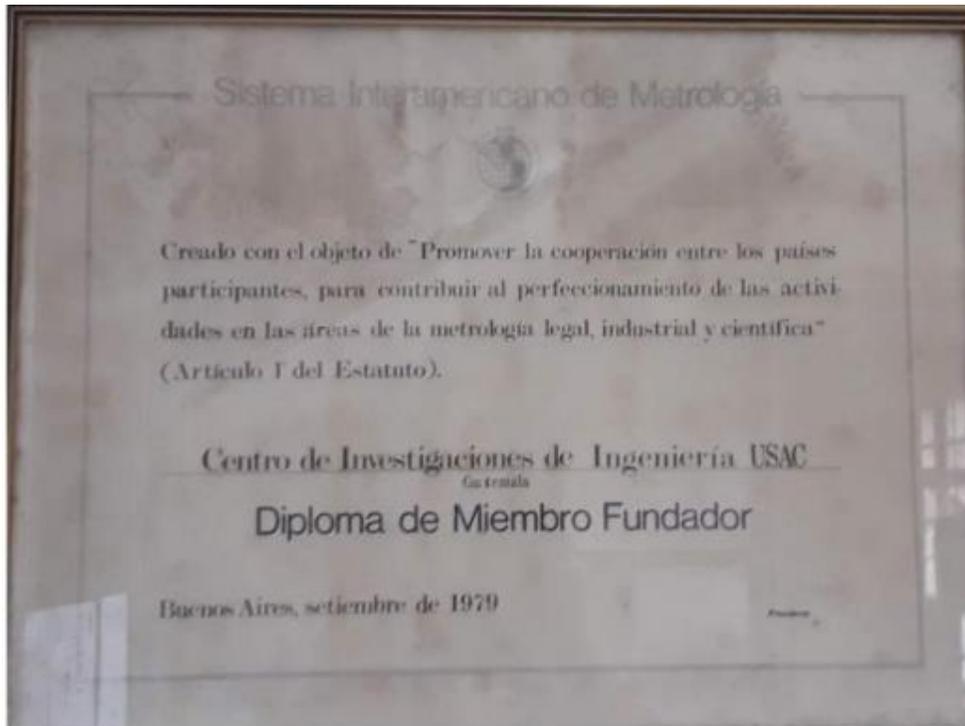
Laboratorio destinado a la custodia de los patrones más exactos de la USAC, encargado de proveer trazabilidad a los usuarios que lo soliciten a través de la calibración y verificación de instrumentos de medición.

### **1.1.1. Reseña histórica**

El Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, fue creado en 1959 para fomentar y coordinar la investigación científica con participación de varias instituciones públicas y privadas. Posteriormente en el año 1969, dentro del Centro de Investigaciones la Universidad de San Carlos de Guatemala inicia actividades en la ciencia de las mediciones (metrología). La primera sección en establecerse dentro del Laboratorio de Metrología del CII de la USAC fue la sección de Metrología eléctrica, gracias a la Organización de Estados Americanos (OEA), a través de su apoyo con el proyecto “Desarrollo y Perfeccionamiento de la Facultad de Ingeniería” con la gestión del Ingeniero Rodolfo Koenigsberger.

Otro hito histórico de la Sección de Metrología Eléctrica fue ser uno de los participantes como miembro fundador del Sistema Interamericano de Metrología como parte del Centro de Investigaciones en el año 1979.

Figura 1. **Diploma de miembro fundador del SIM**



Fuente: elaboración propia.

En el año 2006 se celebró un convenio de cooperación técnica entre la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Comisión Nacional de Energía Eléctrica para la Verificación de Medidores de Consumo de Energía Eléctrica con el objetivo de montar y mantener un laboratorio para la verificación de medidores y patrones de acuerdo a las normas técnicas antes citadas, así como para los usos académicos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En la segunda mitad del año 2016 se inició con un proyecto para la creación del Laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de Ingeniería, Ing. Rodolfo Koenigsberger, sustituyendo así a la sección de Metrología Eléctrica. Este proyecto se aprobó en octubre de 2017.

### **1.1.2. Misión del Laboratorio de Metrología del CII**

Transmitir los conocimientos en la materia y prestar el servicio de calibración con reconocimiento internacional de instrumentos de medición, a las diferentes Secciones y Laboratorios que integran el CII, Laboratorios de la Facultad de Ingeniería, Facultades y Centros de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala al sector científico, industrial, legal, de salud, protección de los consumidores, entre otros, que lo requieran conforme lo establecido en la Norma COGUANOR ISO 17025, mediante la transferencia de la exactitud de los patrones de este laboratorio, los cuales se encuentran referidos a patrones de laboratorios de reconocido prestigio internacional, y estos al Sistema Internacional de Unidades.<sup>1</sup>

### **1.1.3. Visión del Laboratorio de Metrología del CII**

Ser una infraestructura científica y tecnológica con reconocimiento internacional que transmita los conocimientos en la materia y transfiera la trazabilidad de los patrones de este Laboratorio a las diferentes Secciones y Laboratorios que integran el CII, Laboratorios de la Facultad de Ingeniería, Facultades y Centros de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, diferentes sectores de la sociedad Guatemalteca (científico, industrial, legal, área de salud, protección de los consumidores, entre otros), que soliciten este servicio, a través del proceso de calibración de instrumentos de medición.<sup>2</sup>

### **1.1.4. Alcances del servicio de calibración y verificación de medidores de energía eléctrica**

Los alcances para la calibración de contadores eléctricos en el laboratorio de metrología del CII son los que se encuentran en la tabla I.

---

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, USAC. *Visión y misión*. <https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: 29 de julio de 2021.

<sup>2</sup> *Ibíd.*

Tabla I. **Alcances de servicios de calibración**

| <b>Clase</b>    | <b>Precio en quetzales</b> |
|-----------------|----------------------------|
| Clase 0,1 y 0,2 | 1 000,00                   |
| Clase 0,5       | 700,00                     |
| Clase 1         | 450,00                     |
| Clase 2         | 200,00                     |

Fuente: elaboración propia.

Los alcances para la verificación de contadores eléctricos en el laboratorio de metrología del CII son los que se encuentran en la tabla II.

Tabla II. **Alcances de servicios de verificación**

| <b>Clase</b>    | <b>Precio en quetzales</b> |
|-----------------|----------------------------|
| Clase 0,1 y 0,2 | 750,00                     |
| Clase 0,5       | 550,00                     |
| Clase 1         | 300,00                     |
| Clase 2         | 100,00                     |

Fuente: elaboración propia.

#### **1.1.5. Estructura administrativa y técnica del Laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de Ingeniería**

El Laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de Ingeniería estará integrado por las magnitudes de variables eléctricas, masa, fuerza, presión, volumen, longitud, unidad desarrollo tecnológico y las magnitudes que se aperturen posteriormente a su creación. El laboratorio de Metrología contará

con un jefe y el personal técnico necesario que estará a cargo de las diferentes magnitudes.

#### **1.1.6. Descripción de puestos referidos en el organigrama, responsabilidades y funciones**

Se describe cada puesto dentro del Laboratorio de Metrología del CII desde la parte administrativa hasta la parte operativa, así como las responsabilidades y funciones de cada uno de ellos.

##### **1.1.6.1. Jefe de Laboratorio de Metrología del CII**

El jefe del Laboratorio de Metrología del CII de la USAC estará a cargo de la gestión administrativa y técnica del laboratorio, tendrá a su cargo el personal técnico responsable de las diferentes magnitudes que integran el laboratorio.

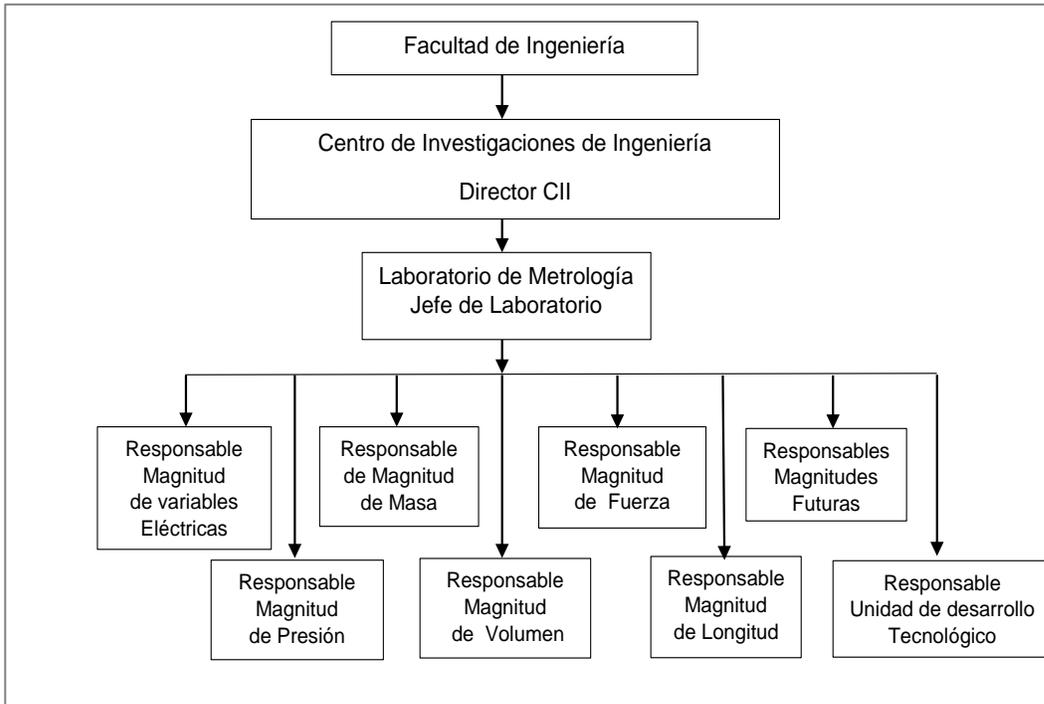
##### **1.1.6.2. Responsable de magnitud**

El responsable de magnitud estará a cargo de mantener la trazabilidad, el sistema de calidad y aseguramiento metrológico y prestar el servicio de calibración de la magnitud a su cargo y demás funciones que le sean asignadas por el jefe del Laboratorio.

#### **1.1.7. Organigrama**

El organigrama representa de forma gráfica la estructura organizativa del Laboratorio de Metrología del CII dentro de la USAC y su estructura interna conformado por las distintas magnitudes e instrumentos de medición.

Figura 2. **Organigrama de Laboratorio de Metrología CII**



Fuente: elaboración propia.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Medidor de energía eléctrica activa domiciliar**

Es un dispositivo que mide la energía eléctrica activa consumida en un circuito. Su uso puede ser residencial, comercial y de industria ligera. Es utilizado para calcular el costo de la energía eléctrica expresado en la factura.

#### **2.1.1. Tipos de medidor de energía eléctrica activa**

Los tipos de medidor de energía eléctrica activa existentes en el mercado se dividen en dos grandes categorías: Medidores de motor de inducción, que se conocen como electromecánicos y los medidores estáticos o electrónicos.

##### **2.1.1.1. Medidor de motor de inducción**

Consta de un electroimán alimentado por la tensión de la red y excitado por la corriente del consumidor, un rotor de lámina de aluminio que al girar transmite los giros a un registro que va contando las revoluciones por medio de un tornillo sin fin y un freno magnético, que retarda la velocidad y la mantiene proporcional a la potencia.

##### **2.1.1.1.1. Partes de un medidor de motor de inducción**

Las partes que conforman un medidor de motor de inducción se detallan a continuación:

- Estator

Es la combinación del núcleo del electroimán de corriente y el núcleo del electroimán de tensión, puede estar en una sola pieza o ser dos piezas independientes. Estos núcleos están formados por chapas laminadas magnéticas de alta inducción magnética y de permeabilidad constante. Las chapas laminadas del núcleo pueden ser de hierro o acero eléctrico. Se debe cumplir que la permeabilidad sea constante para que el índice entre el flujo y la intensidad de corriente del electroimán que fluirá por el núcleo sea constante también. Cuando se utilizan núcleos magnéticos de una sola pieza que son cerrados, la condición de permeabilidad constante se aplica en la parte constante de la curva de histéresis.

- Bobina de tensión

Consta de un gran número de vueltas de alambre fino (por lo general, 2400 vueltas de alambre calibre #29), enrolladas alrededor del núcleo del electroimán de tensión en el estator. Esta bobina se conecta en paralelo a la red. La bobina de tensión se caracteriza por tener una alta impedancia inductiva, el ángulo de fase va de  $80^\circ$  a  $85^\circ$  y la potencia disipada es mínima.

- Bobina de corriente

Consta de pocas vueltas de alambre grueso (una o dos vueltas típicamente), enrolladas alrededor del núcleo del electroimán de intensidad de corriente, también se caracteriza por ser inductiva, con ángulo de  $50^\circ$ , posee baja impedancia, por lo que el desfase no afecta al desfase de la carga que se conecta en serie y es la que determina el desfase de la corriente.

- Disco del rotor

Es un disco de aluminio que gira a una cantidad baja de revoluciones por minuto. El rotor gira a la velocidad nominal si se aplica tensión nominal, intensidad de corriente nominal y el factor de potencia igual a uno. Por debajo de estos valores nominales la velocidad de rotación del disco es menor. El disco está formado por chapas laminadas de aluminio de un grosor máximo de 1,5 mm.

- Tornillo sin fin

Es un engranaje tipo gusano que se coloca sobre el eje del disco del rotor y se engrana con el mecanismo numerador. En medidores de varias fases este eje giratorio pasa a través de dos o tres discos. Los momentos creados por cada fase se suman y actúan sobre este eje. Este tornillo puede ser plástico o ser tallado en el mismo eje.

- Cojinetes

Son los elementos mecánicos que soportan el rotor, el cojinete inferior sostiene el rotor y reacciona a fuerzas verticales mientras que el cojinete superior impide las inclinaciones del rotor y reacciona a fuerzas laterales. Por esto en su diseño se minimiza la fuerza del rotor sobre el cojinete inferior. Una manera común de minimizar esta fuerza vertical es la colocación de una esfera en el cojinete inferior sobre la cual descansa el rotor.

- Imán de freno

Es una parte muy importante, porque evita que la velocidad de rotación del disco sea muy elevada. Esto hace que la velocidad sea proporcional a la

potencia. De este depende el error principal del medidor. Los requisitos para este elemento son: Estabilidad magnética grande, fuerza coercitiva alta, baja sensibilidad a variaciones de temperatura.

La sección longitudinal de estos imanes es en forma de U. Se fabrican de aleación de alnico, formada por cobalto, aluminio, níquel, y a veces hierro, cobre y titanio.

Para las variaciones de temperatura el imán tiene una placa ajustable de material magnético que al aumentar la temperatura compensa la pérdida de flujo del imán a través del flujo de la placa magnética. Para la protección contra líneas de flujo magnético producidas por la bobina de intensidad de corriente, se coloca una pantalla magnética de material de poca remanencia entre ellos, evitando estas perturbaciones cuando existan cortocircuitos o sobrecargas.

- Registro

Es un medio mecánico por el cual se acumulan las revoluciones del rotor, a través del tornillo sin fin, sobre el eje del mismo. Hay dos tipos de registros, el de tipo de 4 o 5 carátulas, o el de tipo ciclómetro. El primero de estos registros es el más utilizado, aunque el segundo tiene ventaja al tener menor momento de fricción.

- Constante Kh

Es el número de Wh representado por una vuelta del disco del rotor. El registro tiene las relaciones de engranaje adecuadas para que cada cierta cantidad de energía de una vuelta completa del cilindro de la carátula o de la aguja del ciclómetro. A esto se le denomina relación de engrane Re.

Cuando se usan transformadores de medición se debe multiplicar la constante de registro  $K_r$  a la lectura para obtener la medida correcta.

La relación de registro  $R_r$  es el número de vueltas que debe dar el engranaje que hace contacto con el tornillo sin fin (gusano), para que la aguja o tambor de una revolución completa.

#### **2.1.1.1.2. Elementos de ajuste**

Los medidores electromecánicos tienen disponibles tres ajustes para lograr que la velocidad del rotor coincida con la constante  $K_h$  del medidor. Los ajustes son para carga plena, carga ligera y factor de potencia.

- Tornillo para ajuste de carga plena

Hay corrientes nombradas “corrientes de eddy” en el disco que son provocadas por los imanes permanentes, estas corrientes pueden causar una fuerza de frenado. Para poder ajustar la velocidad del rotor a un número de revoluciones por minuto a una tensión y corriente nominales con factor de potencia una se utiliza este ajuste.

Hay dos maneras de lograr el ajuste a carga plena. Una de ellas es cambiando de posición el imán permanente. Realizando este cambio de posición, el imán se aleja del centro del disco y el brazo de palanca se hace más largo y aumenta la fuerza de frenado. La velocidad a la que el disco corta las líneas de flujo del imán permanente aumenta lo cual incrementa la fuerza de frenado también.

El segundo método es realizar una derivación magnética, esto varía la cantidad de flujo magnético. A través de un yugo de acero suave utilizado como derivación magnética, que tenga un tornillo de acero móvil, se puede disminuir la reluctancia a través de este material desviando más líneas de flujo del imán permanente hacia el yugo y menos hacia el disco, causando que la fuerza de frenado disminuya y el disco gire a una velocidad más rápida. Con este ajuste se puede variar la fuerza de frenado y hacer que el disco gire a una velocidad correcta.

- Placa para ajuste de carga ligera

Cuando la corriente en la bobina de corriente es pequeña o nula, cualquier asimetría en el flujo de la bobina de tensión podría provocar torque que haría que el disco vaya en dirección hacia adelante o en reversa. Debido a que el acero no conduce el flujo magnético a la perfección, el flujo de las bobinas de corriente no es exactamente proporcional a la corriente, por eso cuando el medidor conduce pequeñas corrientes que son un pequeño porcentaje de la corriente nominal, el disco tiende a girar más lento. Se crea una cierta cantidad de fricción entre los rodamientos y el registro, y a cargas ligeras el disco rota a velocidades más lentas de las que debería.

Para solucionar esto se agrega una placa que depende de la tensión. Esta placa se monta cerca del polo de la bobina de tensión en la ruta del flujo de tensión. Al mover la placa en una trayectoria circular con respecto al disco, la fuerza del torque varía y la velocidad del disco cambia también. La placa esta diseñada para que al ajustarse provea el torque adicional necesario para que el disco gire a la velocidad correcta a corrientes pequeñas del orden del 10 % de la corriente nominal.

- Lámina para ajuste del Factor de Potencia

Hay una teoría desarrollada en 1890 por Shallenberger, establece que para obtener un registro correcto con variación del factor de potencia en la carga el flujo de la bobina de corriente debe estar atrasado  $90^\circ$  exactamente del flujo de la bobina de tensión por medio de una lámina alrededor del núcleo del extremo de la bobina de tensión. Se debe girar el flujo de la bobina de corriente hacia el flujo de la bobina de tensión hasta que el ángulo sea exactamente  $90^\circ$ .

#### **2.1.1.1.3. Formas de funcionamiento y características técnicas del medidor de energía eléctrica**

Debido a la acción conjunta de los flujos motrices de los imanes de tensión y corriente, se produce un campo viajero que ejerce un momento de giro sobre el disco. El momento de frenado que produce el imán de frenado iguala al momento de giro para la velocidad de rotación que se genere a partir de la potencia activa. Con el momento de frenado se logra que la velocidad de giro sea proporcional a la potencia y la cantidad de vueltas del disco mida el trabajo eléctrico consumido, y mostrado por el registro.

#### **2.1.1.2. Medidor estático**

Son medidores de energía eléctrica con elementos de construcción electrónicos (componentes de estado sólido), por lo general la tensión eléctrica y la intensidad de corriente eléctrica se reduce a través de transformadores de tensión y de corriente a niveles aceptables para los convertidores de señal analógica a digital, para su posterior procesamiento y poder realizar el cálculo de

la energía consumida dentro del microprocesador. Se almacenan los resultados en registros de memoria interna y se muestran en una pantalla digital.

#### **2.1.1.2.1. Forma de funcionamiento y características técnicas**

El principio de la medición de energía eléctrica es formar el producto de las cantidades de tensión eléctrica e intensidad de corriente. El multiplicador por ende es una de las partes más importantes en este tipo de medidor.

Uno de los métodos de funcionamiento más utilizados gracias a la linealidad en un amplio rango de medición es el de multiplicador de amplitud de pulso, llamado división de tiempo. En este método se suman una gran suma de cuantos de corriente, y cada uno es proporcional a la multiplicación de la tensión y corriente instantáneos.

- Medición según el procedimiento de ciclos de carga

El integrador posee un capacitor el cual al alcanzar un umbral de referencia superior invierte la polaridad de la señal de entrada proveniente de la corriente medida al multiplicador. El capacitor se descarga, y empieza a cargar hasta llegar al umbral de referencia inferior, se invierte nuevamente la polaridad de la señal de entrada al multiplicador. Este número de cambios de polaridad es proporcional a la cantidad de energía consumida.

Este procedimiento evita los errores por tensiones de desviación y corrientes de deslizamiento en la entrada al amplificador, permitiendo la utilización de componentes de menor calidad para su construcción. También, se evitan indicaciones cuando no hay carga conectada.

- Medición según el procedimiento de compensación de carga

Un conmutador conectado a una fuente de corriente constante suma una corriente  $I_{\tau}$  a la corriente de salida del multiplicador/modulador cada vez que la tensión  $U_c$  del capacitor del integrador cruza el cero. Esto lo hace cerrando el interruptor  $S$  durante un intervalo  $\tau$  que es proporcionado por la frecuencia de un reloj de cuarzo  $f_{cu}$ . Estos impulsos son proporcionales a la energía consumida.

## **2.2. Infraestructura de la calidad**

Una parte esencial para los productos y procesos de producción que pasa desapercibida por los consumidores es la metrología, las normas, ensayos y administración de la calidad. Inconscientemente los mismos consumidores utilizan sellos de calidad que fueron emitidos por certificadores de productos como regla al decidir entre que productos comprar. De igual forma, notan si los equipos que compran no son compatibles con los otros que poseen.

La infraestructura de la calidad engloba todo lo concerniente a metrología, normalización, ensayos, evaluación de la conformidad dentro de ellas certificación y acreditación. Aplica tanto para la iniciativa pública como privada, y abarca las bases legales que la sustentan.

Los grupos sobre los que tiene impacto la Infraestructura de la Calidad (IC), son: Las empresas en cultivo, forestación, pesca, artesanías y comercio que tienen beneficio directo por los servicios de la IC. También se ven beneficiadas pequeñas y medianas empresas sin la capacidad de realizar calibraciones propias y pueden recurrir al apoyo de parte de la IC para demostrar conformidad. El comercio dentro del país, así como el comercio con otros países que exijan

ensayos a los productos para que demuestren la calidad y cumplimiento con requisitos internacionales para su exportación.

Los organismos reguladores se pueden apoyar en la IC y evitar esfuerzos dobles en ejecución de tareas. Las empresas podrán desarrollar nuevas tecnologías a través de la investigación aplicando en sus actividades los componentes de aseguramiento de la calidad. La academia y los investigadores científicos que dependen de mediciones y procedimientos para realizarlas que se utilicen a nivel global. El apoyo financiero para las empresas que quieren emprender nuevos proyectos será más asequible al demostrar certificados de calidad.

Se ofrecerá más confianza a las empresas que otorgan seguros a las empresas que demuestren la calidad. Organismos que resuelven conflictos comerciales en el país o a nivel de países. La población en general se ve beneficiada por la IC, porque las empresas aumentarían su nivel de producción, y se pueden incorporar al comercio exterior. En general la calidad de vida de las personas se ve mejorado con la incorporación de la IC.

Actualmente, las nuevas barreras o restricciones para las importaciones y exportaciones son las normas y su cumplimiento, adicionándose a los aranceles que eran anteriormente las únicas barreras existentes en el comercio. Para los pequeños comerciantes que producen es una desventaja al no tener la capacidad para cumplir o demostrar las normativas exigidas para el comercio. La IC entra como pieza clave para el apoyo a la integración a la economía internacional.

Los productores que tienen productos que han sido evaluados y certificados en normativas internacionales como International Organization for Standardization (ISO), tienen una ventaja sobre los que no lo tienen. Si la salud

de los ciudadanos está en riesgo, o seguridad y ambiente, a través de reglamentos del Estado se obliga al cumplimiento con normas.

Para poder cumplir con todos estos requisitos y demostrarlo, es algo muy costoso. Se requiere al menos un organismo de normalización nacional, que se encargue de la creación o adopción de normas internacionales, y brinden información a los empresarios que deseen cumplirlas. Un instituto nacional de metrología que posea los patrones nacionales de medición y que tenga trazabilidad internacional y la provea a patrones secundarios. Un organismo de acreditación que se encargue de evaluar la competencia técnica de los laboratorios, organismos de inspección y organismos de certificación. Se muestra un diagrama con los organismos mínimos de la IC con los que debe contar un país:

### **2.2.1. Normalización**

Las normas son de ámbito voluntario, es decir, se crean con la finalidad de ayudar y no de obligar. Dentro del Estado se crea un organismo con actividades únicas de normalización para evitar una competencia entre ministerio. En Guatemala este organismo de normalización es la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). COGUANOR representa a Guatemala ante organizaciones internacionales de normalización como ISO, Código Alimentario (CODEX Alimentarius), o la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT).

#### **2.2.1.1. Funciones de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR)**

- a) Elaborar, adoptar y promover la utilización de normas técnicas en el territorio nacional.

- b) Elaborar y promover la aplicación del programa anual de normalización, acorde a los requerimientos del sector productivo nacional.
- c) Fomentar la transparencia, armonización y eficacia en la elaboración de las normas.
- d) Revisar las normas en uso e introducir las modificaciones necesarias a medida que la experiencia, el progreso científico y tecnológico y el mercado nacional e internacional lo exijan.
- e) Asegurar que en el proceso de elaboración de los reglamentos técnicos se utilicen las normas técnicas nacionales, regionales o internacionales.
- f) Mantener un registro actualizado de las normas emitidas, con indicación de las normas aprobadas y las normas anuladas, como de las normas que se encuentren en proceso de elaboración o revisión.
- g) Realizar los procesos de consulta sobre las normas que vayan a emitirse.
- h) Promover la participación nacional en organizaciones regionales e internacionales de normalización y ejercer la representación del país ante dichas organizaciones.
- i) Promover y coordinar la participación de los sectores interesados en el desarrollo de las normas técnicas nacionales, mediante los Comités Técnicos de Normalización, y promover la participación de dichos Comités en los Comités Técnicos Internacionales y Regionales que sean de interés para Guatemala.
- j) Comercializar las normas técnicas nacionales, regionales e internacionales, las publicaciones técnicas y otras actividades conexas a la normalización.
- k) Promover la celebración de acuerdos y convenios de cooperación con entidades extranjeras de normalización, gestionar otras fuentes de financiamiento y donaciones.
- l) Organizar actividades de formación y difusión relacionadas con las normas aprobadas.
- m) Mantener comunicación con los organismos e instituciones internacionales relacionados con la materia de su competencia.
- n) Establecer las unidades técnicas y administrativas necesarias para el funcionamiento eficiente de la Comisión.
- ñ) Colaborar, en el ámbito de su competencia, con los entes nacionales que conforman el Sistema Nacional de la Calidad.
- o) Cualquier otra actividad compatible con las actividades de normalización.<sup>3</sup>

### **2.2.1.2. Normas (ámbito voluntario)**

Para que las actividades del IC sean reconocidas, actividades como sistemas de gestión de la calidad, certificación y acreditación son dependientes

---

<sup>3</sup> Ministerio de Economía. *Funciones y principios*. <https://www.mineco.gob.gt/comisi%C3%B3n-guatemalteca-de-normas>. Consulta: 21 de julio de 2021.

del común acuerdo entre las partes que lo conforman. Los acuerdos son sobre los parámetros y tolerancias a permitir. Esto garantiza que aunque las partes de un producto sean fabricadas en muchos lugares, estas partes sean ajustadas con la misma exactitud de medición. También todo esto se aplica a procedimientos de producción, entre otros.

Las normas son necesarias para que exista una reproducibilidad y las mediciones se puedan comparar, así como los resultados de ensayos y los parámetros de calidad sean independientes de la organización que las haga. La experiencia técnica surge de los distintos comités de normalización en los que participan expertos en cada campo, por ejemplo, normas para medidores de agua, normas de electrotecnia, entre otros.

Gracias a este instituto nacional de normas se garantiza que todas las normas nacionales se realicen de acuerdo a un procedimiento establecido y exista una base de datos nacional a la que cualquier usuario nacional o internacional encuentre información actualizada y compilada en un único lugar.

#### **2.2.1.2.1. Funciones y obligaciones de un organismo nacional de normalización**

Este organismo debe contar con el personal y recursos para cumplir con tareas que se realizan a nivel mundial, las tareas son: Identificar áreas de importancia, formar y administra comités de normalización conformados por los grupos interesados, adoptar borradores elaborados y ponerlos como normas nacionales.

La entidad de normalización debe cumplir con el Código de Buenas Prácticas para la Preparación, Adopción y Aplicación de Normas, conocido como “Código de Normas”. Esto se encuentra en el anexo 3 del Acuerdo de la Organización Mundial del Comercio sobre obstáculos Técnicos al Comercio.

#### **2.2.1.2.2. Importancia de un sistema funcional de normalización**

La importancia de la normalización radica en que, sin un sistema funcional, específicamente en normas metrológicas, ensayos y calidad en los temas de interés nacional, estos servicios no estarían enfocados a la industria ni protección al consumidor.

En cuanto a la industria no existiría el comercio internacional si cada país tuviera sus propias normas. Como un ejemplo, los protocolos de comunicación entre diferentes países permiten la correcta codificación y decodificación de la información, esto no sería posible si estos protocolos no estuvieran normalizados a nivel mundial.

#### **2.2.1.2.3. Normalización en la actualidad**

Actualmente no se crean normas desde cero en cada país, en cambio estas se adoptan desde normas internacionales, como las ISO. Las normas ISO son normas consentidas a nivel mundial y el organismo nacional de normalización solo debe adoptarlas. En casos excepcionales de interés local, se elaboran normas nuevas, o en caso de que el país no tenga la infraestructura técnica para cumplir con las normas internacionales. Otro ejemplo, es la situación en la que la

norma internacional no es ISO. En los alimentos, las normas las realizan los comités de CODEX Alimentarius.

Esta comisión fue creada por la Organización de la Naciones Unidas, para elaborar normas relacionadas con alimentos con la finalidad única de proteger la salud de las personas que consumen dichos alimentos y la comercialización justa de alimentos. Se observa como viene la jerarquía de adopción de normativas:

Figura 3. **Jerarquía en la adopción de normas**



Fuente: SANETRA, Clemens; MARBÁN, Rocio. *Una infraestructura nacional de la calidad*. p. 52.

### **2.2.1.3. Reglamentos técnicos (ámbito obligatorio)**

En temática de seguridad, salud, ambiente y protección al consumidor, se deben hacer cumplir ciertos requisitos de manera obligatoria. Como el concepto de norma es exclusivamente para el ámbito voluntario, se crea internacionalmente el término Reglamento Técnico. La emisión de los reglamentos técnicos es función de los ministerios del Estado de cada país. Los

reglamentos técnicos deben estar basados en las normas y hacer referencia a ellas, para evitar invertir el doble de esfuerzos.

#### **2.2.1.4. Diferencia entre una norma y un reglamento técnico**

La diferencia principal es que las normas son de ámbito voluntario y los reglamentos técnicos son de ámbito obligatorio. Para ejemplificar esta diferencia se tiene este ejemplo. Existen normas para la construcción de medidores de energía eléctrica para que tengan un desempeño aceptable y con medidas exactas para su instalación.

La empresa distribuidora de electricidad puede comprar cada medidor a diferente proveedor con la seguridad de que a la hora de instalarlo se ajustará al lugar de instalación y su desempeño permitirá facturar correctamente la energía consumida.

Por otro lado, con el objetivo de proteger al consumidor, el Ministerio de Economía a través de los reglamentos técnicos metrológicos propuestos por Metrología Legal, puede querer asegurar que los medidores de energía eléctrica se desempeñen correctamente bajo diferentes factores de influencia, de manera que el consumidor no se vea afectado al pagar.

De esta manera se separan las normas voluntarias y los reglamentos técnicos obligatorios y se delegan bajo los organismos o instituciones responsables, sin que sus acciones lleguen a contradecirse.

## **2.2.2. Metrología**

Es una ciencia importante para la calidad, se trata de la ciencia de las mediciones correctas y confiables. Se menciona una importante relación de la calidad con la metrología:

No hay calidad sin control de calidad, no hay control de calidad sin mediciones, no hay mediciones sin calibración, no hay calibración sin laboratorios acreditados, no hay laboratorios acreditados sin trazabilidad, no hay trazabilidad sin patrones de medición, no hay patrones de medición sin metrología.<sup>4</sup>

Como se puede observar de la relación anterior hay una cadena de relaciones de la calidad hasta llegar a la metrología.

### **2.2.2.1. Tipos de metrología**

La metrología se divide en tres áreas que son la metrología científica, que desarrolla patrones y métodos de nivel primario, metrología industrial, que mantiene el control correcto de los equipos de medición utilizados en la industria, incluyendo la calibración de instrumentos y patrones de trabajo, y la metrología legal, que verifica instrumentos empleados en el comercio y se guía en requisitos establecidos en reglamentos técnicos.

#### **2.2.2.1.1. Metrología Industrial**

La metrología industrial como su nombre lo indica es la encargada de los instrumentos de medición para la producción en la industria. Trata de cómo se disemina la trazabilidad desde los niveles primarios de las unidades del Sistema Internacional (SI), los cuales son la realización física de las magnitudes básicas

---

<sup>4</sup> SANETRA, Clemens; MARBÁN, Rocio . *Una infraestructura nacional de la calidad*. p. 52.

que vienen de las definiciones que las relacionan a constantes universales, hasta el producto final que se vende a los consumidores.

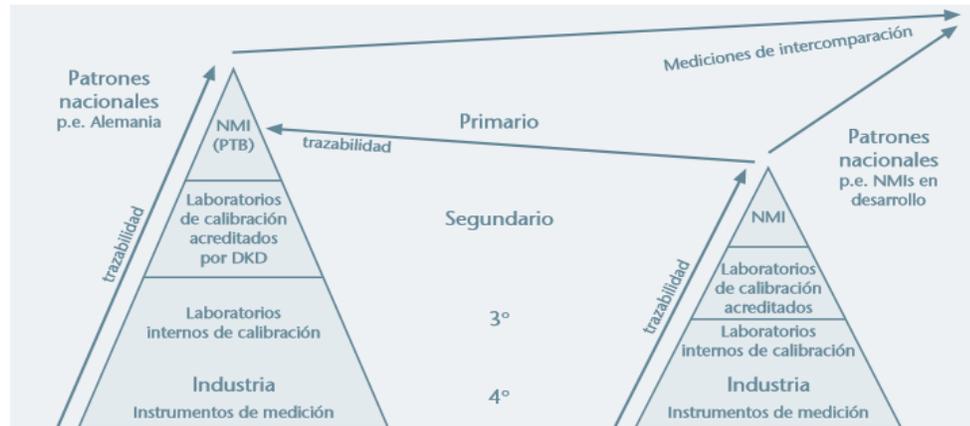
En la gráfica siguiente se observa cómo es la diseminación de las unidades SI en países en desarrollo como Guatemala. Comenzando con los Institutos Nacionales de Metrología (INM), de países desarrollados como Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), de Alemania en el que mediante Mediciones de intercomparaciones con otros países desarrollados demuestran la conservación de sus patrones primarios.

En el siguiente nivel se encuentran los INM de países en desarrollo que obtienen la trazabilidad mediante la calibración de sus patrones con los patrones de los INM desarrollados. Dentro de los países en desarrollo se encuentran los laboratorios de calibración acreditados que obtienen su trazabilidad directamente de la calibración de sus patrones contra los patrones del INM.

Luego directamente en la industria, los fabricantes poseen laboratorios internos de calibración y obtienen trazabilidad contra los laboratorios de calibración acreditados.

Por último, en el nivel más inferior se tienen los instrumentos de medición, fabricados por la industria que obtienen su trazabilidad mediante los laboratorios internos de calibración para entregar al usuario las mediciones correctas.

Figura 4. Cadena de trazabilidad en países en desarrollo



Fuente: SANETRA, Clemens; MARBÁN, Rocio . *Una infraestructura nacional de la calidad*. p. 62.

La industria demanda la medición en áreas como la calidad de los productos, procesos de manufactura y exigencias de clientes que regularmente están en las normas. Algunas normas a nivel internacional de calidad son la ISO 9000, ISO 17025, entre otras. Dichas normas requieren la trazabilidad en las mediciones.

Esta trazabilidad no es la misma que la trazabilidad documental, se refiere a una cadena ininterrumpida de mediciones de comparación con instrumentos de mayor exactitud cada vez o sea con una incertidumbre menor, empezando desde los instrumentos de medición en la industria hasta terminar con los patrones nacionales. La calibración es una actividad que se lleva a cabo de manera regular.

Un ejemplo de que las calibraciones se realizan desde tiempos antiguos es la siguiente comparación.

Figura 5. **Calibraciones en la antigüedad**

Mediciones trazables

|  | <br>Egipto antiguo | <br>Mundo moderno |
|--|---|---|
| <b>Unidad:</b>                                   | cubo  | metro (sistema – SI)  |
| <b>Patrón primario o medición de referencia:</b> | cubo de granito   | bloques de galga/<br>interferómetro láser   |
| <b>Patrones de trabajo:</b>                      | cubo de madera  | micrómetros, vernier,<br>calibradores, etc.   |
| <b>Aplicación:</b>                               | manufactura de bloques o<br>piezas de piedra  | control de dimensiones  |
| <b>Período de recalibración :</b>                | cada luna llena   | de acuerdo con la frecuencia<br>de uso  |
| <b>Trazabilidad:</b>                             | local   | internacional   |

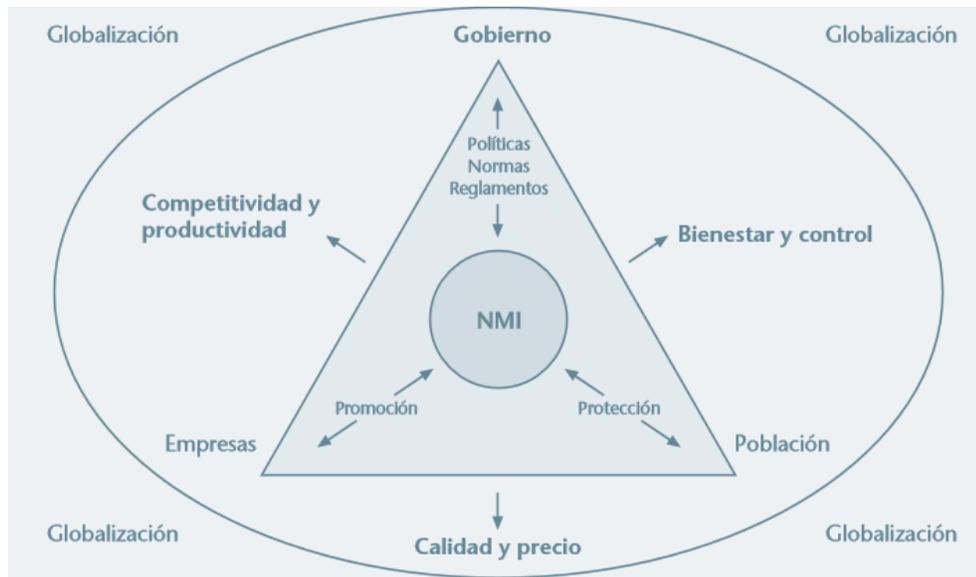
Fuente: SANETRA, Clemens; MARBÁN, Rocio . *Una infraestructura nacional de la calidad*.  
p. 65.

- Instituto Nacional de Metrología

En cada país debe existir un Instituto Nacional de Metrología, que es el responsable de desarrollar y mantener patrones para magnitudes físicas y químicas. Estos patrones no necesariamente deben tener la mayor exactitud posible (primarios), si son declarados mediante una legislación como patrones nacionales, representan las capacidades de un país.

En la siguiente imagen se puede ver el papel de un Instituto Nacional de Metrología en el desarrollo económico y social.

Figura 6. **Interrelaciones de un INM**



Fuente: SANETRA, Clemens; MARBÁN, Rocio . *Una Infraestructura Nacional de la Calidad*.  
p. 69.

En Guatemala el Instituto Nacional de Metrología es el Centro Nacional de Metrología (CENAME), que se encuentra dentro de la Dirección del Sistema Nacional de la Calidad, es una parte indispensable del Sistema Nacional de la Calidad y sus funciones las define el Decreto 78-2005.

- Funciones del Centro Nacional de Metrología (CENAME)
  - Promover la aplicación del Sistema Internacional de Unidades (SI)
  - Organizar y mantener un registro actualizado de la documentación técnica en el campo de la metrología y de los reglamentos técnicos que se emitan en materia de metrología legal.

- Participar en organizaciones regionales e internacionales de metrología y ejercer la representación del país ante dichas organizaciones.
  - Proponer acuerdos y convenios de cooperación con organismos nacionales, regionales e internacionales para el desarrollo de la metrología en el país.
  - Mantener comunicación con los organismos e instituciones internacionales relacionados con la materia de su competencia.
  - Participar en el desarrollo de reglamentos técnicos nacionales, regionales e internacionales sobre metrología.
  - Promover la enseñanza de la metrología y sus aplicaciones y coadyuvar a la formación del recurso humano.
  - Establecer, cuando corresponda, acuerdos con las instituciones que demuestren su competencia técnica para convertirse en custodio de patrones nacionales de medida.
  - Colaborar, en el ámbito de su competencia, con los entes nacionales que conforman el Sistema Nacional de la Calidad.
  - Cualquier otra relacionada con las actividades de metrología.
- Laboratorios de calibración

Los laboratorios de calibración pueden ser organizaciones privadas o públicas. Para calibrar instrumentos de clientes utilizan patrones secundarios o trabajo trazados al INM. Las malas calibraciones pueden dar lugar a problemas y a accidentes, esto debe evitarse a toda costa.

El Instituto Nacional de Metrología es el encargado de desarrollar y diseminar los patrones a nivel nacional, es decir calibrar los instrumentos de medición. En países pequeños como Guatemala el Centro Nacional de

Metrología debería ser capaz de cubrir la demanda de calibraciones debido a la pequeña cantidad de instrumentos. Cuando la economía crece la cantidad de instrumentos de medición aumenta desproporcionadamente, se hace necesario el uso de otros niveles que son cubiertos por laboratorios secundarios y terciarios de calibración para poder cubrir esta demanda. Estas calibraciones siguen estando trazadas al Centro Nacional de Metrología, puesto que el CENAME se encarga de calibrar solo los patrones de más alta exactitud utilizados por los laboratorios secundarios. Se puede ver el diagrama de flujo de la diseminación de los patrones y sus posibles formas de funcionamiento.

Figura 7. **Trazabilidad de los laboratorios de calibración acreditados**



Fuente: SANETRA, Clemens; MARBÁN, Rocio . *Una infraestructura nacional de la calidad.*  
p. 71.

- Competencia de un laboratorio de calibración

Para demostrar la competencia un laboratorio de calibración debe cumplir con los siguientes requisitos: Trazabilidad a los patrones de referencia utilizados para las calibraciones realizadas a consumidores, debe mantener un sistema de gestión de la calidad conforme a la norma ISO 17025 y demostrar su competencia

técnica obteniendo la acreditación del alcance de calibración que ofrece. Para obtener la acreditación en la norma ISO 17025 uno de los requisitos es que el laboratorio participe en ensayos de aptitud e intercomparaciones.

#### **2.2.2.1.2. Metrología Legal**

Diariamente se realiza la compra de productos como el de un litro de agua, quinientos gramos de harina y se consiente a pagar por las cantidades medidas de lo que se desea obtener. No es común que una persona normal pueda verificar si la cantidad obtenida en cada transacción es la correcta. El Gobierno asume esta tarea para proteger a los ciudadanos de transacciones no favorables para los habitantes del país, debe asegurarse que solo existan resultados exactos en las transacciones comerciales, y si no existen se impondrán y realizarán las multas que apliquen.

- Diferencia entre calibración y verificación

Mientras que la calibración se realiza para obtener la calidad en las mediciones, la verificación se encarga de la constatación de que el valor indicado por un instrumento de medición se halle dentro de la tolerancia establecida por los Reglamentos Técnicos que regulen a ese instrumento.

- Cadena de trazabilidad de los Organismos de Evaluación de la Conformidad.

Los organismos de evaluación de la conformidad que son los encargados de verificaciones de instrumentos de medición regularmente poseen todo el equipamiento técnico para realizar verificaciones tanto locales como móviles. Los patrones de medición están trazados directamente hacia los patrones nacionales

del Instituto Nacional de Metrología. Para ver esta relación se muestra en la figura 7:

Figura 8. **Trazabilidad de los organismos de evaluación de la conformidad**



Fuente: SANETRA, Clemens; MARBÁN, Rocio . *Una infraestructura nacional de la calidad*. p. 82.

### 2.2.2.1.3. Acreditación

Significa dar crédito ya sea a personas, instituciones o laboratorios para asegurar que tiene competencia. Para este aseguramiento se ponen a prueba las capacidades, los resultados técnicos, y la implementación de normas de calidad. La persona que pone a prueba lo anterior debe ser experto en el tema que evalúa y su competencia mayor o igual al ente a evaluar.

- Áreas que puede acreditar un organismo de Acreditación
  - Laboratorios de ensayo, calibración y muestreo, en conformidad con ISO/IEC 17025.
  - Organismos de evaluación de la conformidad, en conformidad con ISO/IEC 17020.
  - Organismos de certificación para sistemas de gestión de la calidad, en conformidad con ISO/IEC 17021.
  - Organismos de certificación para sistemas de gestión ambiental, en conformidad con ISO/IEC 17021.
  - Organismos de certificación de personal, en conformidad con ISO/IEC 17024.
  
- Funcionamiento de un Organismo de Acreditación

El mismo organismo de acreditación debe cumplir con los requisitos de la norma ISO 17011 – Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para entidades de acreditación que acrediten entidades de evaluación de conformidad. El patrón de acreditación es el mismo para los distintos Organismos o laboratorios variando en algunos requisitos según la norma con la que deben demostrar conformidad. Se evalúa el sistema de calidad implementado en el organismo que solicita la acreditación y la competencia técnica según el área específica a acreditar.

Para la evaluación de la competencia técnica en el área a acreditar se contrata un experto como parte adicional del equipo. Para reducir costos a los laboratorios existe el Arreglo Multilateral (MLA), en la que se define un ente nacional de acreditación por país para evitar la rivalidad entre entes.

#### **2.2.2.1.4. Medios de ensayo**

Son un conjunto de equipos para suministrar energía a los medidores bajo ensayo y medir esta energía. Hay tres tipos de medios de ensayo, estos se describen en los párrafos siguientes.

El primer tipo de medio de ensayo es el equipo para verificación de medidores manual. En este medio de ensayo el suministro de energía al medidor bajo ensayo, su medición, cálculo de error, la secuencia de verificación y procedimiento verificación, todo es hecho manualmente. La medición y cálculo de error puede ser realizado opcionalmente con la ayuda de dispositivos electrónicos.

El segundo tipo de medio de ensayo es el equipo para verificación de medidores semiautomático. La medición y cálculo de error son realizados y controlados así como registrados junto con los datos de verificación, automáticamente a través de un programa de computadora. El control manual y configuraciones de la fuente son generalmente guiados por el programa de computadora.

El tercer tipo de medio de ensayo es el equipo para verificación de medidores completamente automático. El suministro de energía al medidor bajo ensayo, su medición, cálculo de error, la secuencia y procedimiento de verificación, todos son realizados con la ayuda de dispositivos electrónicos y controlados automáticamente así como registrados junto con los datos de verificación, a través de un programa de computadora.

- Verificación de los medios de ensayo

La determinación del error general de un medio de ensayo se puede realizar de dos maneras cuando el instrumento de referencia no está conectado a las terminales de salida.

El primer método es comparar la energía entregada a las terminales de salida del medio indicada por el patrón de verificación para medios de ensayo con la energía indicada por el patrón de trabajo del medio de ensayo.

El segundo método para determinar el error general es comparar la potencia en la salida terminal del medio de ensayo, indicada por el patrón de verificación para medios de ensayo con la potencia indicada por el patrón de trabajo del medio de ensayo. En este método se debe especificar la influencia de la exactitud de la medición del tiempo sobre el error.

Cuando el instrumento patrón está conectado a las terminales de salida del medio de ensayo, la determinación del error que indica el instrumento de referencia es equivalente al error general del medio de ensayo.

#### **2.2.2.1.5. Calibración de un instrumento de medición de energía eléctrica**

- Equipos y materiales

Para la calibración de un medidor de energía eléctrica se necesita un sistema de medición formado por las siguientes componentes:

- Medidor de energía eléctrica patrón

La exactitud de este medidor debe ser al menos dos veces mejor que la del medidor a calibrar. Debe poseer certificado de calibración vigente extendido por un laboratorio de calibración acreditado o el laboratorio nacional de metrología, esto con el fin de asegurar la trazabilidad.

- Sistema de generación de energía

Este sistema suministra la energía a ser medida. Consta de una fuente de intensidad y una fuente de tensión por fase. También debe tener decalador de fase para retrasar o adelantar la onda de intensidad respecto a la onda de tensión. Se le llama a esta carga generada de la forma explicada anteriormente como carga ficticia.

- Contador de pulsos patrón

Este contador debe tener una entrada para los pulsos del medidor a calibrar y otra entrada para los pulsos del patrón. La energía registrada por cada medidor debe ser proporcional a los pulsos emitidos. La proporción será llamada constante del medidor y el fabricante deberá proporcionarla para cada instrumento.

- Sistema de sincronización

Si no se utiliza un contador de pulsos y no exista un sistema de sincronización, pero el instrumento a calibrar y el patrón tengan entrada de sincronización, se utilizará un interruptor para iniciar y detener la medida al mismo tiempo.

El equipo para utilizar puede ser un sistema de medición integrado compuesto por todos los elementos en los numerales anteriores en los que el medidor a calibrar solo se inserta o se conectan los cables de tensión y corriente, y el lector de pulsos.

- Operaciones previas
  - Se deben registrar los datos unívocos como marca, modelo y número de serie, en caso de no poseer estos datos se debe asignar una identificación única para poder asociar los resultados de calibración a este instrumento.
  - Los bornes de conexión deben estar claramente identificados y se debe incluir el esquema de conexionado.
  - Se debe disponer del manual del medidor a calibrar, y el manual del patrón.
  - El patrón debe permanecer un mínimo de 24 horas en el lugar de la calibración para alcanzar el equilibrio térmico. También los instrumentos de medición se deben energizar por el tiempo recomendado por el fabricante. Se deberá esperar a que la medida se estabilice para tomar los datos.
  - Se deben mantener las condiciones de referencia adecuadas de ambiente, tensión, entre otras. Tanto para el medidor patrón como para el medidor a calibrar. El fabricante indicará estas condiciones de referencia.

- Proceso de calibración

El medidor a calibrar y el patrón se conectan a la fuente de tensión en paralelo y la fuente de intensidad de corriente en serie, si hay un contador de pulsos se deben conectar las salidas de pulsos de ambos medidores a este.

La energía eléctrica es una magnitud que depende de la tensión eléctrica, la intensidad de corriente eléctrica, la fase entre la tensión y la intensidad. Existen infinidad de combinaciones de tensión, intensidad y fase. Se deben elegir las combinaciones en que el propietario utilizará más el instrumento según sus propias necesidades o en los puntos con mayor incidencia de error.

El manual del medidor deberá indicar el tiempo de duración de la medida para disminuir los errores por sincronización. También el número inferior de pulsos que deben contarse para minimizar los errores mencionados anteriormente. Se aconseja tomar 11 mediciones por cada punto para obtener un factor de cobertura del 95 %.

- Cálculo de incertidumbres

- Contribución a la incertidumbre tipo A (Desviación típica experimental).

Esta contribución a la incertidumbre se estima aplicando métodos estadísticos a una serie de valores observados a través de repeticiones.

- Estimación de la incertidumbre Tipo A

En muchos casos la mejor estimación que se puede obtener del valor esperado de una magnitud  $X_i$  es la media aritmética de las  $n$  observaciones.

Luego se quiere determinar que tanto se dispersan los valores individuales observados de esta media aritmética, para ello se utiliza el estimador, que es la desviación típica experimental, según la ecuación (1) y (2).

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$
$$s' = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Para que las ecuaciones anteriores (1) y (2) se deben realizar al menos 11 repeticiones para que la evaluación de la incertidumbre sea fiable es decir que se cumpla (3):

$$u(x_i) = s'(x_i)$$

- Contribuciones a la incertidumbre tipo B

Estas contribuciones se estiman por otros medios como datos de medidas anteriores, experiencia en el conocimiento general de las propiedades, forma de comportarse y características de los instrumentos de medición, indicaciones realizadas por el fabricante y certificados de calibración u otros tipos de certificado.

- Calibración del patrón

El patrón de referencia utilizado para la calibración tiene un certificado de calibración externo en el que se expresa su incertidumbre de calibración expandida ( $U_p$ ), también en este certificado indica el nivel de confianza  $k$ , con estos dos datos se calcula la incertidumbre debido a la calibración del patrón según la ecuación (4).

$$u(\delta_{Pcal}) = \frac{U_p}{k}$$

- Deriva de las medidas del patrón

Esta se puede determinar a partir de calibraciones anteriores, se debe tener un historial en el que se determina el cambio máximo entre resultados de calibraciones, a lo que se denomina como deriva máxima  $D_{m\acute{a}x}$ . El aporte de incertidumbre debido a la deriva se calcula según la ecuación (5).

$$u(\delta_{Pder}) = \frac{D_{m\acute{a}x}}{\sqrt{3}}$$

Cuando la deriva se desconoce, suponiendo por ser la primera calibración, se toma la exactitud del instrumento (exactitud) como la máxima variación de sus características de medida durante un tiempo. Se utiliza la ecuación (6) para calcular el aporte de incertidumbre.

$$u(\delta_{Pder}) = \frac{\textit{exactitud}}{\sqrt{3}}$$

- Realización de la calibración a una temperatura diferente de la temperatura de referencia del patrón.

Este aporte de incertidumbre será del tipo rectangular. Si se tiene  $C_0$  como coeficiente de temperatura y una variación de temperatura  $\Delta t$  que es la diferencia entre la temperatura de calibración del patrón y la temperatura actual de calibración, se obtiene el aporte de incertidumbre según la ecuación (7).

$$u(\delta_{Pcam}) = \frac{C_0 \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$$

- Resolución del equipo a calibrar.

El valor de resolución del equipo se puede encontrar en el manual del equipo proporcionado por el fabricante. El aporte de incertidumbre por resolución se calcula según la ecuación (8).

$$u(\delta_{Mres}) = \frac{res}{\sqrt{3}}$$

- Realización de la calibración a una temperatura diferente de la temperatura de referencia del medidor a calibrar.

Si se tiene el coeficiente de temperatura  $C_M$  y la variación de temperatura  $\Delta t'$  que es la diferencia de temperaturas entre la temperatura de referencia del medidor a calibrar y la temperatura actual de calibración. El aporte se calcula utilizando la ecuación (9).

$$u(\delta_{Mcam}) = \frac{C_M \cdot \Delta t'}{\sqrt{3}}$$

- Interpolación asociada a la corrección de las medidas del patrón de acuerdo con el certificado de calibración.

Este aporte de incertidumbre se considera ajustando una recta a los valores de calibración del certificado del patrón. Se calcula hallando la máxima desviación de cualquier punto del certificado con respecto al valor de la recta en ese punto dividido por raíz de tres. Si no se calcula de esta manera se debe hallar el máximo valor de corrección ( $C_{m\acute{a}x}$ ), del certificado de calibración del patrón y se suma al valor de incertidumbre expandida según la ecuación (10).

$$U^* = U + C_{m\acute{a}x}$$

- Incertidumbre típica

La incertidumbre típica es la raíz de la suma de cuadrados de todos los aportes de incertidumbre tanto el de tipo A como los de tipo B. Viene dada según la ecuación (11).

$$u(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2(\delta_i)}$$

- Incertidumbre expandida

La incertidumbre expandida es la incertidumbre típica calculada según la ecuación (11), multiplicada por los grados de libertad (k), en este caso para una confiabilidad del 95 % se utiliza k=2.

La ecuación (12) describe el cálculo de esta incertidumbre.

$$U = k \cdot u(y)$$

#### **2.2.2.1.6. Verificación de un medidor de energía eléctrica según norma OIML R46 Medidores de energía eléctrica**

- **Pre calentamiento**

Puede ser necesario calentar el medidor antes de la operación normal. La duración del período de calentamiento depende del tipo de instrumento actual y debe ser determinado con anterioridad. Durante el ensayo inicial para evaluar el error intrínseco del medidor se debe permitir su estabilización a cada nivel de corriente antes de la medición por un periodo no mayor de 5 minutos, según indicación del fabricante. El orden de los puntos de ensayo debe ser de la corriente más baja a la corriente más alta y luego de la corriente más alta a la más baja. Para cada punto de ensayo, el error resultante será la media de estas mediciones. Para  $I_{max}$ , el tiempo de medición máximo debe ser de 10 minutos, incluido el tiempo de estabilización.

- **Ensayo mínimo programado**

El ensayo mínimo programado consiste en:

- Verificación sin carga

Para este ensayo, no debe haber corriente en el circuito de corriente. El ensayo debe desarrollarse a  $U_{nom}$ . Para medidores con una salida de prueba, la

salida del medidor no debe producir más de un pulso. Para un medidor electromecánico, el rotor del medidor no debe hacer una revolución completa. El periodo mínimo de ensayo  $\Delta t$  debe ser como se especifica en la ecuación (13). Los medidores con más de un modo de conexión deben ser ensayados en todos los modos. Sin embargo, si este ensayo es realizado in situ en un medidor instalado, solo se realiza el ensayo en el modo de conexión actual. Para medidores operados por transformador con rango de registro primario donde en valor de K (y posiblemente  $U_{nom}$ ), son dados como valores primarios, la constante K (y  $U_{nom}$ ), deben ser re-calculados para corresponder con los valores secundarios (de tensión y corriente).

$$\Delta t \geq \frac{100 \times 10^2}{b * k * m * U_{nom} * I_{min}} h$$

Donde:

B = es el error base máximo permisible en  $I_{min}$  expresado como porcentaje (%) y se toma como valor positivo.

k= es el número de pulsos emitidos por el dispositivo de salida del medidor por kilovatio-hora (imp /kWh) o el número de revoluciones por kilovatio-hora (rev/kWh).

m= es el número de elementos.

La tensión nominal  $U_{nom}$  se expresa en voltios; y la corriente mínima  $I_{min}$  se expresa en amperios.

En el caso de los medidores operados por transformador con registros primarios en los que el valor de k (y posiblemente  $U_{nom}$ ) se asignan como valores primarios, se calculará la constante k (y  $U_{nom}$ ) para que correspondan a valores secundarios (de tensión y corriente).

Nota: A modo de ejemplo, el período mínimo de ensayo será de 0,46 h (27,8 minutos) para un medidor de clase B ( $b = 1,5 \%$ ) con las siguientes especificaciones:  $k = 1\ 000 \text{ imp/kWh}$ ,  $m = 1$ ,  $U_{\text{nom}} = 240 \text{ V}$  e  $I_{\text{min}} = 0,6 \text{ A}$ .

- Verificación de corriente inicial

El ensayo debe ser desarrollado a  $I_{\text{st}}$  y factor de potencia unitario. Para la verificación inicial de los medidores producidos a partir de un proceso de producción en serie que da como resultado un gran número de unidades idénticas, es suficiente con guardar la curva de error de  $I_{\text{st}}$  a  $I_{\text{min}}$  sobre una muestra del lote cada 3 meses para el tipo particular de medidor. Para la verificación inicial de medidores producidos por otros medios, será suficiente si el medidor observado funciona continuamente cuando se inicia la aplicación de corriente de arranque como se indica a continuación:

El medidor debe ser sometido a una corriente igual a la corriente de arranque  $I_{\text{st}}$ . Si el medidor está diseñado para la medición de energía en ambas direcciones, entonces este ensayo se aplicará con la energía que fluye en cada dirección. El efecto de un retraso intencional en la medición después de la inversión de la dirección de la energía debe tenerse en cuenta al realizar el ensayo.

Se considerará que el medidor se ha puesto en marcha si la salida produce pulsos (o revoluciones) a una velocidad compatible con los requisitos máximos permisibles de errores de la tabla III.

Tabla III. Errores base máximo permisibles por clase de medidor

| Cantidad                     |                                    | Error base máximo permisible (%) por clase de medidor |                       |                       |                       |
|------------------------------|------------------------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Corriente I                  | Factor de potencia                 | A   | B                     | C                     | D                     |
| $I_{tr} \leq I \leq I_{max}$ | unidad                             | $\pm 2,0$   | $\pm 1,0$             | $\pm 0,5$             | $\pm 0,2$             |
|                              | 0,5 inductivo a 1 a 0,8 capacitivo | $\pm 2,5$   | $\pm 1,5$             | $\pm 0,6$             | $\pm 0,3$             |
| $I_{min} \leq I \leq I_{tr}$ | unidad                             | $\pm 2,5$   | $\pm 1,5$             | $\pm 1,0$             | $\pm 0,4$             |
|                              | 0,5 inductivo a 1 a 0,8 capacitivo | $\pm 2,5$   | $\pm 1,8$             | $\pm 1,0$             | $\pm 0,5$             |
| $I_{st} \leq I \leq I_{min}$ | unidad                             | $\pm 2,5 * I_{min}/I$                                 | $\pm 1,5 * I_{min}/I$ | $\pm 1,0 * I_{min}/I$ | $\pm 0,4 * I_{min}/I$ |

Fuente: Organización Internacional de Metrología Legal. *NTG R46 Medidores de energía eléctrica*. p. 16.

El tiempo esperado,  $\tau$ , entre dos pulsos (periodo) viene dado por la ecuación (14):

$$\tau = \frac{3,6 \times 10^6}{m * k * U_{nom} * I_{st}}$$

Donde:

k = es el número de pulsos emitidos a la salida del medidor por kilowatt-hora (imp/kWh) o número de revoluciones por kilowatt-hora (rev/kWh);

m = es el número de elementos;

La tensión nominal  $U_{nom}$  expresado en voltios; y, la corriente de arranque  $I_{st}$  expresada en amperios.

Para medidores con más de un modo de conexión se deben ensayar todos los modos. Sin embargo, si el ensayo es realizado in situ sobre un medidor instalado, solo el modo de conexión actual se ensaya.

- Dependencia de corriente

Los medidores deben cumplir con los requisitos de exactitud de la Tabla III. Como mínimo estos deben ser verificados a las siguientes corrientes:

- $I_{\min}$ , PF = 1
- $I_{tr}$ , PF = 1
- $I_{tr}$ , PF = 0,5 inductivo
- $10 I_{tr}$ , PF = 1
- $10 I_{tr}$ , PF = 0,5 inductivo
- $I_{\max}$ , PF = 1
- $I_{\max}$ , PF = 0,5 inductivo

En el caso de medidores trifásicos con modo de conexión alterno de una fase o usado como medidores de dos fases, el ensayo de carga de fase única debe desarrollarse en cada fase por separado:

- $10 I_{tr}$ , PF = 1
- $10 I_{tr}$ , PF = 0,5 inductivo

Para medidores con modos de conexiones alternas, tales como conexión monofásica para medidores polifásicos o medidores usados como bifásicos, este ensayo debe ser desarrollado por separado para cada modo de conexión.

- Verificación de los registros

Sí las salidas (pulso) son usadas para requisitos de exactitud, un ensayo debe ser desarrollado para asegurar que la relación entre el registro de la energía entrante y las salidas relevantes del ensayo cumplan con lo especificado por el fabricante.

El ensayo debe desarrollarse mediante el flujo de una cantidad de energía  $E$  a través del medidor, donde  $E \geq E_{min}$  especificado en la ecuación (15):

$$E_{min} = \frac{1000 * R}{b} Wh$$

Donde:

$R$  = es la resolución aparente del registro de energía básica expresada en Wh; y

$B$  = es el error máximo permisible expresado como un porcentaje (%).

La energía que fluye a través del medidor se calculará usando la cantidad de pulsos de la salida del ensayo; Se determinará la diferencia relativa entre esta energía y la energía registrada. Esta diferencia relativa no debe ser mayor a una décima parte del error base máximo permisible. El ensayo se realizará a una sola corriente arbitraria  $I \geq I_{tr}$ .



### 3. ETAPAS PARA EL DIAGNÓSTICO, MANTENIMIENTO PREVENTIVO, CORRECTIVO Y CALIBRACIÓN DEL BANCO DE ENSAYO MTE PTS 3.3 DE VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA ACTIVA

#### 3.1. Cronograma de actividades

La siguiente tabla muestra el cronograma en el que se realizaron las actividades de diagnóstico, mantenimientos, evaluación del funcionamiento del equipo, diseño de procedimientos, préstamo de servicio, asesoría y capacitación de medidores de energía eléctrica.

Tabla IV. Cronograma de etapas del EPS

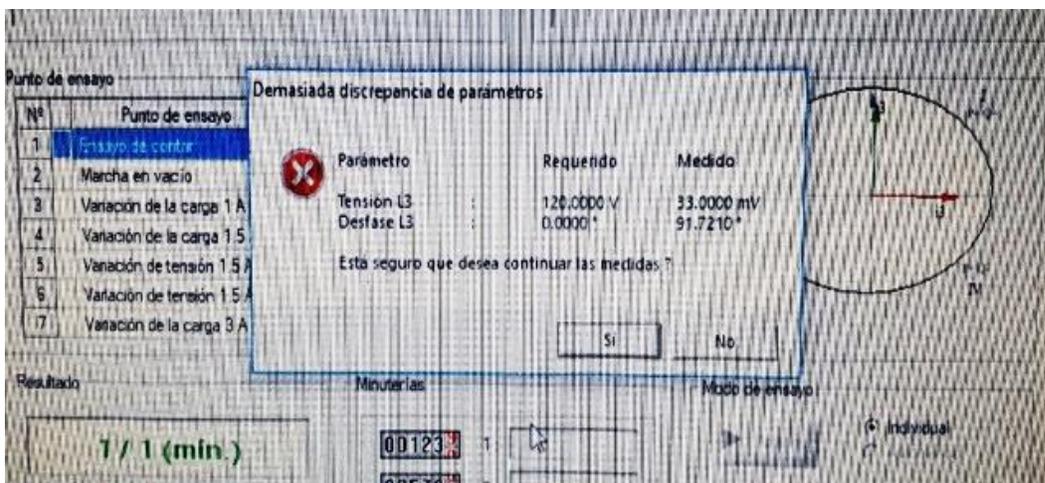
| Etapa   | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Diagnóstico   | 80 h  |       |       |       |       |       |
| Mantenimiento preventivo                                      |       | 80 h  |       |       |       |       |
| Mantenimiento correctivo                                      |       |       | 80 h  |       |       |       |
| Calibración del patrón de trabajo del banco de ensayo PTS 3.3 |       |       |       | 80 h  |       |       |
| Diseño de procedimientos                                      |       |       |       |       |       |       |
| Asesoría y capacitación                                       |       |       |       |       | 80 h  |       |
| Préstamo de servicio  |       |       |       |       |       | 80 h  |

Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Etapa de diagnóstico

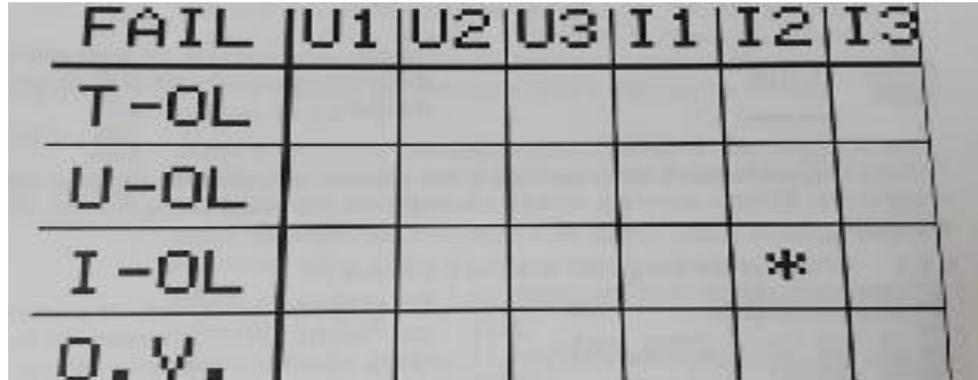
Inicialmente se encendió del equipo para detectar fallas en la generación de corrientes y tensiones, en esta prueba se detectó que el generador de corrientes de la tercera fase solo generaba hasta una corriente máxima de 10 Amper, al tratar de generar corrientes superiores mostraba en la pantalla de la computadora el error de la figura 8 y el error de sobrecorriente en la pantalla del medio de ensayo PTS 3.3 como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Pantalla de Error de corriente de tercera fase



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Alarma de error de corriente de tercera fase en el Medio de ensayo**



| FAIL | U1 | U2 | U3 | I1 | I2 | I3 |
|------|----|----|----|----|----|----|
| T-OL |    |    |    |    |    |    |
| U-OL |    |    |    |    |    |    |
| I-OL |    |    |    |    | *  |    |
| O.V. |    |    |    |    |    |    |

Fuente: elaboración propia.

Se realizó una inspección visual del interior del equipo para revisar las placas electrónicas, se encontraron soldaduras frías en la placa del módulo generador de corriente de la tercera fase. Adicionalmente se encontró que el convertidor de señal lumínica a eléctrica que sirve para la comunicación de la tarjeta principal con el módulo generador de corriente estaba dañado como se observa en la figura 10.

En la placa principal se encontró un amplificador operacional suelto como se muestra en la figura 11, el cual al encender el equipo provocaba que las tensiones estuvieran desfasadas incorrectamente.

Figura 11. **Convertidor foto-eléctrico dañado**



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Amplificador operacional suelto**



Fuente: elaboración propia.

### 3.3. **Etapa de mantenimiento preventivo**

Para la prevención de futuros errores se realizó un mantenimiento preventivo en los módulos generadores de corriente a través de una limpieza de cada módulo por separado como se muestra en la figura 12.

Figura 13. **Mantenimiento preventivo: limpieza de los generadores de corriente**



Fuente: elaboración propia, Laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la USAC.

### **3.4. Etapa de mantenimiento correctivo**

Se sustituyó el convertidor foto-eléctrico dañado de la figura 10 por un componente nuevo, en la figura 13 se observa el proceso de cambio del componente reemplazado.

Adicionalmente se aseguró el amplificador operacional a la placa madre con cinta antiestática para evitar que se separe de nuevo en futuros mantenimientos. En el anexo 6 se puede consultar el manual de mantenimiento para mantenimientos posteriores.

Figura 14. **Mantenimiento correctivo: Reemplazo de convertidor foto-eléctrico**



Fuente: elaboración propia, Laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la USAC.

### **3.4.1. Comprobación del funcionamiento**

Se realizaron pruebas para comprobar el funcionamiento del medio de ensayo, posterior al mantenimiento preventivo y correctivo. En la figura 14 se muestran las corrientes y tensiones generadas correctamente. Los valores indicados en la pantalla del equipo, y en la pantalla de la computadora coinciden de manera exacta.

Figura 15. **Indicaciones de corriente y tensión en pantalla del medio de ensayo**



Fuente: elaboración propia.

El laboratorio de metrología del CII cuenta con medidores de distintas clases de exactitud y formas los cuales se utilizaron para realizarles verificaciones en distintos puntos de tensión, corriente y factor de potencia. Esto con la finalidad de comprobar el funcionamiento correcto del medio de ensayo luego del mantenimiento preventivo y correctivo.

### **3.5. Etapa de calibración del patrón del banco de ensayo PTS 3.3**

La calibración del medidor eléctrico patrón interno del medio de ensayo PTS 3.3 se realizó solicitando una comparación de este patrón con el medidor patrón K2006 del Laboratorio de Medidores Eléctricos de la Unidad de Inspección y Verificación en materia de Metrología Legal del Centro Nacional de Metrología. Esta comparación tiene un costo aproximado de Q 9 000,00 resultando beneficiada esta institución por la gestión realizada resultado de este Ejercicio Profesional Supervisado. Las calibraciones de este patrón se deben solicitar a un proveedor de servicios de calibración externo si el Laboratorio de Metrología no cuenta con los medios para brindarle trazabilidad; en el apéndice 19 se añade un

manual para la calibración de este equipo a través de proveedores externos, contiene los requisitos que los proveedores deben cumplir y los certificados de calibración que estos entreguen. Para la calibración se seleccionaron los puntos de tensión, corriente y factor de potencia más utilizados en el préstamo del servicio de verificación de medidores de energía eléctrica, los puntos seleccionados son los siguientes:

- 120 V, 1.5 A, Factor de potencia 1
- 120 V, 15 A, Factor de potencia 1
- 120 V, 15 A, Factor de potencia 0.5 inductivo
- 120 V, 3 A, Factor de potencia 1
- 120 V, 30 A, Factor de potencia 1
- 120 V, 30 A, Factor de potencia 0.5 inductivo
- 240 V, 30 A, Factor de potencia 1
- 240 V, 30 A, Factor de potencia 1
- 240 V, 30 A, Factor de potencia 0,5 inductivo

Los resultados de las mediciones de los puntos anteriores se encuentran en la tabla V siguiente:

Tabla V. Mediciones para la calibración del patrón PTS 3.3

| N° | U(V)  | I(A) | cosφ       | Er % (qk) | $\bar{q}$ | s(q)      |
|----|-------|------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 2  | 120 V | 15 A | FP 1       | -0,0088 % | -0,0090 % | 0,00014 % |
|    |       |      |            | -0,0090 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0090 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0093 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0090 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0091 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0089 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0092 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0090 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0091 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0090 % |           |           |
| 3  | 120 V | 15 A | FP 0,5 ind | -0,0185 % | -0,0183 % | 0,00019 % |
|    |       |      |            | -0,0185 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0183 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0179 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0183 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0183 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0181 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0181 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0184 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0181 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0184 % |           |           |
| 4  | 120 V | 3 A  | FP 1       | -0,0196 % | -0,0200 % | 0,00039 % |
|    |       |      |            | -0,0196 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0193 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0198 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0205 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0200 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0203 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0201 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0205 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0202 % |           |           |
|    |       |      |            | -0,0201 % |           |           |

Continuación de la tabla V.

| N°        | U(V)  | I(A) | cos $\phi$ | $E_r$ %   | $\bar{q}$ | $S(q)$    |
|-----------|-------|------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 5         | 120 V | 30 A | FP 1       | -0,0222 % | -0,0223 % | 0,00013 % |
|           |       |      |            | -0,0222 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0224 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0225 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0223 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0223 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0222 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0224 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0223 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0222 % |           |           |
| 6         | 120 V | 30 A | FP 0,5 ind | -0,0329 % | -0,0328 % | 0,00013 % |
|           |       |      |            | -0,0326 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0328 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0329 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0329 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0326 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0327 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0327 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0327 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0326 % |           |           |
| 7         | 240 V | 3 A  | FP 1       | -0,0197 % | -0,0201 % | 0,00019 % |
|           |       |      |            | -0,0202 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0199 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0201 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0202 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0202 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0203 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0203 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0203 % |           |           |
|           |       |      |            | -0,0201 % |           |           |
| -0,0203 % |       |      |            |           |           |           |

Continuación de la tabla V.

| N°        | U(V)  | I(A)  | cosφ       | $E_r$ %           | $\bar{q}$ | $S(q)$    |
|-----------|-------|-------|------------|-------------------|-----------|-----------|
| 8         | 240 V | 30 A  | FP 1       | -0,0218 %         | -0,0219 % | 0,00023 % |
|           |       |       |            | -0,0215 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0216 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0222 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0219 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0221 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0219 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0218 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0220 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0222 %         |           |           |
| -0,0221 % |       |       |            |                   |           |           |
| 9         | 240 V | 30 A  | FP 0,5 ind | -0,0333 %         | -0,0332 % | 0,00011 % |
|           |       |       |            | -0,0331 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0333 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0333 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0332 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0334 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0334 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0331 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0333 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0332 %         |           |           |
| -0,0331 % |       |       |            |                   |           |           |
| N°        | U(V)  | I(A)  | cosφ       | $E_r$ % ( $q_k$ ) | $\bar{q}$ | $s(q)$    |
| 1         | 120 V | 1,5 A | FP 1       | -0,0045 %         | -0,0044 % | 0,00020 % |
|           |       |       |            | -0,0043 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0041 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0042 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0047 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0045 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0043 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0046 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0047 %         |           |           |
|           |       |       |            | -0,0044 %         |           |           |
| -0,0044 % |       |       |            |                   |           |           |

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de la incertidumbre se tomaron en cuenta las contribuciones a la incertidumbre siguientes:

- Desviación típica experimental

Para el cálculo de contribución a la incertidumbre debido a la desviación estándar se calculó la desviación estándar utilizando la ecuación (1) para cada serie de 11 repeticiones realizadas en los puntos de calibración en la tabla V. Luego se seleccionó la máxima desviación estándar y se utilizó la ecuación (2):

$$S(q) = 0,00039 \%$$
$$n = 11$$
$$u(E_r \%) = S(\bar{q}) = \frac{S(q)}{\sqrt{n}} = \frac{0,00039 \%}{\sqrt{11}} = 0,00012 \%$$

- Incertidumbre del patrón

Para el cálculo de la contribución a la incertidumbre debido a la incertidumbre del patrón se utilizó la incertidumbre del patrón del certificado de calibración del patrón K2006 (Ver anexo 1) y la ecuación (4):

$$U_p = 0,0060 \%$$
$$k = 2$$
$$u(\delta_{pcal}) = \frac{U_p}{k} = \frac{0,0060 \%}{2} = 0,0030 \%$$

- Deriva del patrón

Para la calcular la contribución a la incertidumbre debido a la deriva del patrón se utilizó la ecuación (6) por ser la primera calibración del patrón.

$$u(\delta_{Pder}) = \frac{\text{exactitud}}{\sqrt{3}} = \frac{0,010 \%}{\sqrt{3}} = 0,006 \%$$

La incertidumbre típica se calculó realizando la suma cuadrática de las contribuciones a la incertidumbre debido a la desviación típica experimental, la incertidumbre del patrón y deriva del patrón utilizando la ecuación (11).

$$\begin{aligned} u(y) &= \sqrt{u(E_r \%)^2 + u(\delta_{Pcal})^2 + u(\delta_{Pder})^2} \\ &= \sqrt{(0,00012 \%)^2 + (0,00300 \%)^2 + (0,00600 \%)^2} \\ &= 0,0065 \% \end{aligned}$$

La incertidumbre expandida se obtuvo de multiplicar la incertidumbre típica por el factor de cobertura con valor igual a 2 para un 95 % de confianza.

$$\begin{aligned} u(y) &= 0,0065 \% \\ k &= 2 \\ U &= k u(y) = 2 (0,0065 \%) = 0,0130 \% \end{aligned}$$

Como la contribución a la incertidumbre debido a la interpolación asociada a la corrección de las medidas del patrón de acuerdo con el certificado de calibración no se calculó ajustando la recta a los valores de calibración del patrón. Se halló el máximo valor de corrección ( $C_{\text{máx}}$ ) del certificado de calibración del patrón y se sumó al valor de incertidumbre expandida utilizando la ecuación (10).

$$\begin{aligned}U &= 0,0130 \% \\C_{m\acute{a}x} &= 0,0176 \% \\U^* &= U + C_{m\acute{a}x} = 0,0130 \% + 0,0176 \% \\U^* &= 0,0310 \%\end{aligned}$$

A continuación se encuentra el certificado de calibración con los resultados de error e incertidumbre asociados al patrón PTS 3.3 obtenidos del proceso de calibración anterior, el formato utilizado se encuentra en el apéndice 11.

Figura 16. Certificado de calibración del Patrón PTS 3.3



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



---

## Certificado de Calibración

---

**Certificado No:** 00001                      **Orden de trabajo N.:**  
**Nombre del cliente:** Laboratorio de Metrología CII USAC  
**Dirección del cliente:** Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
**Instrumento calibrado:** Patrón de medidor de energía eléctrica.  
**Marca:** MTE  
**Modelo:** PTS 3.3  
**No. De serie:**  
**Intervalo de indicación:**  
**Resolución:** 0.05 %  
**Fecha de recepción:**  
**Fecha de calibración:**  
**Lugar de la calibración:** Laboratorio de verificación de medidores eléctricos del Centro Nacional de Metrología

**Condiciones ambientales:**

| Temperatura   |         | Humedad relativa |        |
|---------------|---------|------------------|--------|
| <b>Inicio</b> | 22.5 °C | <b>Inicio</b>    | 55 %HR |
| <b>Final</b>  | 23.0 °C | <b>Final</b>     | 65 %HR |

**Método de calibración:**                      Método de comparación de energía  
  
**Patrón empleado:** K2006

| Denominación del patrón  | Identificación | Trazabilidad                          | Certificado de calibración del patrón |
|--------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Comparador de tres fases | 54592          | Physikalisch-Technische Bundesanstalt | 2.33 - 20160009                       |

  
Nombre: Andrés Alán Rojas Álvarez  
Empleo por: SB/CAI  
**Calibrado por**

**Aprobado por**

**12/10/2021**  
**Fecha de emisión**

---

FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC-  
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-0000 Exts: 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
 Página web: <https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/cii>

Continuación de la figura 16.

**CERTIFICADO No: 00001**

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

**Determinación de los errores de indicación**

| No. | U(V)  | I(A)  | FP      | f (Hz) | Error    |
|-----|-------|-------|---------|--------|----------|
| 1   | 120 V | 1.5 A | 1       | 60     | -0.0044% |
| 2   | 120 V | 15 A  | 1       | 60     | -0.0090% |
| 3   | 120 V | 15 A  | 0.5 ind | 60     | -0.0183% |
| 4   | 120 V | 3 A   | 1       | 60     | -0.0200% |
| 5   | 120 V | 30 A  | 1       | 60     | -0.0223% |
| 6   | 120 V | 30 A  | 0.5 ind | 60     | -0.0328% |
| 7   | 240 V | 3 A   | 1       | 60     | -0.0201% |
| 8   | 240 V | 30 A  | 1       | 60     | -0.0219% |
| 9   | 240 V | 30 A  | 0.5 ind | 60     | -0.0332% |

**Incertidumbre expandida: 0.031%**

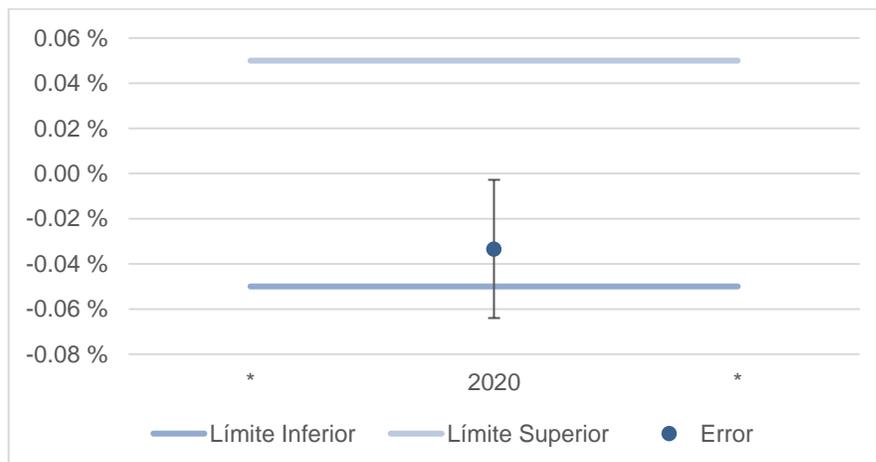
Continuación de la figura 16.



Fuente: elaboración propia.

En la figura 16 se observa una gráfica donde se representa el error del patrón, la incertidumbre  $U^*$  calculada anteriormente y la tolerancia obtenida de la exactitud que declara el fabricante para este equipo.

Figura 17. **Gráfica de error de medición con incertidumbre del equipo PTS 3.3**



Fuente: elaboración propia.



## **4. ETAPA DE DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA VERIFICACIÓN, CALIBRACIÓN Y MUESTREO DE LOTES DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

### **4.1. Etapa de diseño de procedimientos**

El contenido de los procedimientos para la verificación periódica y de después de reparación, calibración y muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica se presentan a continuación.

#### **4.1.1. Diseño de los procedimientos para la verificación periódica y de después de reparación de medidores de energía eléctrica.**

Para el diseño de los procedimientos se toman como referencia dos normas internacionales, esto como consecuencia de que en Guatemala se utilizan medidores de energía eléctrica contruidos en Estados Unidos conforme a normas nacionales específicamente ANSI y los contruidos en el resto del mundo conforme a normas internacionales las cuales compilan sus requisitos en las recomendaciones OIML.

##### **4.1.1.1. Procedimiento de verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica**

Se establecen los pasos para llevar a cabo la verificación periódica y la verificación de después de reparación de los medidores de energía eléctrica y se incluye el flujograma para una mejor visualización.

#### **4.1.1.1.1. Objeto**

Establece los pasos para la verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica.

#### **4.1.1.1.2. Alcance**

Este procedimiento comprende la verificación periódica y después de reparación para medidores de energía eléctrica estáticos y electromecánicos fabricados conforme a las normas ANSI y OIML de una fase dos hilos, una fase tres hilos, tres fases tres hilos y tres fases cuatro hilos de clases de exactitud 0,1, 0,2, 0,5, 1 y 2 utilizando el método de comparación directa.

#### **4.1.1.1.3. Referencias normativas**

- NTG ANSI C12.1 Medidores Eléctricos – Norma para medición de electricidad
- NTG ANSI C12.20 Medidores eléctricos con clases de exactitud 0,1, 0,2 y 0,5
- NTG OIML R46 Medidores de energía eléctrica

#### **4.1.1.1.4. Responsabilidades**

- Jefatura del Laboratorio de Metrología

Responsabilidad de que se cumpla lo establecido en este procedimiento.

- Técnico verificador

Cumplir con este procedimiento.

Proponer cuando corresponda sobre desviaciones, modificaciones u oportunidades de mejora a este procedimiento.

Presentar de forma mensual o cuando se le solicite los registros generados por este procedimiento para su integración en el sistema de gestión.

#### **4.1.1.1.5. Formas**

- Solicitud de verificación
- Orden de trabajo de verificación
- Hoja de toma de datos de verificación (ANSI)
- Hoja de toma de datos de verificación (OIML)
- Certificado de verificación (ANSI)
- Certificado de verificación (OIML)

Tabla VI. **Procedimiento de verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica**

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>  |  |                     |  |
|--|--|---------------------|--|
| Título del procedimiento: Verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica |  |                     |  |
| Hoja núm. 1 de 8   |  | Número de formas: 6 |  |
| Inicia:  |  | Termina:            |  |
| Unidad   | Puesto responsable                       | Paso núm.           | Actividad  |
| Cliente  | Titular del medidor de energía eléctrica | 1                   | Descarga el documento solicitud de verificación de la página web del laboratorio de metrología. (Ver apéndice 1).  |
|  |  | 2                   | Llena la solicitud según corresponda: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación periódica: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Como mínimo un mes antes del plazo de verificación establecido por la legislación guatemalteca.</li> </ul> </li> <li>• Verificación después de reparación: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inmediatamente después de la reparación o modificación del mismo.</li> </ul> </li> </ul> |

Continuación de la tabla VI.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>  |  | Hoja núm. 2 de 8 |   |
|--|--|------------------|---|
| Título del procedimiento: Verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica |  |                  |   |
| Cliente  | Titular del medidor de energía eléctrica | 3                | Envía por medio de correo electrónico la solicitud de verificación.   |
| Laboratorio de Metrología del CII  | Recepcionista Laboratorio de Metrología  | 4                | Recibe la solicitud, el laboratorio dispone de un período máximo de un mes para proceder a su verificación.   |
|  |  | 5                | Archiva la solicitud de verificación.   |
|  |  | 6                | Notifica al cliente para que genere la orden de pago en la página web y se presente a entregar el medidor, documentación y boleta pagada al laboratorio.  |
| Cliente  | Titular del medidor de energía eléctrica | 7                | Genera la orden de pago y realiza el pago de la boleta.   |
|  |  | 8                | Entrega al recepcionista del laboratorio lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El medidor de energía eléctrica.</li> <li>• El certificado de aprobación de tipo.</li> <li>• Documentación técnica.</li> <li>• Boleta de pago realizado.</li> </ul> |
| Laboratorio de Metrología del CII  | Recepcionista Laboratorio de Metrología  | 9                | Recibe el medidor y verifica que la documentación descrita en el paso anterior este completa.   |
|  |  | 10               | Elabora y firma orden de trabajo como recibido. (Ver apéndice 2).   |
|  |  | 11               | Entrega orden de trabajo y copia a cliente para que la firme.   |
| Cliente  | Titular del medidor de energía eléctrica | 12               | Recibe y firma como entregado orden de trabajo y copia.   |

Continuación de la tabla VI.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>  |  | Hoja núm. 3 de 8 |  |
|--|--|------------------|--|
| Título del procedimiento: Verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica |  |                  |  |
| Cliente  | Titular del medidor de energía eléctrica | 13               | Entrega orden de trabajo original al recepcionista del laboratorio.  |
| Laboratorio de Metrología del CII  | Recepcionista Laboratorio de Metrología  | 14               | Recibe orden de trabajo.   |
|  |  | 15               | Registra orden de trabajo y boleta de pago en el control interno.  |
|  |  | 16               | Elabora hoja de ruta que acompaña al medidor durante toda la verificación.   |
|  |  | 17               | Traslada el medidor a la sección de almacenamiento del laboratorio mientras espera su turno para la verificación.  |
|  |  | 18               | Asigna la verificación a un Técnico.   |
|  |  | 19               | Notifica al técnico verificador asignado para que realice la verificación  |
|  | Técnico verificador                      | 20               | Traslada el medidor a la mesa de verificación y actualiza la hoja de ruta  |
|  |  | 21               | Registra la hora de inicio y la temperatura inicial en la hoja de toma de datos. (Ver apéndice 3 y 4)  |
|  |  | 22               | Inicia el examen administrativo y verifica que el medidor: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es el mismo que indica el certificado de tipo y la documentación técnica.</li> <li>• Posee placa de características.</li> <li>• Tiene los marcados de conformidad.</li> <li>• No tiene los precintos alterados, tanto electrónicos como físicos.</li> <li>• Está en buena condición y no se encuentra dañado.</li> </ul> |

Continuación de la tabla VI.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>  |                     | Hoja núm. 4 de 8 |  |
|--|---------------------|------------------|--|
| Título del procedimiento: Verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica |                     |                  |  |
| Metrología del CII   | Técnico verificador | 23               | Registra los resultados así como cualquier observación que surja en la hoja de toma de datos y finaliza el examen administrativo.  |
| Laboratorio de Metrología del CII  | Técnico verificador | 24               | El examen administrativo es superado si cumple con todos los requisitos del paso 28.   |
|  |                     | 25               | Inicia el examen metrológico colocando el medidor en el medio de ensayo según corresponda: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANSI: A través del adaptador para medidores tipo Socket QCD.</li> <li>• OIML: Desmontando el adaptador Socket QCD y colocando el medidor en su lugar.</li> </ul> |
|  |                     | 26               | Realiza las conexiones de las fuentes generadoras de tensión y corriente eléctrica según el diagrama de conexionado de medidores de energía eléctrica correspondiente a la forma del medidor según el manual del equipo de verificación de medidores de energía eléctrica.                           |
|  |                     | 27               | Ajusta la cabeza lectora de pulsos frente al emisor led del medidor.   |

Continuación de la tabla VI.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>  |                     | Hoja núm. 5 de 8 |  |
|--|---------------------|------------------|--|
| Título del procedimiento: Verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica |                     |                  |  |
| Laboratorio de Metrología del CII  | Técnico verificador | 28               | <p>Enciende el medio de ensayo y la computadora, abre el software Calsoft y configura según el manual del software los siguientes puntos de carga todos a tensión nominal y según corresponda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANSI: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Carga completa (FL): 100 % <math>\pm</math> 3 % de la corriente nominal (TA) y factor de potencia 1.</li> <li>○ Carga ligera (LL): 10 % <math>\pm</math> 3 % de la corriente nominal (TA) y factor de potencia 1.</li> <li>○ Factor de potencia (PF): 100 % <math>\pm</math> 3 % corriente nominal (TA) y factor de potencia 0,5 en atraso.</li> <li>○ Para medidores con transformadores de instrumentación se puede utilizar para carga completa ya sea el 100 % <math>\pm</math> 3 % de la corriente nominal (TA) o el 100 % <math>\pm</math> 3 % de la corriente nominal secundaria del transformador de corriente. El valor de carga ligera debe ser igual al 10 % del valor de carga completa seleccionado.</li> </ul> </li> <li>• OIML: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>I_{min}</math> y factor de potencia 1.</li> <li>○ <math>I_{tr}</math> y factor de potencia 1.</li> <li>○ <math>I_{tr}</math> y factor de potencia 0,5 en atraso.</li> <li>○ <math>10 I_{tr}</math> y factor de potencia 1.</li> <li>○ <math>10 I_{tr}</math> y factor de potencia 0,5 en atraso.</li> <li>○ <math>I_{max}</math> y factor de potencia 1.</li> <li>○ <math>I_{max}</math> y factor de potencia 0,5 inductivo.</li> <li>○ Para medidores con más de un modo de conexión se debe realizar el ensayo para cada modo de conexión.</li> </ul> </li> </ul> |

Continuación de la tabla VI.

|  |                     |                  |  |
|--|---------------------|------------------|--|
| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>  |                     | Hoja núm. 6 de 8 |  |
| Título del procedimiento: Verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica |                     |                  |  |
| Laboratorio de Metrología del CII  | Técnico verificador | 29               | Ejecuta la verificación en los puntos de carga en el paso anterior.  |
|  |                     | 30               | Registra los resultados indicados por el software, la hora de finalización y la temperatura final en la hoja de toma de datos y finaliza el examen metrológico.  |
|  |                     | 31               | Determina que los errores de medición se encuentran dentro de los EMP, según corresponda: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANSI: Calcula el registro porcentual promedio (RPC) utilizando los errores registrados con la siguiente fórmula: <math display="block">RPC = \frac{4FL+2LL+PF}{7}</math> Si el RPC se encuentra entre el 98 % y el 102 % el examen metrológico es superado. </li> <li>• OIML: Los errores registrados deben estar dentro de los EMP indicados en la tabla III.</li> </ul> |
|  |                     | 32               | Si los errores están dentro de los EMP el examen metrológico es superado.  |
|  |                     | 33               | Si tanto el examen administrativo como el examen metrológico son superados el medidor supera la verificación.  |
|  |                     | 34               | Hace constar la conformidad del medidor mediante la adhesión de la etiqueta de verificación en un lugar visible del medidor verificado.  |
|  |                     | 35               | Precinta el medidor manteniendo los precintos colocados por el reparador (solo para verificación después de reparación).   |

Continuación de la tabla VI.

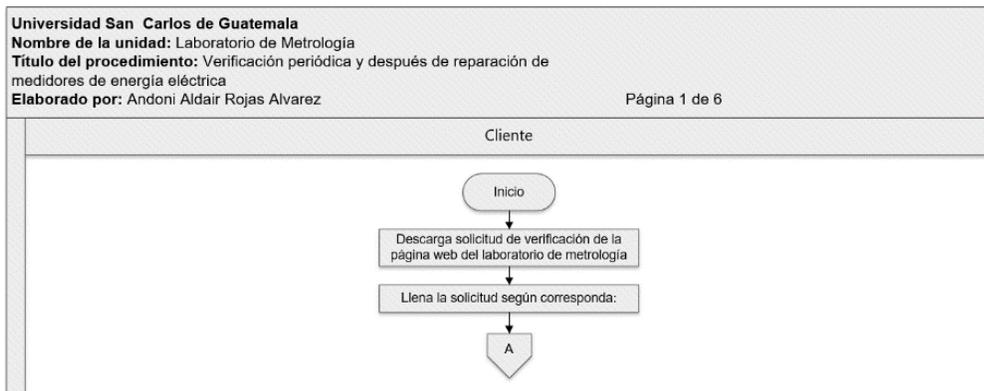
|  |   |                  |   |
|--|---|------------------|---|
| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>  |   | Hoja núm. 7 de 8 |   |
| Título del procedimiento: Verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica |   |                  |   |
| Laboratorio de Metrología del CII  | Técnico verificador                     | 36               | Elabora y firma el certificado de verificación favorable. (Ver apéndice 5 y 6).   |
|  |   | 37               | Anota en el certificado de verificación la identificación y localización de los precintos tanto físicos como electrónicos.            |
|  |   | 38               | Si el medidor no supera la verificación periódica el laboratorio de metrología coloca la etiqueta de inhabilitación para el servicio. |
|  |   | 39               | Elabora y firma certificado de verificación desfavorable.   |
|  |   | 40               | Actualiza hoja de ruta.   |
|  |   | 41               | Traslada el certificado de verificación al Jefe del Laboratorio de Metrología.  |
|  | Jefe del laboratorio                    | 42               | Recibe certificado de verificación.   |
|  |   | 43               | Revisa y firma certificado de verificación.   |
|  |   | 44               | Traslada certificado al Técnico verificador.  |
|  | Técnico verificador                     | 45               | Recibe certificado de verificación.   |
|  |   | 46               | Traslada medidor, documentación y certificado de verificación a la sección del laboratorio para medidores verificados.                |
|  |   | 47               | Actualiza y entrega hoja de ruta al recepcionista de laboratorio de metrología.   |
|  | Recepcionista Laboratorio de Metrología | 48               | Recibe hoja de ruta.  |
|  |   | 49               | Notifica al cliente para que pueda retirar del laboratorio el instrumento verificado.   |
|  |   | 50               | Entrega orden de trabajo original para que cliente la firme como recibida.  |

Continuación de la tabla VI.

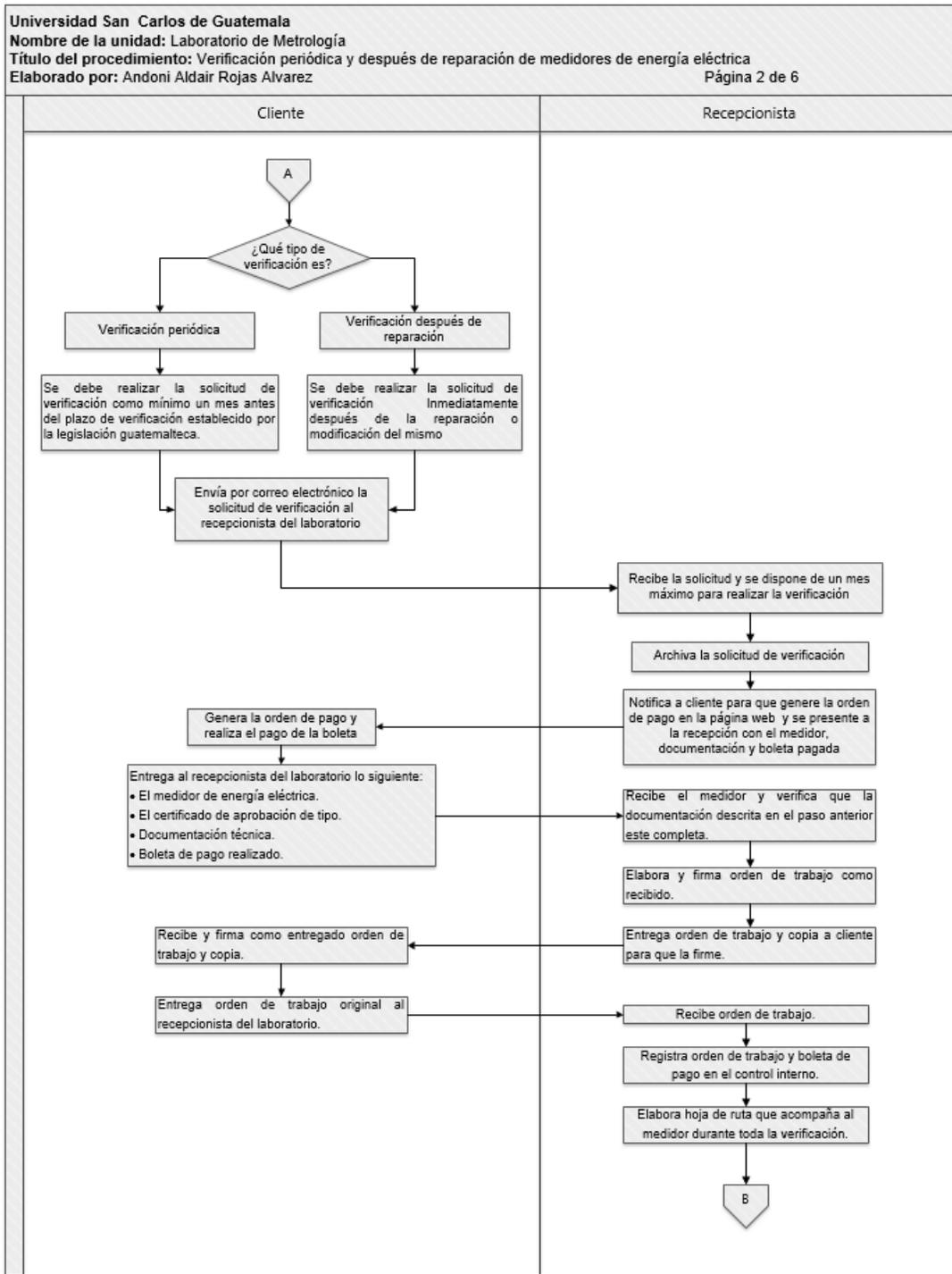
|  |  |                  |  |
|--|--|------------------|--|
| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>  |  | Hoja núm. 8 de 8 |  |
| Título del procedimiento: Verificación periódica y después de reparación de medidores de energía eléctrica |  |                  |  |
| Cliente  | Titular del medidor de energía eléctrica | 51               | Se presenta al laboratorio a retirar el medidor verificado.  |
|  |  | 52               | Recibe y firma orden de trabajo como recibida.   |
|  |  | 53               | Entrega orden de trabajo y su copia al recepcionista del laboratorio y   |
| Laboratorio de Metrología del CII  | Recepcionista Laboratorio de Metrología  | 54               | Recibe y firma la orden de trabajo y copia como entregada.   |
|  |  | 55               | Actualiza hoja de ruta y registra ambas en el control interno.   |
|  |  | 56               | Entrega copia de orden de trabajo firmada, medidor verificado, documentación y certificado de verificación al cliente. |
| Cliente  | Titular del medidor de energía eléctrica | 57               | Recibe hoja de trabajo, medidor verificado, documentación y certificado de verificación.                               |

Fuente: elaboración propia.

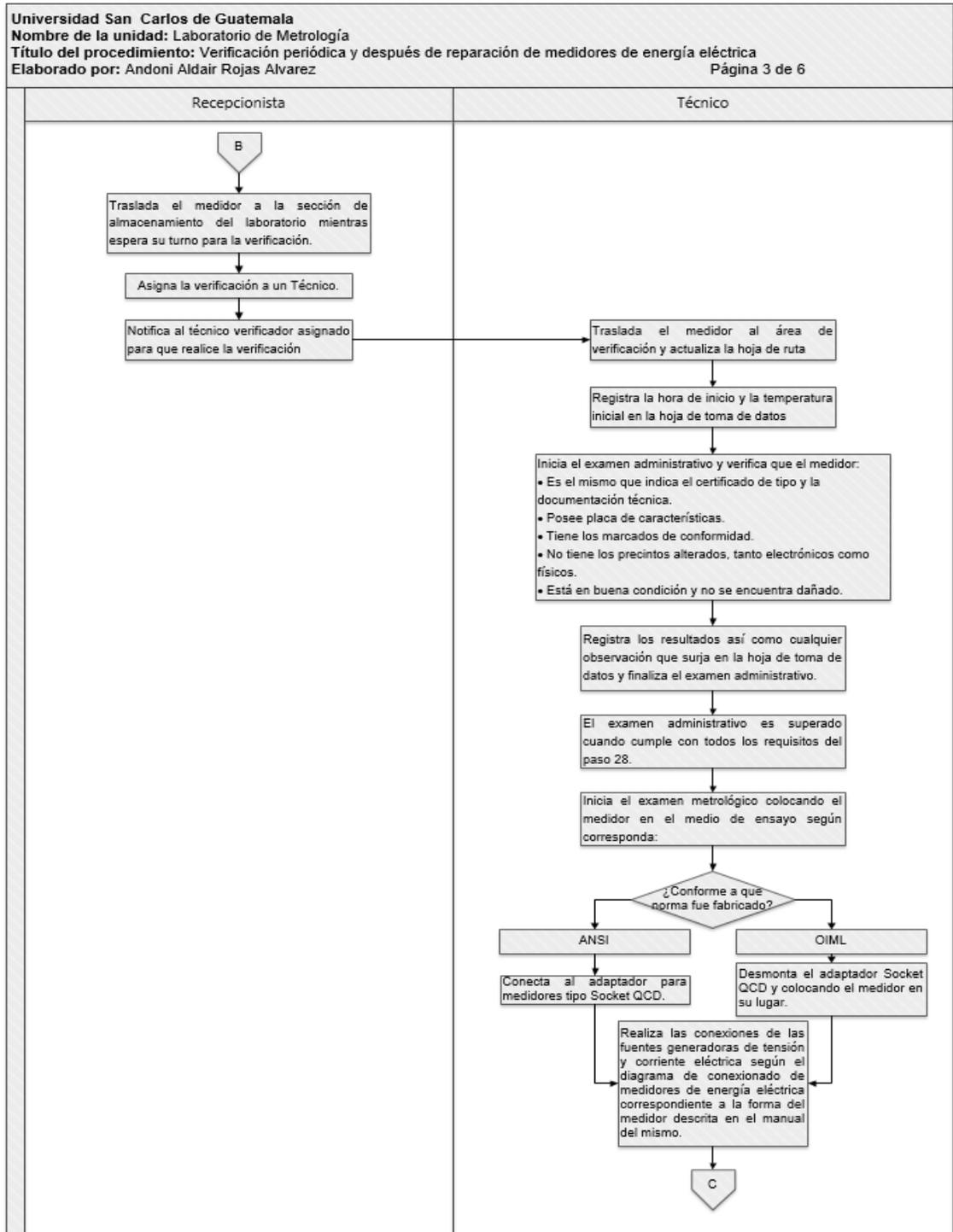
Figura 18. **Flujograma para verificación periódica y de después de reparación de medidores de energía eléctrica**



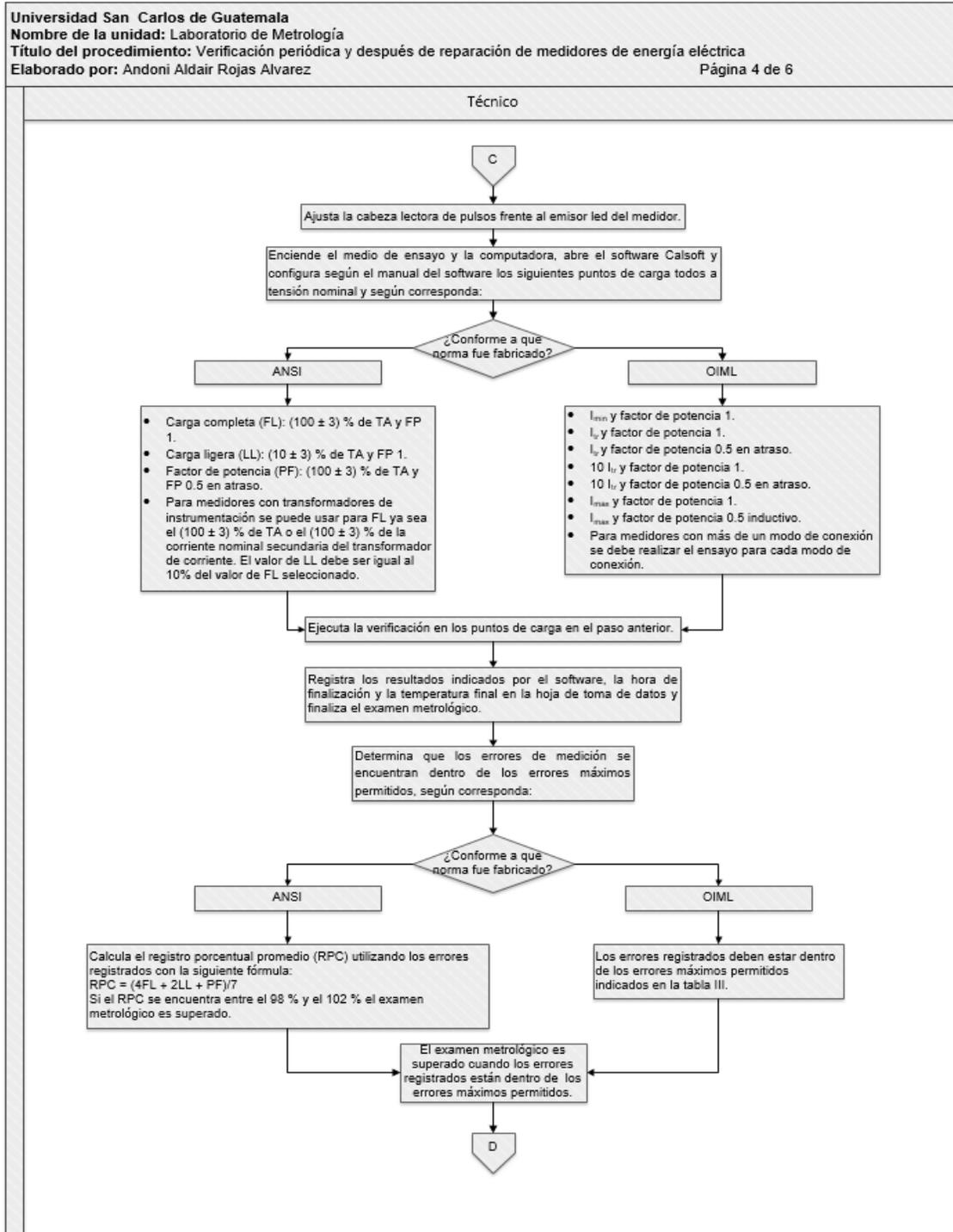
Continuación de la figura 18.



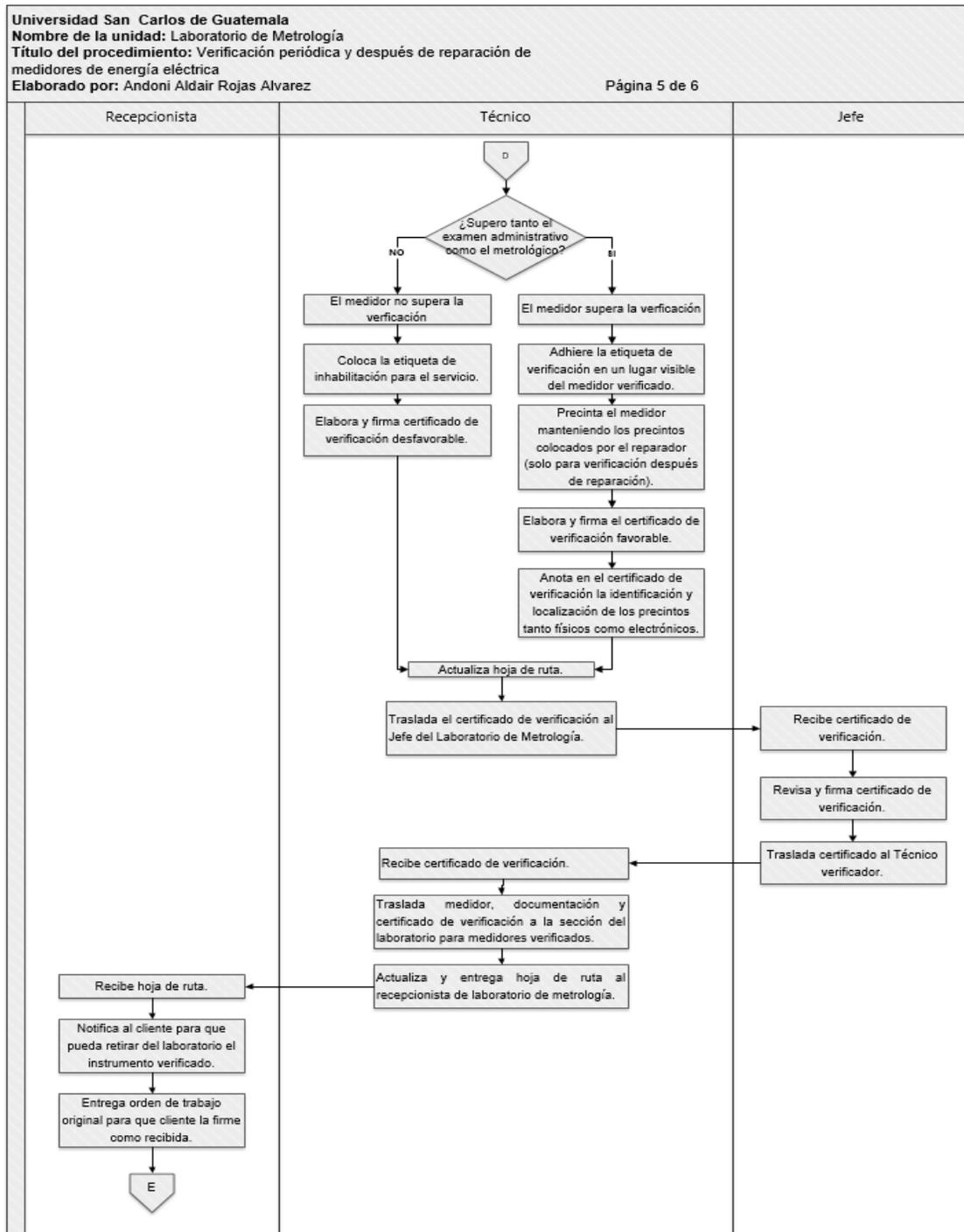
Continuación de la figura 18.



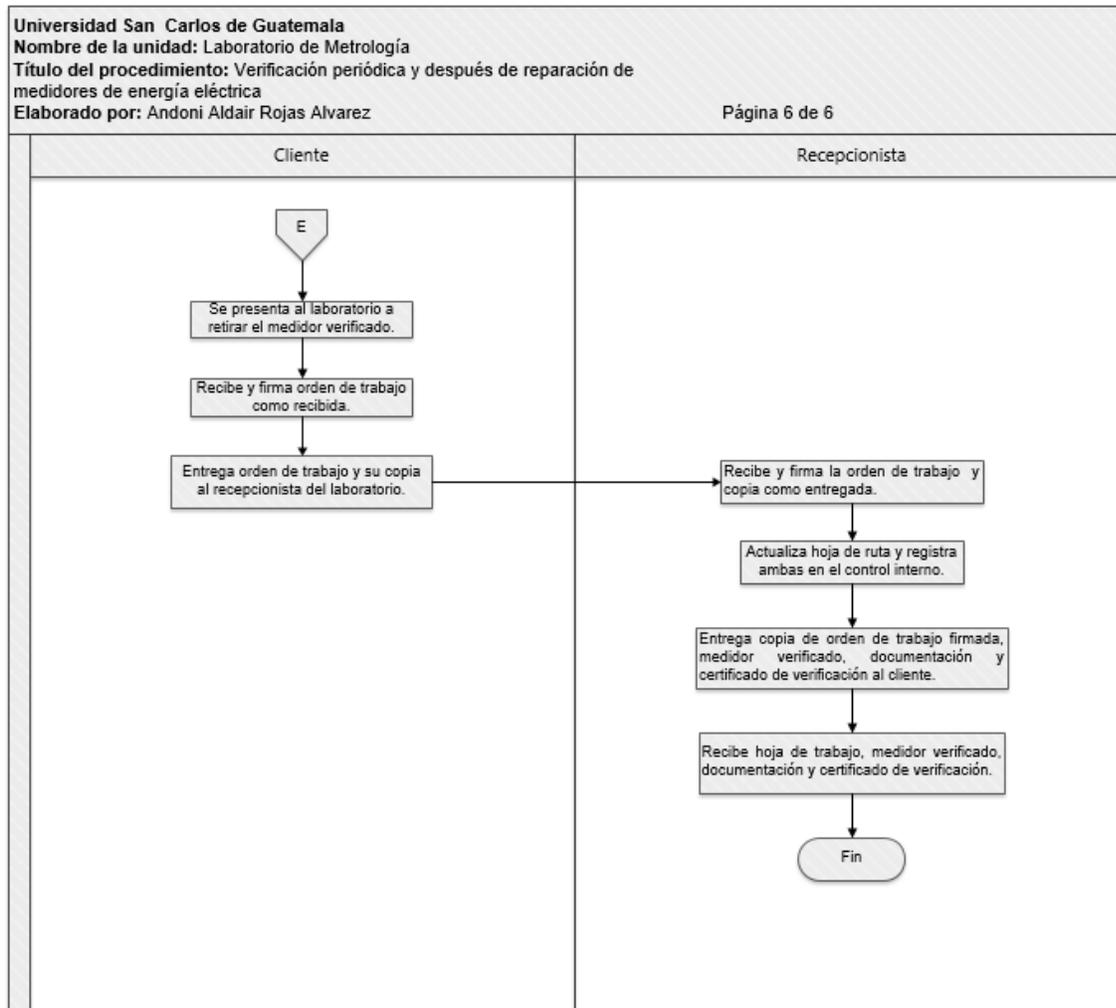
Continuación de la figura 18.



Continuación de la figura 18.



Continuación de la figura 18.



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

#### 4.1.2. Diseño del procedimiento para la calibración de medidores de energía eléctrica

Para el diseño del procedimiento para la calibración de medidores de energía eléctrica del laboratorio de metrología se utiliza como referencia el

procedimiento del Centro Español de Metrología “Procedimiento EL-005 para la Calibración de Medidores de Energía Eléctrica”.

#### **4.1.2.1. Procedimiento de calibración de medidores de energía eléctrica**

Se establecen los pasos para llevar a cabo la calibración de los medidores de energía eléctrica y la determinación de la incertidumbre de medición, además se incluye el flujograma para una mejor visualización.

##### **4.1.2.1.1. Objeto**

Establecer los pasos para realizar la calibración de medidores de energía eléctrica.

##### **4.1.2.1.2. Alcance**

Este procedimiento comprende la calibración de medidores de energía eléctrica a través de comparación con un patrón de medidor de energía eléctrica estáticos y electromecánicos de una fase dos hilos, una fase tres hilos, tres fases tres hilos y tres fases cuatro hilos de clases de exactitud 0.1, 0,2, 0,5,1 y 2.

##### **4.1.2.1.3. Referencias normativas**

- Procedimiento EL-005 para la calibración de medidores de energía eléctrica.

#### **4.1.2.1.4. Responsabilidades**

- Jefatura del Laboratorio de Metrología

Responsabilidad de que se cumpla lo establecido en este procedimiento.

- Técnico verificador.

Cumplir con este procedimiento.

Proponer cuando corresponda sobre desviaciones, modificaciones u oportunidades de mejora a este procedimiento.

Presentar de forma mensual o cuando se le solicite los registros generados por este procedimiento para su integración en el sistema de gestión.

#### **4.1.2.1.5. Formas**

- Solicitud de calibración
- Orden de trabajo de calibración
- Hoja de toma de datos de calibración
- Hoja de cálculo de incertidumbre
- Certificado de calibración

Tabla VII. **Procedimiento de calibración de medidores de energía eléctrica**

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>                  |  |                   |  |
|--|--|-------------------|--|
| <b>Título del procedimiento: Calibración de medidores de energía eléctrica</b> |  |                   |  |
| Hoja núm. 1 de 5   |  | Núm. de formas: 5 |  |
| Inicia:  |  | Termina:          |  |
| <b>Unidad</b>  | <b>Puesto responsable</b>                | <b>Paso núm.</b>  | <b>Actividad</b>   |
| Cliente  | Titular del medidor de energía eléctrica | 1                 | Descarga el documento solicitud de calibración de la página web del laboratorio de metrología. (Ver el apéndice 7).  |
|  |  | 2                 | Llena la solicitud de calibración.   |
|  |  | 3                 | Envía por medio de correo electrónico la solicitud de calibración.   |
| Laboratorio de Metrología del CII  | Recepcionista Laboratorio de Metrología  | 4                 | Recibe la solicitud.   |
|  |  | 5                 | Archiva la solicitud   |
|  |  | 6                 | Notifica al cliente para que genere la orden de pago en la página web y se presente a entregar el medidor, documentación y boleta pagada al laboratorio.   |
| Cliente  | Titular del medidor de energía eléctrica | 7                 | Genera la orden de pago y realiza el pago de la boleta.  |
|  |  | 8                 | Entrega al recepcionista del laboratorio lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El medidor de energía eléctrica.</li> <li>• Documentación técnica.</li> <li>• Boleta de pago realizado.</li> </ul> |
| Laboratorio de Metrología del CII  | Recepcionista Laboratorio de Metrología  | 9                 | Recibe el medidor y verifica que la documentación descrita en el paso anterior este completa.  |
|  |  | 10                | Verifica que el medidor esté identificado de forma permanente y unívoca con su marca, modelo y número de serie;  |

Continuación de la tabla VII.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>           |  | Hoja núm. 2 de 5   |   |
|---|--|--|---|
| Título del procedimiento: Calibración de medidores de energía eléctrica |  |  |   |
| Laboratorio de Metrología del CII                                       | Recepcionista Laboratorio de Metrología  | 11   | Si no lo estuviera se le asignará un número único de identificación interno que se colocará al instrumento para que los resultados de las calibraciones presente y posteriores sean asignados al mismo. |
|   |  | 12   | Elabora y firma orden de trabajo como recibido. (Ver apéndice 8).   |
|   |  | 13   | Entrega orden de trabajo y copia a cliente para que la firme.   |
| Cliente   | Titular del medidor de energía eléctrica | 14   | Recibe y firma como entregado orden de trabajo y copia.   |
|   |  | 15   | Entrega orden de trabajo original al recepcionista del laboratorio.   |
| Laboratorio de Metrología del CII                                       | Recepcionista Laboratorio de Metrología  | 16   | Recibe orden de trabajo.  |
|   |  | 17   | Archiva orden de trabajo y boleta de pago.  |
|   |  | 18   | Elabora hoja de ruta que acompaña al medidor durante toda la calibración.   |
|   |  | 19   | Traslada el medidor a la sección de almacenamiento del laboratorio mientras espera su turno para la calibración.  |
|   |  | 20   | Asigna la calibración a un Técnico.   |
|   | 21                                       | Notifica al técnico asignado para que realice la calibración.                                      |   |
|   | Técnico                                  | 22   | Traslada el medidor a la mesa de calibración y actualiza la hoja de ruta.   |
| 23  |  | Registra la hora de inicio y la temperatura inicial en la hoja de toma de datos. (Ver apéndice 9). |   |

Continuación de la tabla VII.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>           |         | Hoja núm. 3 de 5 |   |
|---|---------|------------------|---|
| Título del procedimiento: Calibración de medidores de energía eléctrica |         |                  |   |
| Laboratorio de Metrología del CII                                       | Técnico | 24               | <p>Verifica que el medidor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene los bornes marcados para su identificación y si es un medidor trifásico posee esquema de conexionado impreso en la carcasa.</li> <li>• Posee manual.</li> </ul>  |
|   |         | 25               | <p>Inicia la calibración y coloca el medidor en el medio de ensayo según corresponda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANSI: Conecta el medidor a través del adaptador para medidores tipo Socket QCD.</li> <li>• OIML: Desmonta el adaptador Socket QCD y coloca el medidor en su lugar.</li> </ul>  |
|   |         | 26               | <p>Realiza las conexiones de las fuentes generadoras de tensión y corriente eléctrica según el diagrama de conexionado de medidores de energía eléctrica correspondiente a la forma del medidor según el manual del equipo de verificación de medidores de energía eléctrica.</p>   |
|   |         | 27               | <p>Ajusta la cabeza lectora de pulsos frente al emisor led del medidor.</p>   |
|   |         | 28               | <p>Enciende el medio de ensayo y la computadora, abre el software Calsoft y configura los puntos de carga en función de los solicitados por el propietario del medidor a calibrar. Si el propietario no especificó los puntos estos se eligen de manera que cubra todos sus valores de tensión e intensidad nominal y con distintos factores de potencia.</p> |

Continuación de la tabla VII.

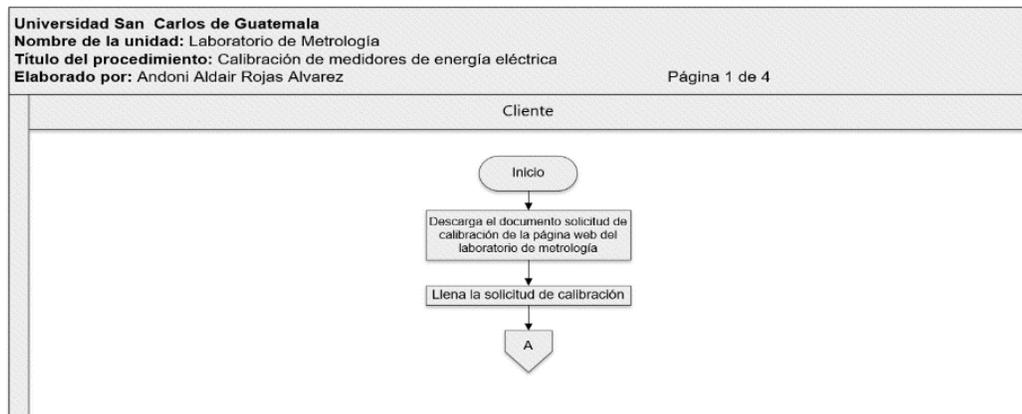
| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>           |   | Hoja núm. 4 de 5   |   |
|---|---|--|---|
| Título del procedimiento: Calibración de medidores de energía eléctrica |   |  |   |
| Laboratorio de Metrología del CII                                       | Técnico                                 | 29   | Ejecuta el ensayo en los puntos de carga indicados en el paso anterior y registra el resultado en el formato hoja de toma de datos. |
|   |   | 30   | Realiza las mediciones del paso anterior 10 veces por cada punto.   |
|   |   | 31   | Registra la hora de finalización y la temperatura final en la hoja de toma de datos.  |
|   |   | 32   | Ingresa los datos registrados en la hoja de cálculo incertidumbre. (Ver apéndice 10).   |
|   |   | 33   | Traslada los resultados de incertidumbre de la Hoja de cálculo al formato Certificado de calibración. (Ver apéndice 11)             |
|   |   | 34   | Elabora y firma el certificado de calibración.  |
|   |   | 35   | Actualiza hoja de ruta.   |
|   | Jefe del laboratorio                    | 36   | Traslada el certificado de calibración al Jefe del Laboratorio de Metrología.   |
|   |   | 37   | Recibe certificado de calibración.  |
|   |   | 38   | Revisa y firma certificado de calibración.  |
|   | Técnico                                 | 39   | Traslada certificado al Técnico.  |
|   |   | 40   | Recibe certificado de calibración.  |
|   |   | 41   | Traslada medidor, documentación y certificado de calibración a la sección del laboratorio para medidores calibrados.                |
|   | Recepcionista Laboratorio de Metrología | 42   | Actualiza y entrega hoja de ruta al recepcionista de laboratorio de metrología.   |
| 43  |   | Recibe hoja de ruta.   |   |
| 44  |   | Notifica al cliente para que pueda retirar del laboratorio el instrumento calibrado. |   |

Continuación de la tabla VII.

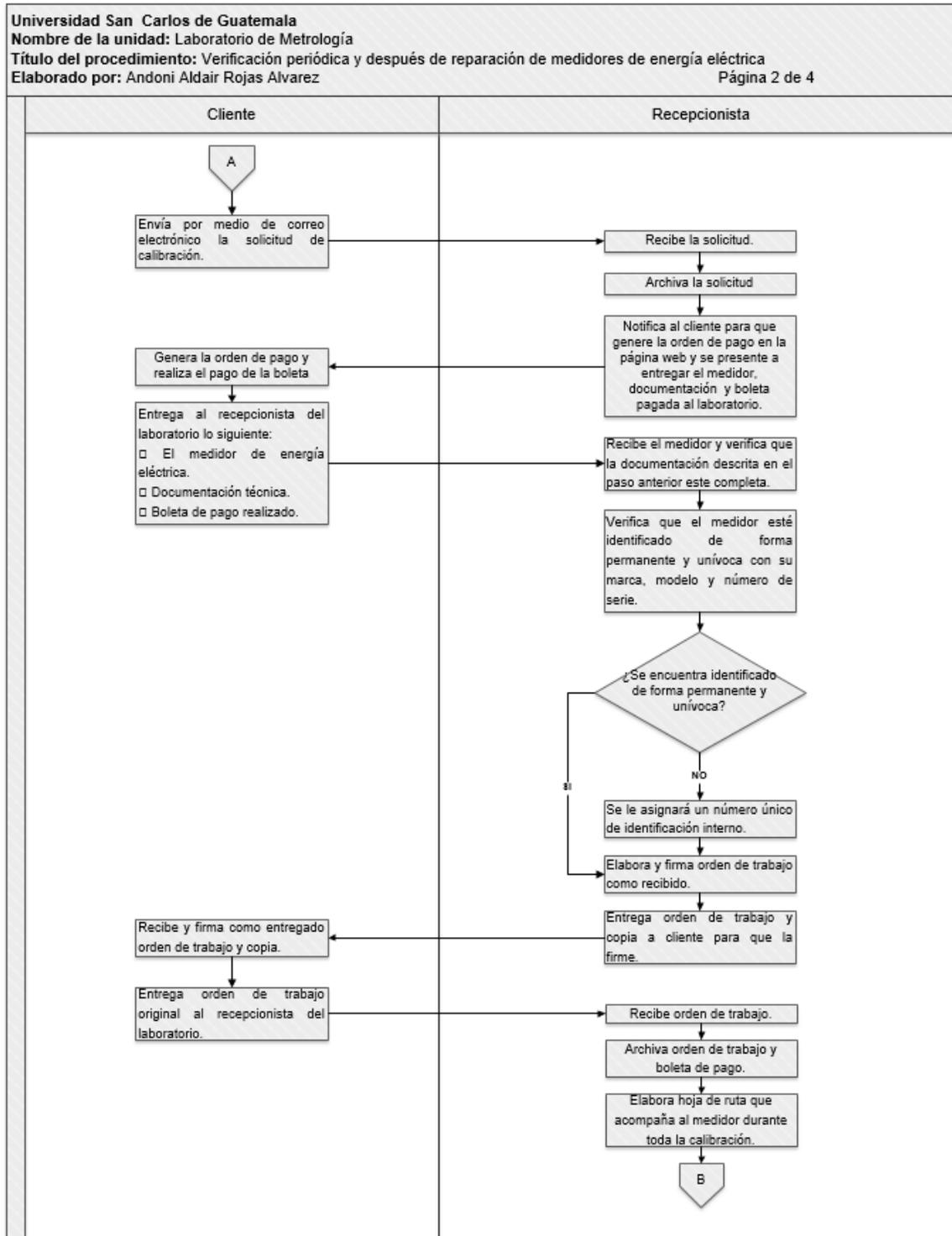
| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>           |  | Hoja núm. 6 de 6 |   |
|---|--|------------------|---|
| Título del procedimiento: Calibración de medidores de energía eléctrica |  |                  |   |
| Laboratorio de Metrología del CII                                       | Recepcionista Laboratorio de Metrología  | 45               | Entrega orden de trabajo original para que cliente la firme como recibida.  |
| Cliente   | Titular del medidor de energía eléctrica | 46               | Se presenta al laboratorio a retirar el medidor calibrado.  |
|   |  | 47               | Recibe y firma orden de trabajo como recibida.  |
|   |  | 48               | Entrega orden de trabajo y su copia al recepcionista del laboratorio.   |
| Laboratorio de Metrología del CII                                       | Recepcionista Laboratorio de Metrología  | 49               | Recibe y firma la orden de trabajo y copia como entregada.  |
|   |  | 50               | Actualiza hoja de ruta y registra ambas en el control interno.  |
|   |  | 51               | Entrega copia de orden de trabajo firmada, medidor verificado, documentación y certificado de calibración al cliente. |
| Cliente   | Titular del medidor de energía eléctrica | 52               | Recibe hoja de trabajo, medidor calibrado, documentación y certificado de calibración.                                |

Fuente: elaboración propia.

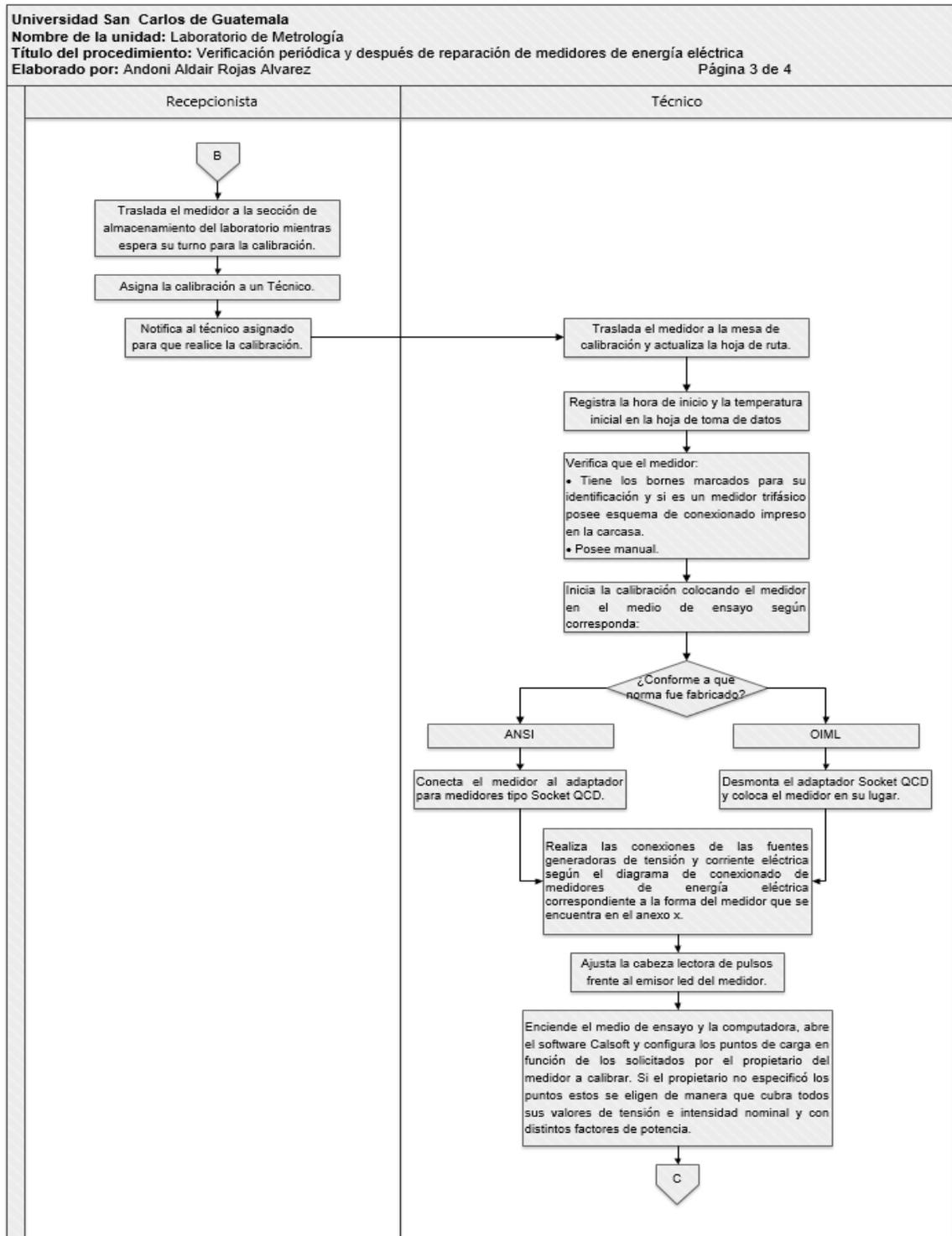
Figura 19. **Flujograma para calibración de medidores de energía eléctrica**



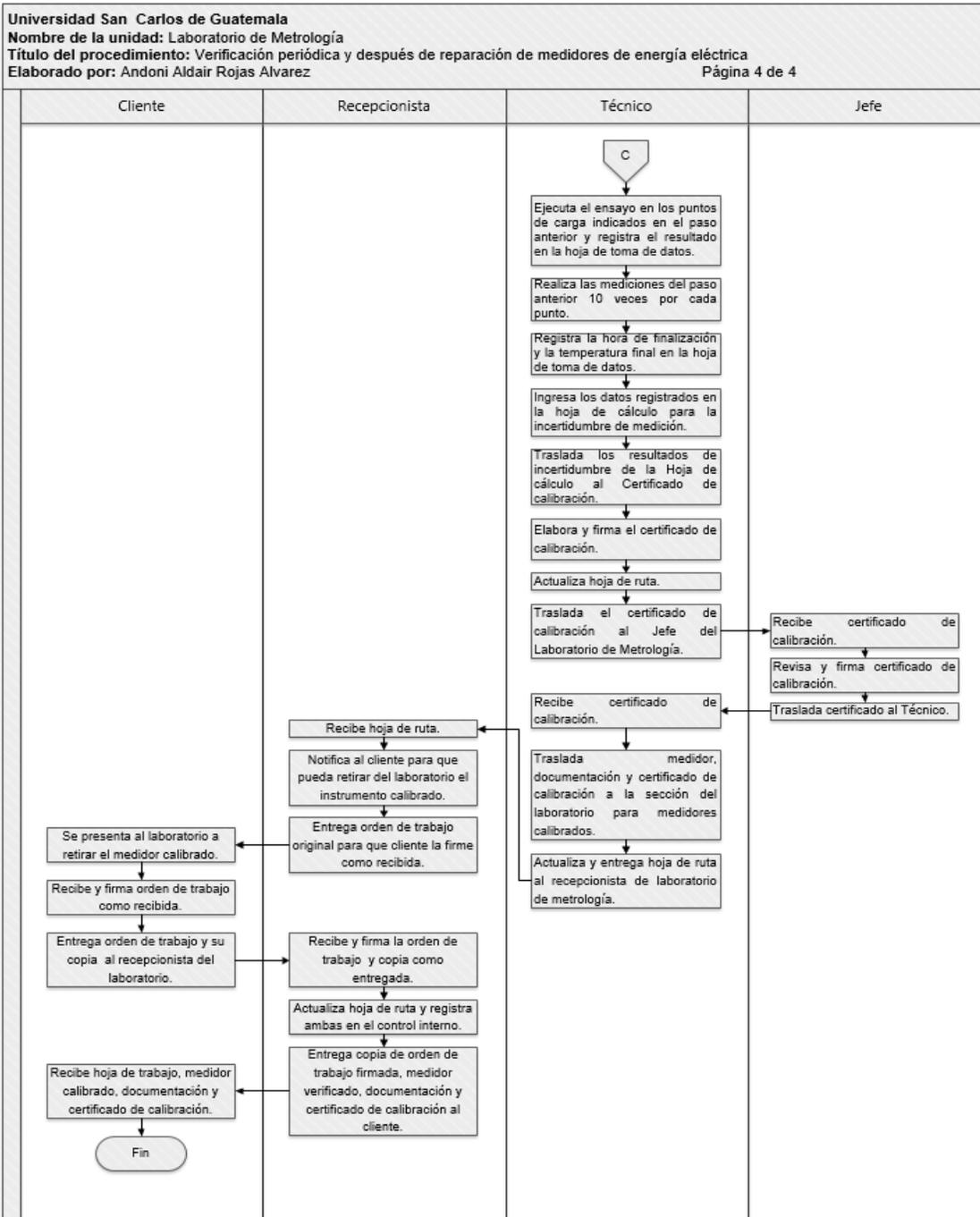
Continuación de la figura 19.



Continuación de la figura 19.



Continuación de la figura 19.



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

### **4.1.3. Diseño del procedimiento para el muestreo de lote de medidores de energía eléctrica**

Para el diseño del procedimiento para el muestreo de lote de medidores de energía eléctrica del laboratorio de metrología del CIII se utiliza como referencia una guía de la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML).

#### **4.1.3.1. Procedimiento de muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica**

Se establecen los pasos para llevar a cabo la verificación a través del muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica además se incluye el flujograma para una mejor visualización.

##### **4.1.3.1.1. Objeto**

Establecer los pasos para realizar el muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica.

##### **4.1.3.1.2. Alcance**

Este procedimiento comprende el muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica a través de los criterios para la formación y delimitación de lotes, selección y tratamiento de muestras, inspección de las muestras, planes de muestreo y resultados de ensayos.

#### **4.1.3.1.3. Referencias normativas**

- Guía OIML G 20 Vigilancia de medidores domiciliarios en servicio sobre la base de inspecciones de muestra. Edición 2017.

#### **4.1.3.1.4. Responsabilidades**

- Jefatura del Laboratorio de Metrología  
Responsabilidad de que se cumpla lo establecido en este procedimiento.
- Técnico verificador.

Cumplir con este procedimiento.

Proponer cuando corresponda sobre desviaciones, modificaciones u oportunidades de mejora a este procedimiento.

Presentar de forma mensual o cuando se le solicite los registros generados por este procedimiento para su integración en el sistema de gestión.

#### **4.1.3.1.5. Formas**

- Solicitud de verificación de lote de medidores
- Orden de trabajo de verificación de lote
- Hoja de características de muestra
- Hoja de toma de datos de verificación de muestra

- Certificado de verificación de lote

Tabla VIII. **Procedimiento de muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica**

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>                 |   |                   |  |
|---|---|-------------------|--|
| Título del procedimiento: Muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica |   |                   |  |
| Hoja núm. 1 de 11   |   | Núm. de formas: 3 |  |
| Inicia:   |   | Termina:          |  |
| <b>Unidad</b>   | <b>Puesto responsable</b>   | <b>Paso núm.</b>  | <b>Actividad</b>   |
| Cliente   | Representante de la entidad legalmente responsable de los medidores | 1                 | Descarga el documento solicitud de verificación de lote de medidores de la página web del laboratorio de metrología. (Ver el apéndice 13).   |
|   |   | 2                 | Llena la solicitud de verificación de lote de medidores.   |
|   |   | 3                 | Envía por medio de correo electrónico la solicitud de verificación.  |
| Laboratorio de Metrología del CII   | Recepcionista Laboratorio de Metrología                             | 4                 | Recibe la solicitud.   |
|   |   | 5                 | Archiva la solicitud.  |
|   |   | 6                 | Notifica al cliente para que genere la orden de pago en la página web y acuerda con la entidad la fecha para la extracción de los medidores de la red, la fecha para la selección de las muestras aleatorias por parte del técnico del laboratorio de Metrología y la fecha de su entrega al laboratorio y el periodo entre la operación de extracción y la entrega. |

Continuación de la tabla VIII.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>                 |   | Hoja núm. 2 de 11 |  |
|---|---|-------------------|--|
| Título del procedimiento: Muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica |   |                   |  |
|   |   | 7                 | Genera la orden de pago y realiza el pago de la boleta   |
|   |   | 8                 | <p>Extrae los medidores del lugar donde se encuentran instalados en la fecha acordada para formar lotes tomando en cuenta que se cumplan los siguientes requisitos mínimos siempre y cuando las condiciones de operación de los medidores sean las mismas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mismo fabricante (incluidos otros fabricantes que tienen licencia para fabricar los mismos medidores).</li> <li>• Mismo tipo o modelo de medidor.</li> <li>• Mismo año de producción (no debe variar en más de un año).</li> <li>• Misma clase de exactitud.</li> <li>• Mismo número o marca de aprobación de tipo.</li> <li>• Misma fecha de verificación inicial o periódica.</li> <li>• Tensión nominal</li> <li>• Corriente de transición</li> <li>• Corriente máxima</li> <li>• Capacidad de transporte de corriente (relación corriente máxima/corriente básica) <math>\geq 4</math>.</li> <li>• Corriente nominal (Para medidores con transformador de instrumentación) – todos los valores según su norma.</li> <li>• Tarifa única o multi tarifa (medidores electromecánicos únicamente)</li> <li>• Frecuencia nominal</li> </ul> |
| Cliente   | Representante de la entidad legalmente responsable de los medidores |                   |  |

Continuación de la tabla VIII.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>                 |   | Hoja núm. 3 de 11 |  |
|---|---|-------------------|--|
| Título del procedimiento: Muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica |   |                   |  |
| Laboratorio de Metrología del CII   | Técnico del Laboratorio de Metrología       | 9                 | Se presenta a las instalaciones de la entidad legalmente responsable de los medidores en la fecha acordada para la selección de las muestras.  |
|   |   | 10                | Selecciona una muestra aleatoria de los medidores utilizando características como número serial del fabricante, número de cliente o propietario y mediante técnicas como tabla de números aleatorios o software asistido para computadora para la generación de números aleatorios. La cantidad de medidores de la muestra se selecciona con base en la tabla inspección de muestras. (Ver anexo 2). |
|   |   | 11                | Llena la hoja de características de la muestra con los datos de los medidores seleccionados y los que conforman el lote. (Ver apéndice 14).  |
|   |   | 12                | Entrega hoja de características de la muestra al recepcionista del laboratorio.  |
|   | Recepcionista del laboratorio de Metrología | 13                | Recibe hoja de características y archiva.  |
|   |   | 14                | Archiva hoja de características.   |
|   |   | 15                | Contacta al cliente para confirmar la fecha de recepción de los medidores de la muestra.   |

Continuación de la tabla VIII.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>                 |   | Hoja núm. 4 de 11 |   |
|---|---|-------------------|---|
| Título del procedimiento: Muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica |   |                   |   |
| Cliente   | Representante de la entidad legalmente responsable de los medidores | 16                | Se presenta a la recepción del laboratorio y entrega al recepcionista lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los medidores de la muestra.</li> <li>• Documentación técnica.</li> <li>• Boleta de pago realizado.</li> </ul> |
| Laboratorio de Metrología del CII   | Recepcionista del Laboratorio de Metrología                         | 17                | Recibe los medidores de la muestra y verifica que la documentación en el paso anterior este completa.   |
|   |   | 18                | Elabora y firma orden de trabajo como recibido. (Ver apéndice 15).  |
|   |   | 19                | Entrega orden de trabajo y copia al representante para que la firme.  |
| Cliente   | Representante de la entidad legalmente responsable de los medidores | 20                | Recibe y firma como entregado orden de trabajo y copia.   |
|   |   | 21                | Entrega orden de trabajo original al recepcionista del laboratorio.   |
| Laboratorio de Metrología del CII   | Recepcionista Laboratorio de Metrología                             | 22                | Recibe orden de trabajo.  |
|   |   | 23                | Registra orden de trabajo y boleta de pago en el control interno.   |
|   |   | 24                | Elabora hoja de ruta que acompaña a la muestra durante toda la verificación   |
|   |   | 25                | Traslada los medidores de la muestra a la sección de almacenamiento del laboratorio mientras espera su turno para la verificación.  |

Continuación de la tabla VIII.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>                 |   | Hoja núm. 5 de 11 |  |
|---|---|-------------------|--|
| Título del procedimiento: Muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica |   |                   |  |
| Laboratorio de Metrología del CII   | Recepcionista Laboratorio de Metrología | 26                | Asigna la verificación a un Técnico.   |
|   |   | 27                | Notifica al técnico asignado para que realice la verificación.   |
|   | Técnico                                 | 28                | Traslada un medidor a la vez de la muestra a la mesa de verificación y actualiza la hoja de ruta   |
|   | Técnico                                 | 29                | Registra la hora de inicio y la temperatura inicial en la hoja de toma de datos. (Ver el apéndice 16 y 17).  |
|   |   | 30                | Inicia el examen administrativo y verifica que el medidor: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es el mismo que indica el certificado de tipo y la documentación técnica.</li> <li>• Posee placa de características.</li> <li>• Tiene los marcados de conformidad.</li> <li>• No tiene los precintos alterados, tanto electrónicos como físicos.</li> <li>• Está en buena condición y no se encuentra dañado.</li> </ul> |
|   |   | 31                | Registra los resultados así como cualquier observación que surja en la hoja de toma de datos y finaliza el examen administrativo.  |

Continuación de la tabla VIII.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>                 |         | Hoja núm. 6 de 11 |  |
|---|---------|-------------------|--|
| Título del procedimiento: Muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica |         |                   |  |
| Laboratorio de Metrología del CII   | Técnico | 32                | El examen administrativo es superado si cumple con todos los requisitos del paso 30.   |
|   |         | 33                | Inicia la examen metrológico colocando el medidor en el medio de ensayo según corresponda: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANSI: A través del adaptador para medidores tipo Socket QCD.</li> <li>• OIML: Desmontando el adaptador Socket QCD y colocando el medidor en su lugar.</li> </ul> |
|   |         | 34                | Realiza las conexiones de las fuentes generadoras de tensión y corriente eléctrica según el diagrama de conexionado de medidores de energía eléctrica correspondiente a la forma del medidor según el manual del equipo de verificación de medidores de energía eléctrica.                           |
|   |         | 35                | Ajusta la cabeza lectora de pulsos frente al emisor led del medidor.   |

Continuación de la tabla VIII.

| Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII                        |         | Hoja núm. 7 de 11 |  |
|---|---------|-------------------|--|
| Título del procedimiento: Muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica |         |                   |  |
| Laboratorio de Metrología del CII   | Técnico | 36                | <p>Enciende el medio de ensayo y la computadora, abre el software Calsoft y configura según el manual del software los siguientes puntos de carga todos a tensión nominal y según corresponda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANSI: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Carga completa (FL): 100 % <math>\pm</math> 3 % de la corriente nominal (TA) y factor de potencia 1.</li> <li>○ Carga ligera (LL): 10 % <math>\pm</math> 3 % de la corriente nominal (TA) y factor de potencia 1.</li> <li>○ Factor de potencia (PF): 100 % <math>\pm</math> 3 % corriente nominal (TA) y factor de potencia 0,5 en atraso.</li> <li>○ Para medidores con transformadores de instrumentación se puede utilizar para carga completa ya sea el 100 % <math>\pm</math> 3 % de la corriente nominal (TA) o el 100 % <math>\pm</math> 3 % de la corriente nominal secundaria del transformador de corriente. El valor de carga ligera debe ser igual al 10 % del valor de carga completa seleccionado.</li> </ul> </li> <li>• OIML: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>I_{min}</math> y factor de potencia 1.</li> <li>○ <math>I_{tr}</math> y factor de potencia 1.</li> <li>○ <math>I_{tr}</math> y factor de potencia 0,5 en atraso.</li> <li>○ <math>10 I_{tr}</math> y factor de potencia 1.</li> <li>○ <math>10 I_{tr}</math> y factor de potencia 0,5 en atraso.</li> <li>○ <math>I_{max}</math> y factor de potencia 1.</li> <li>○ <math>I_{max}</math> y factor de potencia 0,5 inductivo.</li> </ul> </li> </ul> <p>Realizar para cada modo de conexión.</p> |

Continuación de la tabla VIII.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>                 |         | Hoja núm. 8 de 11 |  |
|---|---------|-------------------|--|
| Título del procedimiento: Muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica |         |                   |  |
| Laboratorio de Metrología del CII   | Técnico | 37                | Ejecuta la verificación en los puntos de carga indicados en el paso anterior.  |
|   |         | 38                | Registra los resultados indicados por el software, la hora de finalización y la temperatura final en la hoja de toma de datos y finaliza el examen metrológico.  |
|   |         | 39                | Determina que los errores de medición se encuentran dentro de los errores máximos permitidos, según corresponda: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANSI: Calcula el registro porcentual promedio (RPC) utilizando los errores registrados con la siguiente fórmula: <math display="block">RPC = \frac{4FL+2LL+PF}{7}</math> Si el RPC se encuentra entre el 98 % y el 102 % el examen metrológico es superado. </li> <li>OIML: Los errores registrados deben estar dentro de los errores máximos permitidos indicados en la tabla III.</li> </ul> |
|   |         | 40                | Si los errores están dentro de los errores máximos permitidos el examen metrológico es superado.   |
|   |         | 41                | Si tanto el examen administrativo como el examen metrológico son superados el medidor supera la verificación.  |
|   |         | 42                | Realiza la verificación descrita en los pasos 29 a 41 para cada medidor de la muestra.   |

Continuación de la tabla VIII.

| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>                 |                      | Hoja núm. 9 de 11 |  |
|---|----------------------|-------------------|--|
| Título del procedimiento: Muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica |                      |                   |  |
| Laboratorio de Metrología del CII   | Técnico              | 43                | Si el número de medidores de la muestra que supera la verificación es igual o menor al criterio de aceptación de lote en el anexo 2 el lote de medidores es aceptado.  |
|   |                      | 44                | Elabora y firma el certificado de verificación con los resultados de la verificación de la muestra y la información de cada medidor del lote que está aprobado. (Ver apéndice 18).                                   |
|   |                      | 45                | Si el número de medidores que no supera la verificación de la muestra es igual o mayor al criterio de rechazo de lote en el anexo 2 el lote de medidores es rechazado.   |
|   |                      | 46                | Elabora y firma certificado de verificación desfavorable que incluya los resultados de la verificación de la muestra y la información de cada medidor del lote que es rechazado y debe ser puesto fuera de servicio. |
|   |                      | 47                | Actualiza hoja de ruta.  |
|   |                      | 48                | Traslada el certificado de verificación al Jefe del Laboratorio de Metrología.   |
|   | Jefe del laboratorio | 49                | Recibe certificado de verificación.  |
|   |                      | 50                | Revisa y firma certificado de verificación.  |
|   |                      | 51                | Traslada certificado al Técnico.   |

Continuación de la tabla VIII.

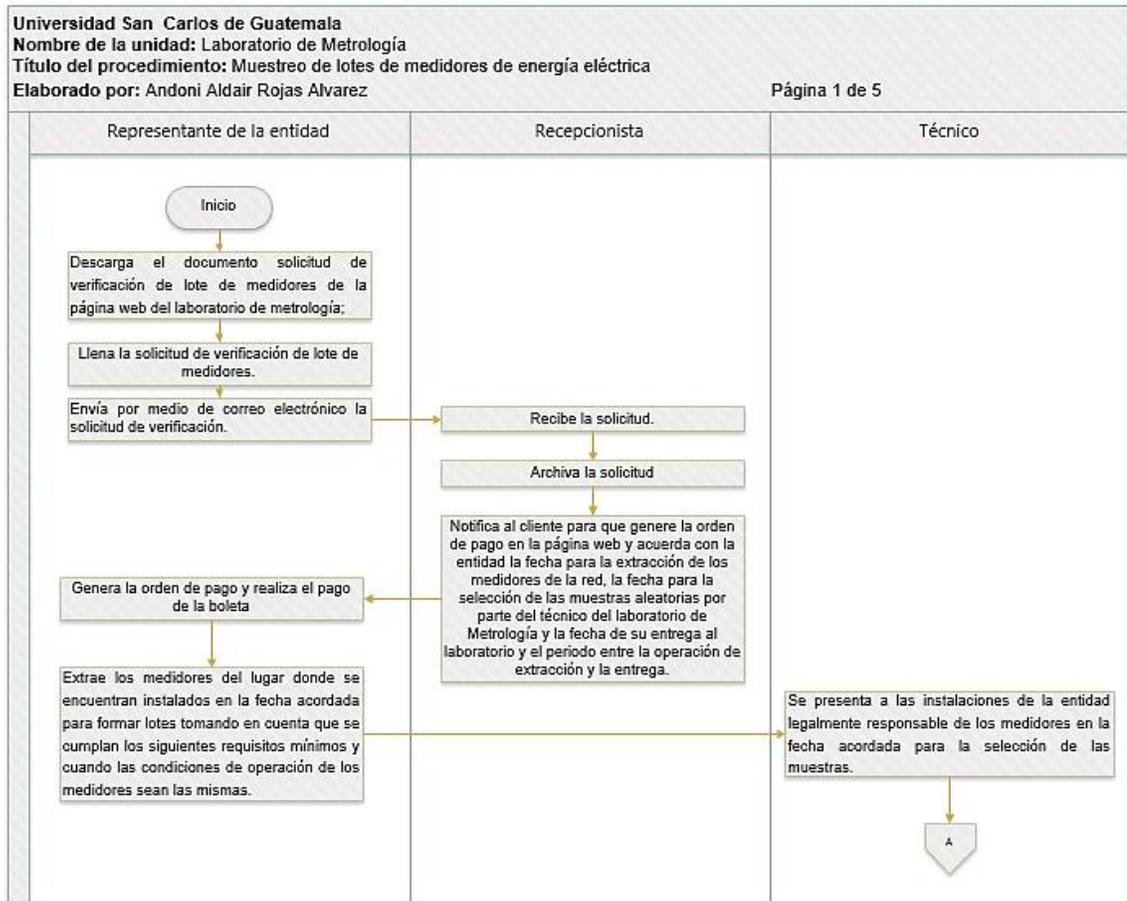
| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>                 |   | Hoja núm. 10 de 11 |  |
|---|---|--------------------|--|
| Título del procedimiento: Muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica |   |                    |  |
| Laboratorio de Metrología del CII   | Técnico   | 52                 | Recibe certificado de verificación.  |
|   |   | 53                 | Traslada medidores de la muestra, documentación y certificado de verificación a la sección del laboratorio para medidores verificados. |
|   |   | 54                 | Actualiza y entrega hoja de ruta al recepcionista de laboratorio de metrología.  |
|   | Recepcionista Laboratorio de Metrología                             | 55                 | Recibe hoja de ruta.   |
|   |   | 56                 | Notifica al cliente para que pueda retirar del laboratorio los medidores verificados.  |
|   |   | 57                 | Entrega orden de trabajo original para que cliente la firme como recibida.   |
| Cliente   | Representante de la entidad legalmente responsable de los medidores | 58                 | Se presenta al laboratorio a retirar los medidores verificados.  |
|   |   | 59                 | Recibe y firma orden de trabajo como recibida.   |
|   |   | 60                 | Entrega orden de trabajo y su copia al recepcionista del laboratorio.  |
| Laboratorio de Metrología del CII   | Recepcionista Laboratorio de Metrología                             | 61                 | Recibe y firma la orden de trabajo y copia como entregada.   |
|   |   | 62                 | Actualiza hoja de ruta y registra ambas en el control interno.   |
|   |   | 63                 | Entrega copia de orden de trabajo firmada, medidores verificados, documentación y certificado de verificación al representante.        |

Continuación de la tabla VIII.

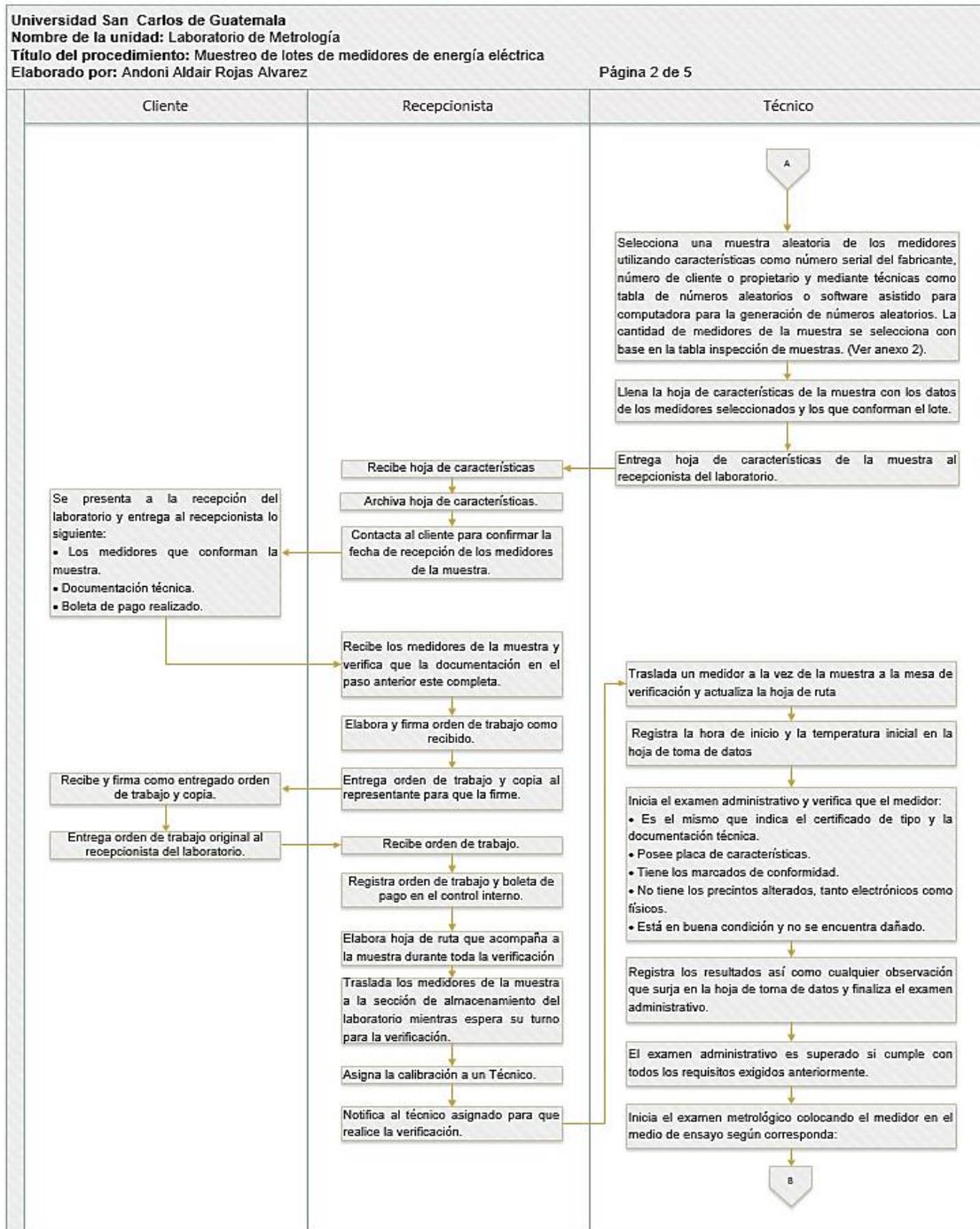
|  |   |                    |   |
|--|---|--------------------|---|
| <b>Nombre de la unidad: Laboratorio de Metrología del CII</b>                        |   | Hoja núm. 11 de 11 |   |
| <b>Título del procedimiento: Muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica</b> |   |                    |   |
| Cliente  | Representante de la entidad legalmente responsable de los medidores | 64                 | Recibe hoja de trabajo, medidores verificados, documentación y certificado de verificación. |

Fuente: elaboración propia.

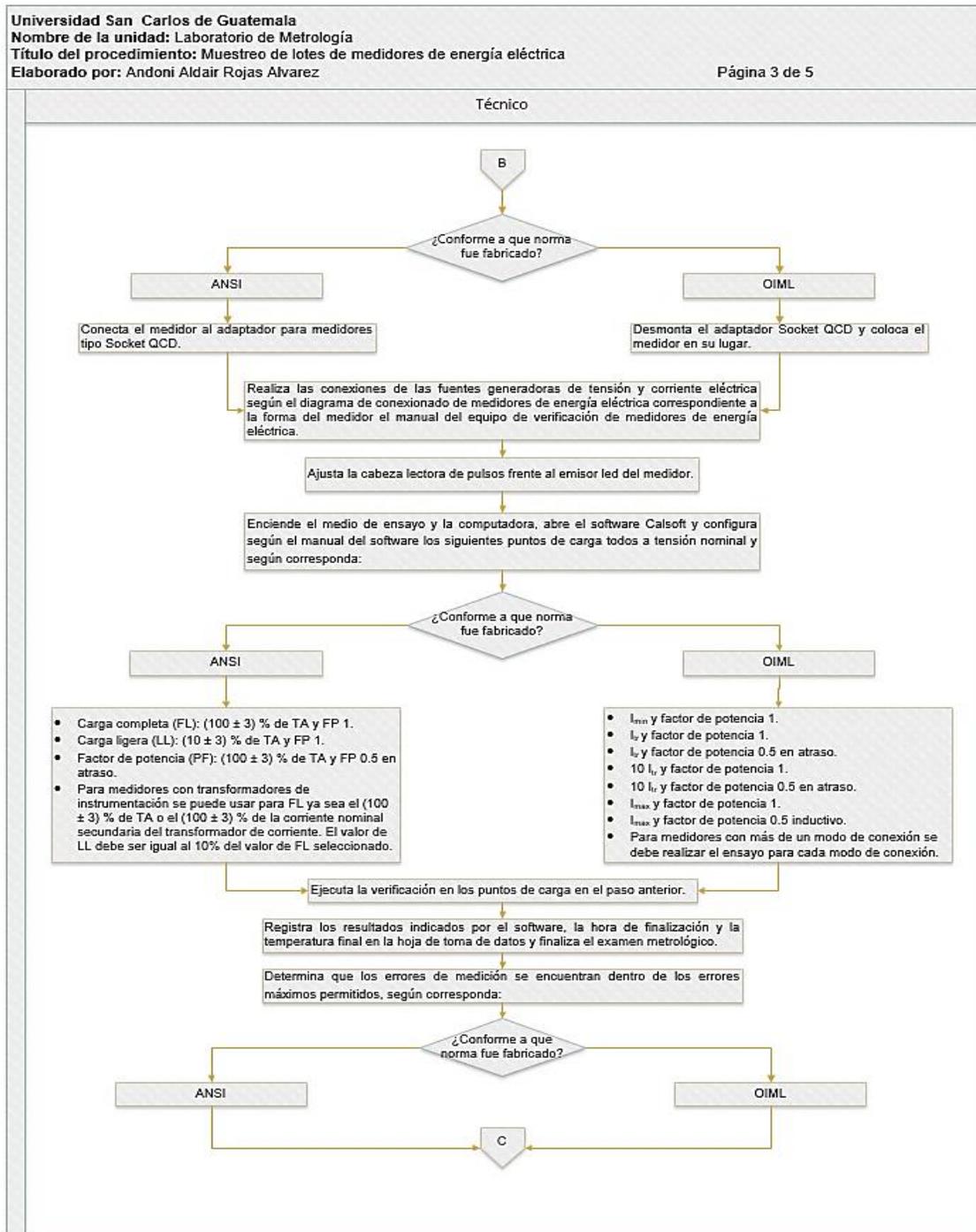
Figura 20. **Flujograma para muestreo de lotes de medidores de energía eléctrica**



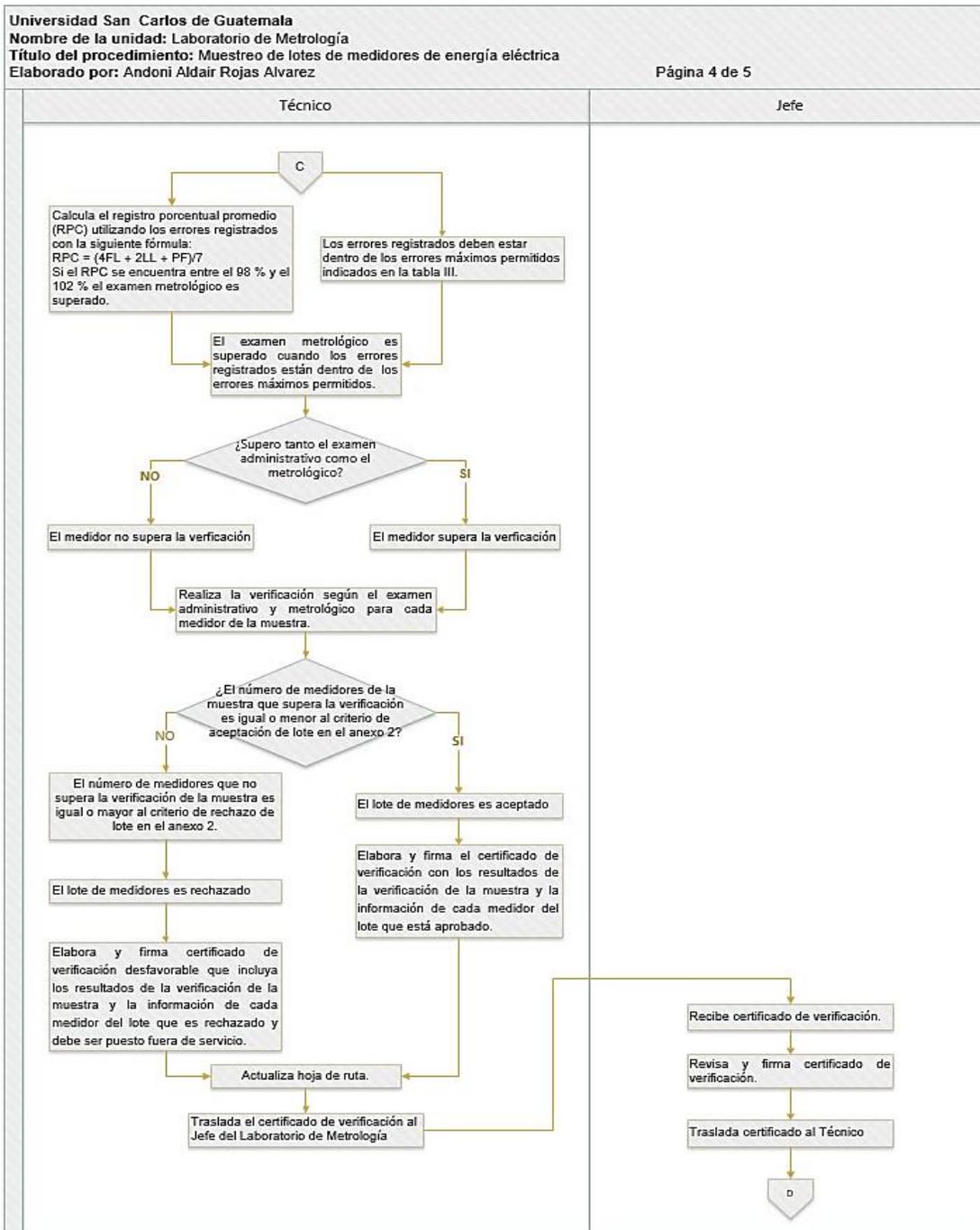
Continuación de la figura 20.



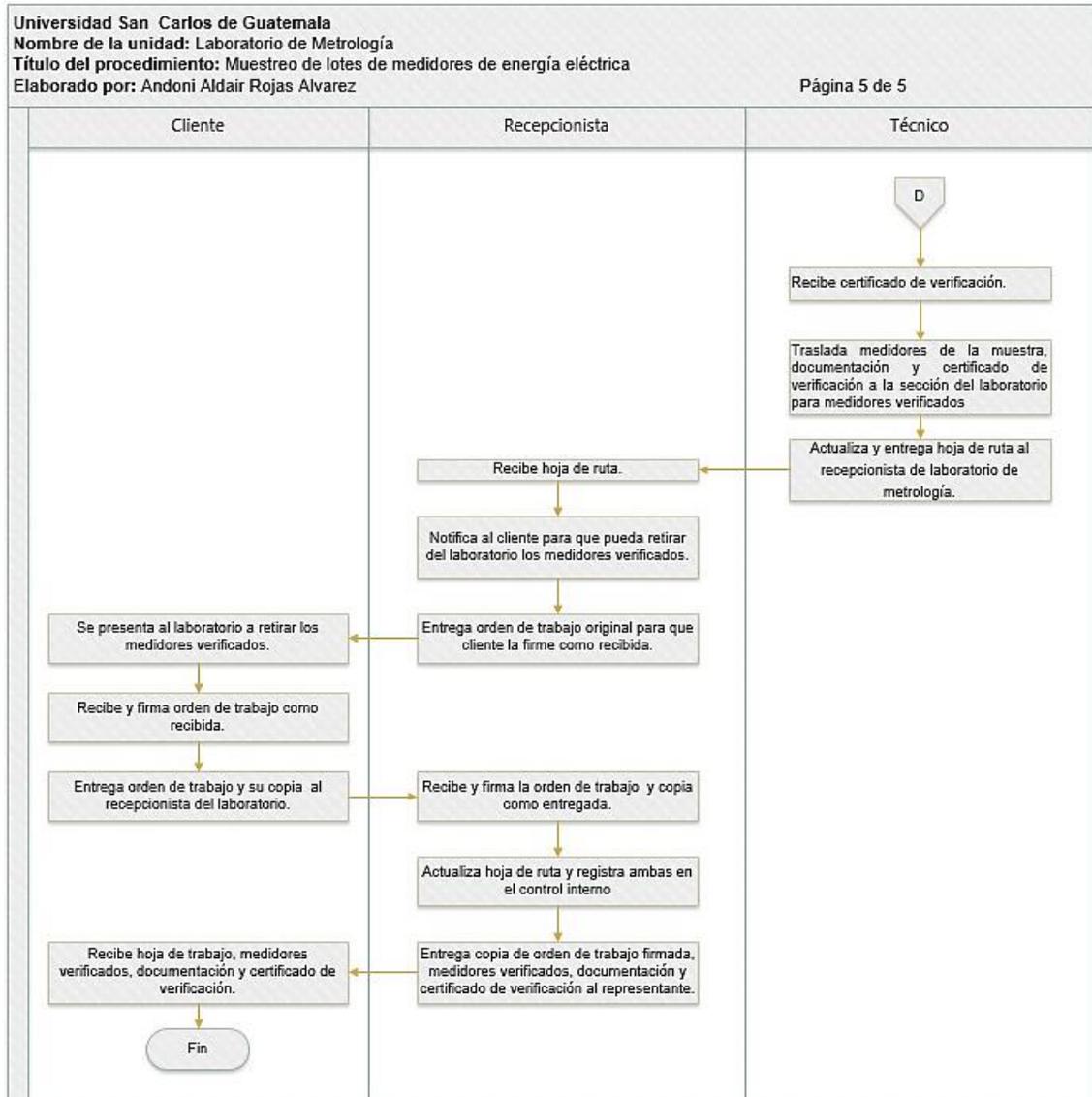
Continuación de la figura 20.



Continuación de la figura 20.



Continuación de la figura 20.



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.



## **5. ETAPA DE ASESORÍA, CAPACITACIÓN Y PRÉSTAMO DE SERVICIO PARA LA VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA ACTIVA**

### **5.1. Etapa de asesoría y capacitación en la verificación y calibración de medidores de energía eléctrica**

La asesoría y capacitación fue elaborada para el personal del Laboratorio de Metrología del CII de la FIUSAC.

#### **5.1.1. Plan de capacitación**

El plan de capacitación se desarrolla de la siguiente manera:

Objetivo: Capacitar al personal del laboratorio de metrología en la realización de la verificación de medidores de energía eléctrica (teórico - práctica), tomando como base el numeral 8 de la norma OIML R46, parte 2, Edición 2012.

- Recursos
  - Recurso humano
  - Epesista: Responsable de gestionar el equipo y la capacitación
  - Expositor: Experto del tema a desarrollar
  - Asistentes: Personal del laboratorio en recibir la información
  - Recursos físicos

Lugar de la capacitación: La capacitación será impartida de manera presencial en el auditorio y el laboratorio de medidores de energía eléctrica del CENAME.

- Materiales
  - Laptop
  - Proyector
  - Medidores de energía eléctrica
  - Equipo de verificación de medidores
  - Marcadores
  - Pizarrón
  - Hojas
  
- Contenido
  - Introducción a la capacitación de verificación y ensayos de medidores de energía.
  - Clasificación de los medidores de energía eléctrica (se debe contar con medidores de energía para realizar las pruebas tanto electromecánicas como estáticas).
  - Conceptos y definiciones enfocados a la metrología y medidores de energía.
  - Norma OIML R46 2:2012 Numeral 8, preparación del ítem de ensayo, condiciones ambientales, condiciones de referencia, ensayos y verificación de medidores de energía eléctrica.
  - Interpretación de los resultados obtenidos en las pruebas para la declaración de conformidad.

- Verificación y Ensayos de Medidores de Energía – Práctica en el Laboratorio de Calibración y Ensayos de CENAME (se debe contar con medidores de energía para realizar las pruebas tanto electromecánicas como estáticas).
- Introducción a la Norma IRAM 2414/2000.
- Interpretación de los Certificados de Calibración de los Equipos Probadores de Medidores de Energía.

Tabla IX. **Agenda de distribución horaria por sesión**

| Hor<br>a   | Día 1  | Día 2  | Día 3  | Día 4   | Día 5   |
|------------|--|--|--|---|---|
| 07 h<br>00 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de instructor, participantes e intereses.</li> <li>• Presentación del Curso.</li> <li>• Introducción a la capacitación de verificación y ensayos de medidores de energía.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Norma OIML R46 2:2012 Numeral 8, preparación del item de ensayo, condiciones ambientales, condiciones de referencia, ensayos y verificación de medidores de energía eléctrica.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación de los resultados obtenidos en las pruebas para la declaración de conformidad</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de Medidores de Energía – Práctica en el Laboratorio de Verificación de CENAME</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a la Norma IRAM 2414/2000.</li> </ul> |

Continuación de la tabla IX.

|               |  |  |   |   |   |
|---------------|--|--|---|---|---|
| 09<br>h<br>00 | Receso para descanso   |  |   |   |   |
| 09<br>h<br>15 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificación de los medidores de energía eléctrica</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Norma OIML R46 2:2012 Numeral 8, preparación del ítem de ensayo, condiciones ambientales, condiciones de referencia, ensayos y verificación de medidores de energía eléctrica.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Calibración de Medidores de Energía – Práctica en el Laboratorio de Verificación de CENAME</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Verificación de Medidores de Energía – Práctica en el Laboratorio de Verificación de CENAME</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Introducción a la Norma IRAM 2414/2000.</li> </ul>   |
| 12<br>h<br>00 | Almuerzo   |  |   |   |   |
| 13<br>h<br>00 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificación de los medidores de energía eléctrica</li> <li>Conceptos y definiciones enfocadas a la metrología y medidores de energía</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Norma OIML R46 2:2012 Numeral 8, preparación del ítem de ensayo, condiciones ambientales, condiciones de referencia, ensayos y verificación de medidores de energía eléctrica.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Verificación de Medidores de Energía – Práctica en el Laboratorio de Verificación de CENAME</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Introducción a la Norma IRAM 2414/2000.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Interpretación de los Certificados de Calibración de los Equipos Probadores de Medidores de Energía</li> </ul> |
| 15<br>h<br>00 | Fin de sesión del día  |  |   |   |   |

Fuente: elaboración propia.

### 5.1.2. Resultados de capacitación

- Fecha de realización: 05 de julio al 09 de julio de 2021
- Lugar: Laboratorio de verificación de medidores eléctricos del Centro Nacional de Metrología.
- Tema: Desarrollo e implementación de un plan de formación para el personal del Laboratorio de Metrología en competencias técnicas sobre metrología legal con enfoque en Medidores de Energía Eléctrica.
- Hora: 7:00 a 15:00.
- Participantes: Jefe del Laboratorio de Metrología del CII de la FIUSAC.
- Modalidad: Capacitación Presencial.
- Recursos utilizados: Banco de verificación de medidores, medidores de energía eléctrica, laptop, proyector.

Figura 21. **Día 1: Capacitación de competencias técnicas sobre metrología legal con enfoque en medidores de energía eléctrica**



Fuente: elaboración propia, Auditorium, Centro Nacional de Metrología.

Figura 22. **Día 2: Capacitación de competencias técnicas sobre metrología legal con enfoque en medidores de energía eléctrica**



Fuente: elaboración propia, Laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la USAC.

Figura 23. **Día 3: Capacitación de competencias técnicas sobre metrología legal con enfoque en medidores de energía eléctrica**



Fuente: elaboración propia, Laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la USAC.

Figura 24. **Día 4: Capacitación de competencias técnicas sobre metrología legal con enfoque en medidores de energía eléctrica**



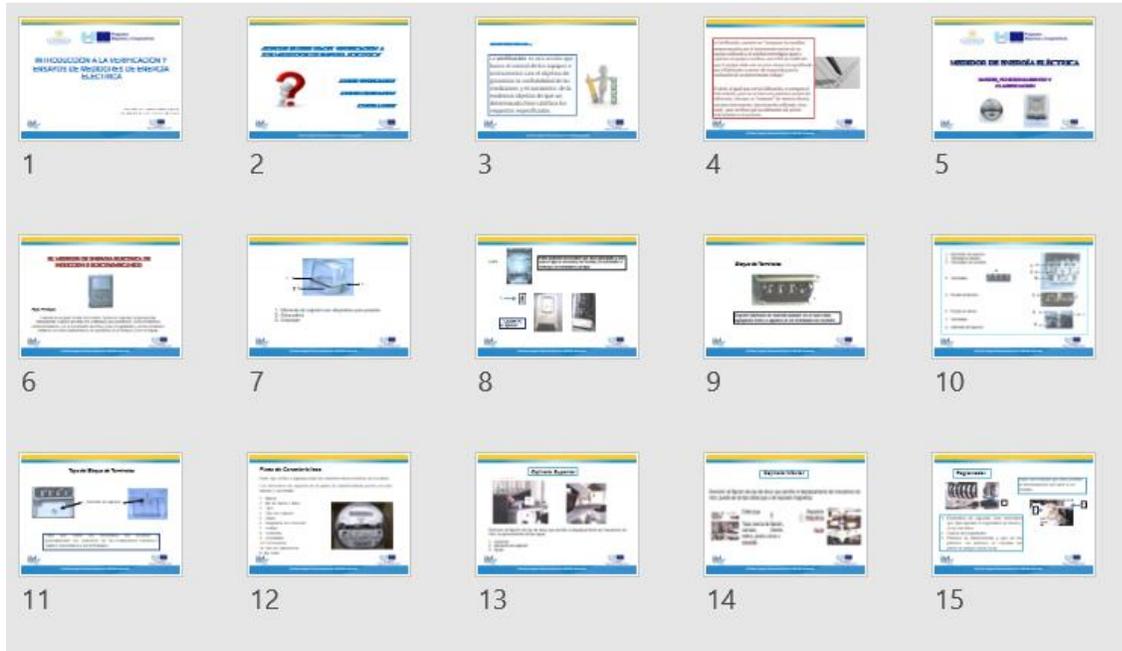
Fuente: elaboración propia, Laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la USAC.

Figura 25. **Día 5: Capacitación de competencias técnicas sobre metrología legal con enfoque en medidores de energía eléctrica**



Fuente: elaboración propia, Laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la USAC.

Figura 26. Presentación utilizada para el día 1

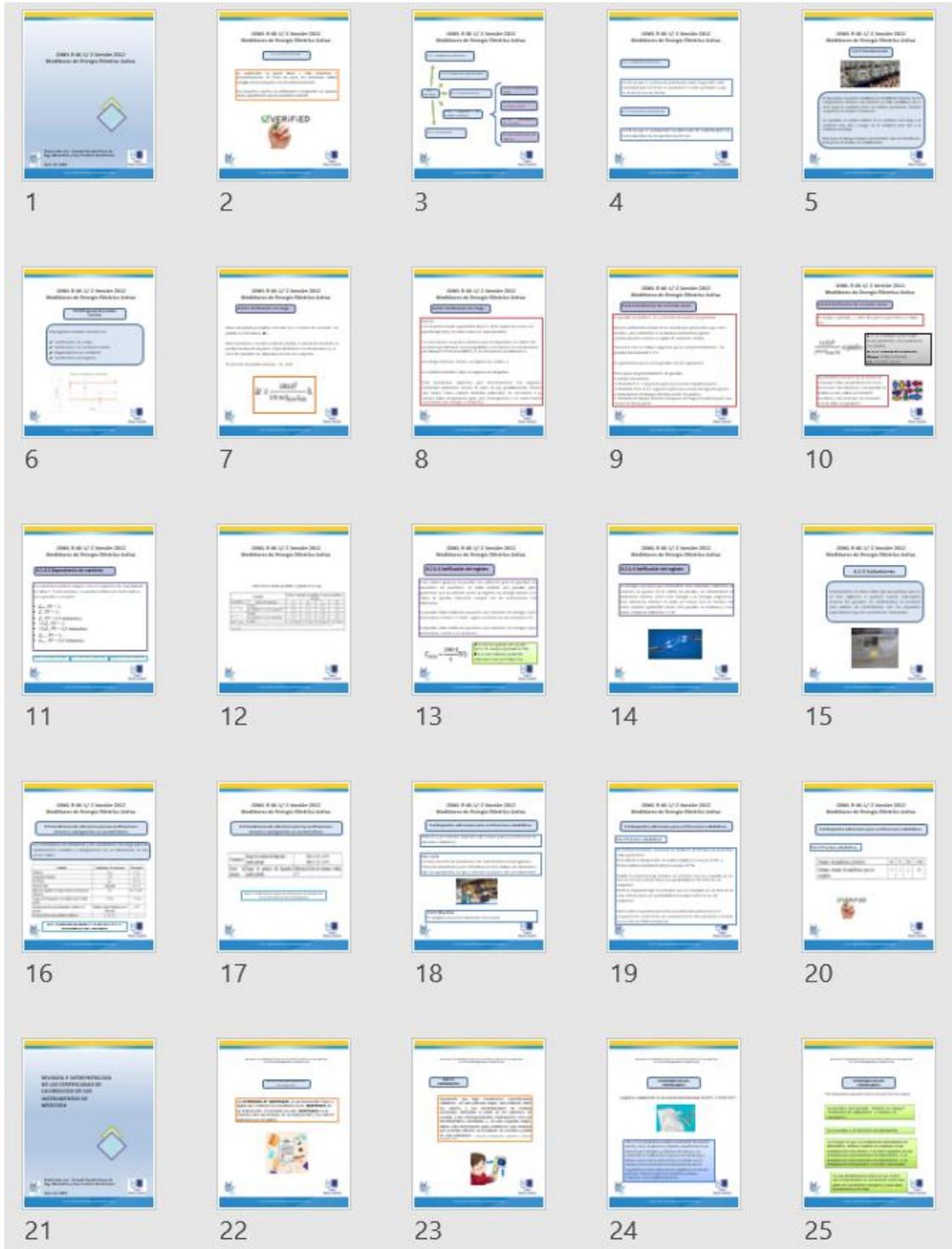


Continuación de la figura 26.

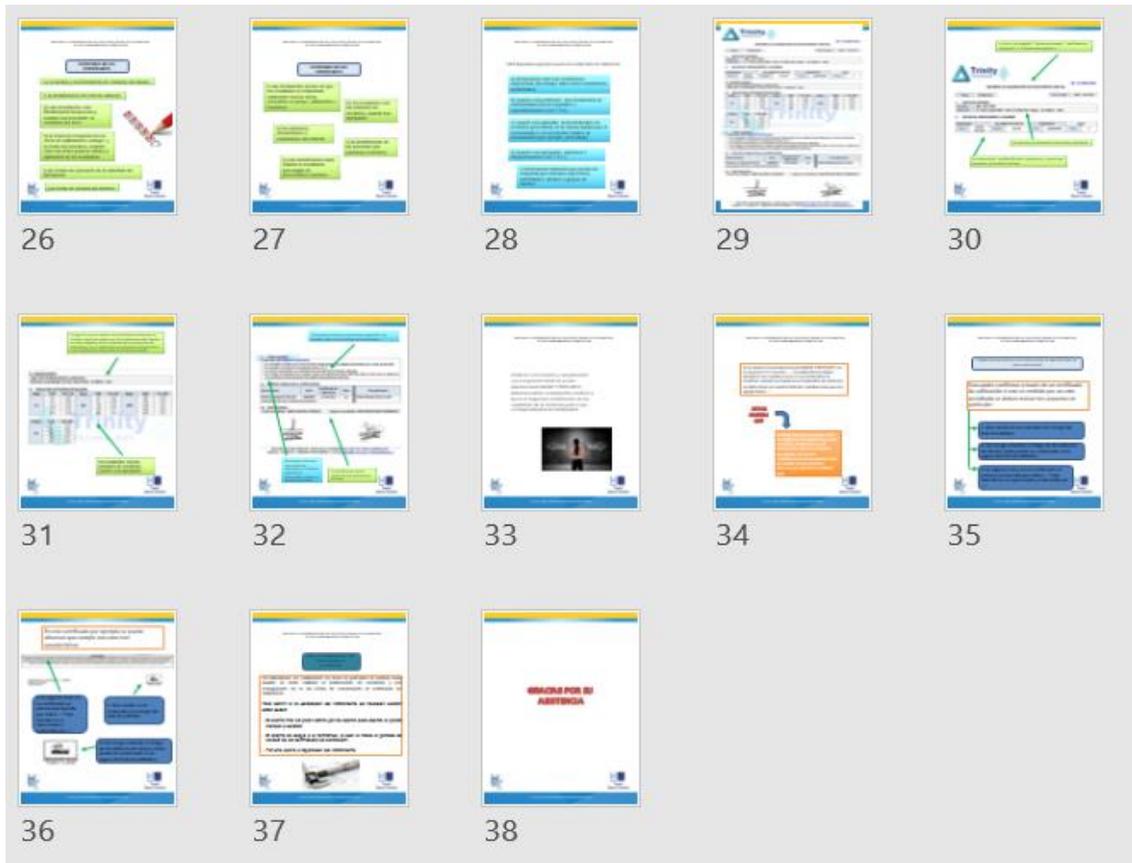


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 365.

Figura 27. Presentación utilizada para el día 2 y 3

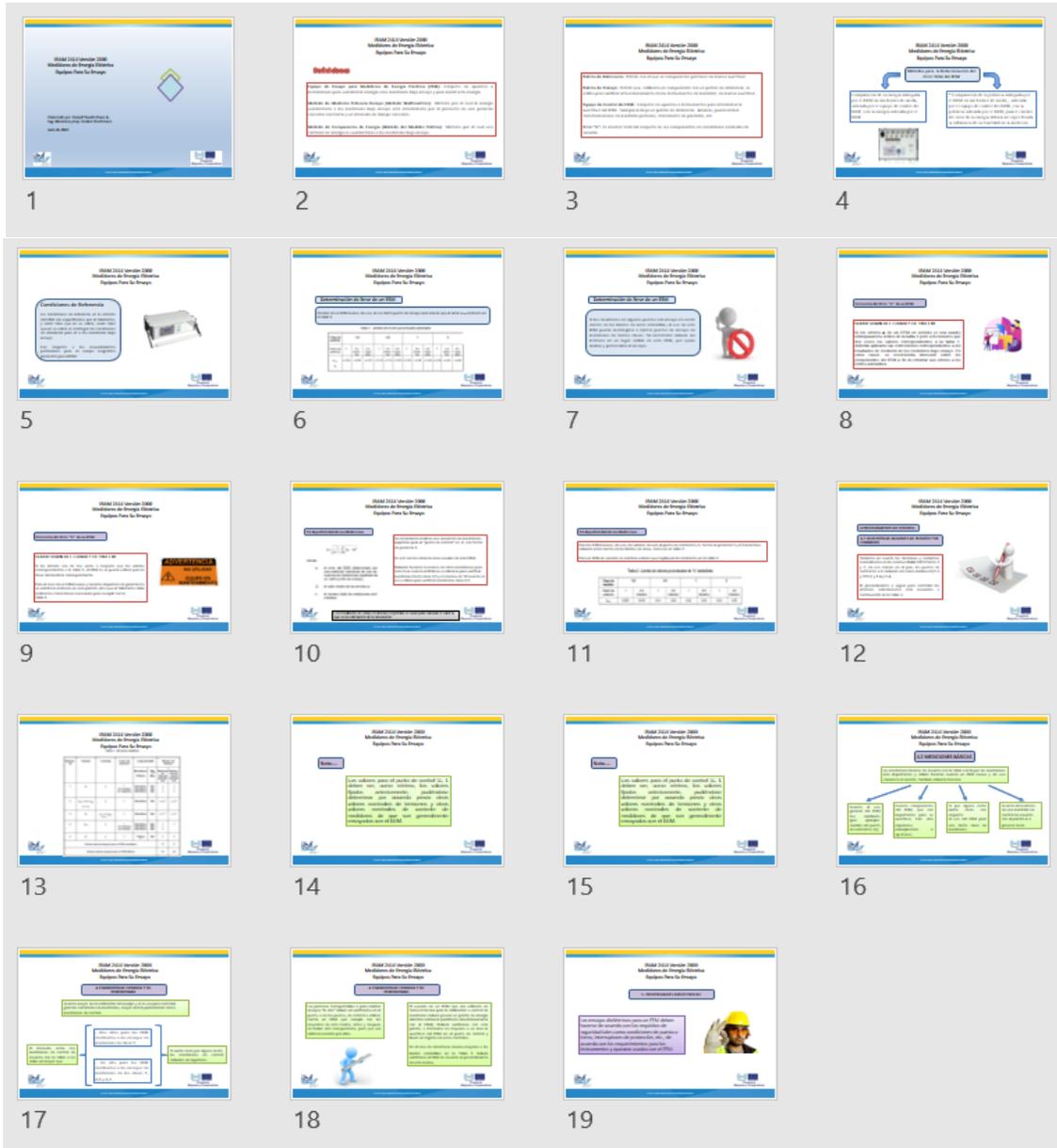


Continuación de la figura 27.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 365.

Figura 28. Presentación utilizada para el día 4 y 5



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 365.

## 5.2. Etapa de préstamo de servicio

La asesoría y capacitación fue impartida para que el personal del Laboratorio de Metrología del CII adquiriera las competencias necesarias para realizar las actividades de verificación y calibración de medidores de energía eléctrica.

### 5.2.1. Verificación de medidores de energía eléctrica clase 2, 1, 0.5 y 0.2

El laboratorio de Metrología tiene un stock de medidores de distintas clases de exactitud, marcas y tipos. En esta etapa se realizó la verificación de estos medidores implementando los procedimientos elaborados para verificación periódica de medidores de energía eléctrica.

La tabla X contiene los resultados de la verificación de un medidor de energía eléctrica tipo 1S, marca nansen, tipo AURIUM +, no. de serie 00000005.

Tabla X. Verificación de medidor 1S Nansen Aurium +

| Punto de ensayo            | Error (%) |
|----------------------------|-----------|
| Carga ligera FP 1 (LL)     | -0,2750   |
| Carga completa FP 1 (FL)   | -0,2700   |
| Carca completa FP 0,5 (PF) | -0,1340   |

Fuente: elaboración propia.

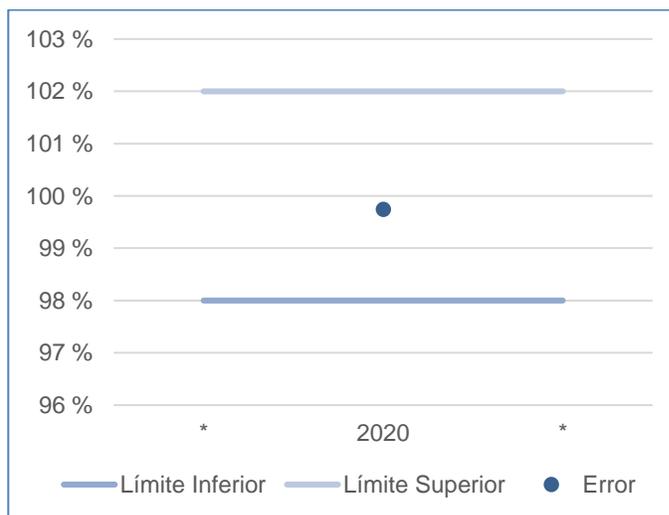
El cálculo del registro de porcentaje promedio (RPC), se detalla seguidamente:

$$RPC = \frac{4FL + 2LL + PF}{7} = \frac{4(-0,2700 \%) + 2(-0,2750 \%) + (-0,1340 \%)}{7}$$

$$RPC = -0,2520 \%$$

Al restar el valor de RPC al 100 % da como resultado 99,7480 % y se determinó que se encuentra dentro del 98 % y 102 % que es el rango permitido que indica la norma COGUANOR NTG ANSI C12.1 por lo tanto el medidor superó la verificación. En la figura 28 se presenta gráficamente el registro de porcentaje promedio y como este se encuentra dentro de la tolerancia.

Figura 29. **Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 1S Nansen Aurium +**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XI contiene los resultados de la verificación de un medidor de energía eléctrica forma 2S, marca nansen, tipo AURIUM +, no. de serie 00000007.

Tabla XI. Verificación de medidor 2S Nansen Aurium +

| Punto de ensayo            | Error (%) |
|----------------------------|-----------|
| Carga ligera FP 1 (LL)     | 0,2350    |
| Carga completa FP 1 (FL)   | 0,2150    |
| Carca completa FP 0,5 (PF) | 0,0530    |

Fuente: elaboración propia.

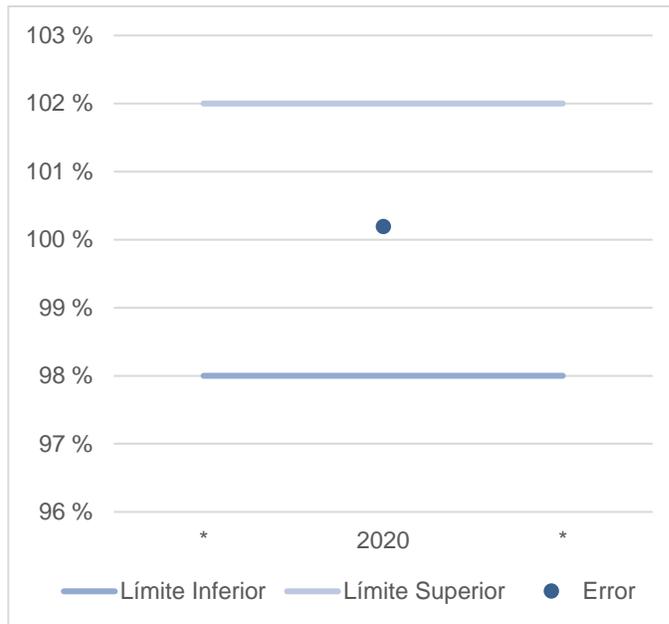
Se detalla el cálculo del registro de porcentaje promedio (RPC):

$$RPC = \frac{4FL + 2LL + PF}{7} = \frac{4(0,2150 \%) + 2(0,2350 \%) + (0,0530 \%)}{7}$$

$$RPC = 0,1976 \%$$

Al restar el valor de RPC al 100 % da como resultado 100,1976 % y se determinó que se encuentra dentro del 98 % y 102 % que es el rango permitido que indica la norma COGUANOR NTG ANSI C12.1 por lo tanto el medidor superó la verificación. En la figura 29 se presenta gráficamente el registro de porcentaje promedio y como este se encuentra dentro de la tolerancia.

Figura 30. **Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 2S  
Nansen Aurium +**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XII contiene los resultados de la verificación de un medidor de energía eléctrica forma 2S, marca nansen, tipo M-2S, no. de serie 4840379.

Tabla XII. **Verificación de medidor 2S Nansen M-2S**

| <b>Punto de ensayo</b>     | <b>Error (%)</b> |
|----------------------------|------------------|
| Carga ligera FP 1 (LL)     | 0,2210           |
| Carga completa FP 1 (FL)   | -0,0090          |
| Carca completa FP 0,5 (PF) | -0,4850          |

Fuente: elaboración propia.

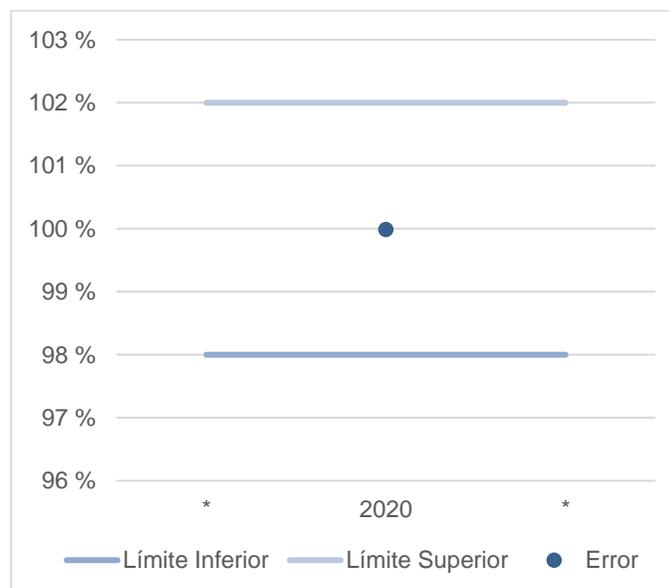
Se detalla el cálculo del registro de porcentaje promedio (RPC):

$$RPC = \frac{4FL + 2LL + PF}{7} = \frac{4(-0,0090 \%) + 2(0,2210 \%) + (-0,4850 \%)}{7}$$
$$RPC = -0,0113 \%$$

Al restar el valor de RPC al 100 % da como resultado 99.9887 % y se determinó que se encuentra dentro del 98 % y 102 % que es el rango permitido que indica la norma COGUANOR NTG ANSI C12.1 por lo tanto el medidor superó la verificación.

En la figura 30 se presenta gráficamente el registro de porcentaje promedio y como este se encuentra dentro de la tolerancia.

Figura 31. **Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 2S nansen M-2S**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XIII contiene los resultados de la verificación de un medidor de energía eléctrica forma 2S, marca Sangamo, tipo C2S, no. de serie 5608651.

Tabla XIII. **Verificación de medidor 2S Sangamo C2S**

| <b>Punto de ensayo</b>     | <b>Error (%)</b> |
|----------------------------|------------------|
| Carga ligera FP 1 (LL)     | 9,4570           |
| Carga completa FP 1 (FL)   | 0,3940           |
| Carca completa FP 0,5 (PF) | 1,0250           |

Fuente: elaboración propia.

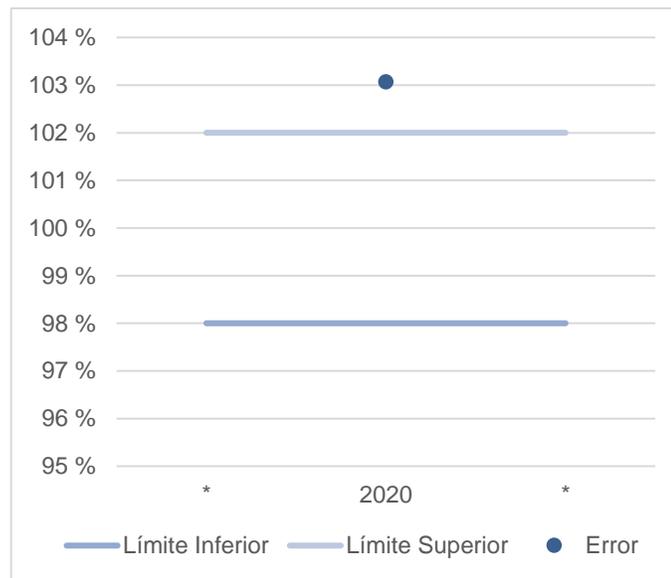
El cálculo del registro de porcentaje promedio (RPC), se detalla seguidamente:

$$RPC = \frac{4FL + 2LL + PF}{7} = \frac{4(0,3940 \%) + 2(9,4570 \%) + (1,0250 \%)}{7}$$

$$RPC = 3,0736 \%$$

Al restar el valor de RPC al 100 % da como resultado 103,0736 % y se determinó que no se encuentra dentro del 98 % y 102 % que es el rango permitido que indica la norma COGUANOR NTG ANSI C12.1 por lo tanto el medidor no superó la verificación. En la figura 31 se presenta gráficamente el registro de porcentaje promedio y como este se encuentra dentro de la tolerancia.

Figura 32. **Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 2S Sangamo C2S**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XIV contiene los resultados de la verificación de un medidor de energía eléctrica forma 16A marca General Electric, tipo V-6A, no. de serie 38060934.

Tabla XIV. **Verificación de medidor 16A General Electric V-6A**

| Punto de ensayo            | Error (%) |
|----------------------------|-----------|
| Carga ligera FP 1 (LL)     | -24,8280  |
| Carga completa FP 1 (FL)   | -21,7950  |
| Carca completa FP 0,5 (PF) | -21,7360  |

Fuente: elaboración propia.

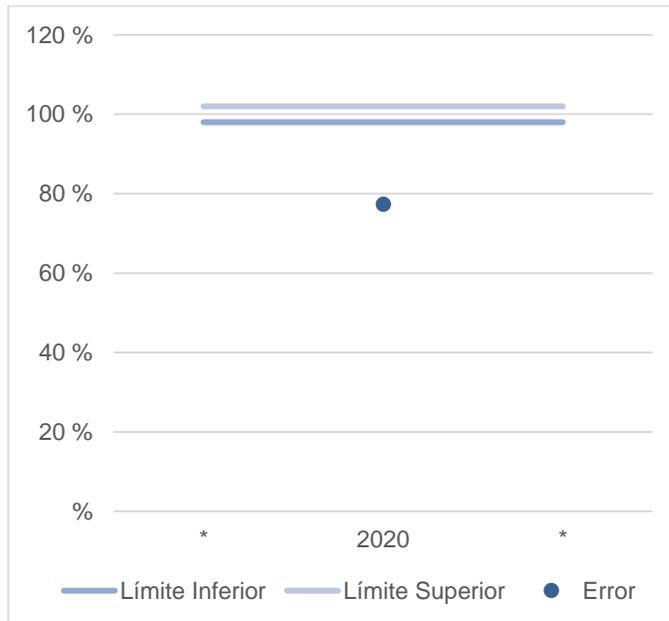
El cálculo del registro de porcentaje promedio (RPC), se detalla seguidamente:

$$RPC = \frac{4FL + 2LL + PF}{7} = \frac{4(-21,7950\%) + 2(-24,8280\%) + (-21,7360\%)}{7}$$

$$RPC = -22,6531\%$$

Al restar el valor de RPC al 100 % da como resultado 77.3469 % y se determinó que no se encuentra dentro del 98 % y 102 % que es el rango permitido que indica la norma COGUANOR NTG ANSI C12.1 por lo tanto el medidor no superó la verificación. En la figura 32 se presenta gráficamente el registro de porcentaje promedio y como este se encuentra dentro de la tolerancia.

Figura 33. **Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 16A General Electric V-6A**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XV contiene los resultados de la verificación de un medidor de energía eléctrica forma 2S marca General Electric, tipo I-200+, no. de serie 55377455.

Tabla XV. **Verificación de medidor 2S General Electric I-200+**

| <b>Punto de ensayo</b>     | <b>Error (%)</b> |
|----------------------------|------------------|
| Carga ligera FP 1 (LL)     | -0,1510          |
| Carga completa FP 1 (FL)   | -0,1280          |
| Carca completa FP 0,5 (PF) | -0,0850          |

Fuente: elaboración propia.

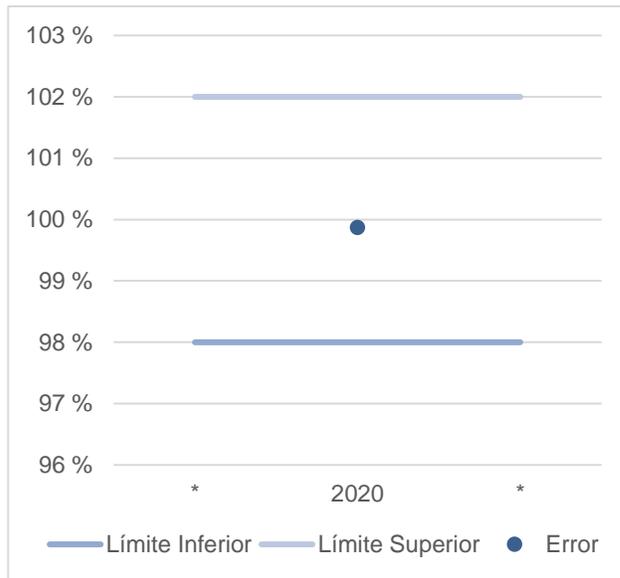
Se detalla el cálculo del registro de porcentaje promedio (RPC):

$$RPC = \frac{4FL + 2LL + PF}{7} = \frac{4(-0,1280 \%) + 2(-0,1510 \%) + (-0,0850 \%)}{7}$$

$$RPC = -0,1284 \%$$

Al restar el valor de RPC al 100 % da como resultado 99,8716 % y se determinó que se encuentra dentro del 98 % y 102 % que es el rango permitido que indica la norma COGUANOR NTG ANSI C12.1 por lo tanto el medidor superó la verificación. En la figura 33 se presenta gráficamente el registro de porcentaje promedio y como este se encuentra dentro de la tolerancia.

Figura 34. **Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 2S  
General Electric I-200+**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XVI contiene los resultados de la verificación de un medidor de energía eléctrica forma 1S marca General Electric, tipo I-70-S, no. de serie 65541246.

Tabla XVI. **Verificación de medidor 1S General Electric I-70-S**

| Punto de ensayo            | Error (%) |
|----------------------------|-----------|
| Carga ligera FP 1 (LL)     | -0,3220   |
| Carga completa FP 1 (FL)   | -0,1570   |
| Carca completa FP 0,5 (PF) | -0,6600   |

Fuente: elaboración propia.

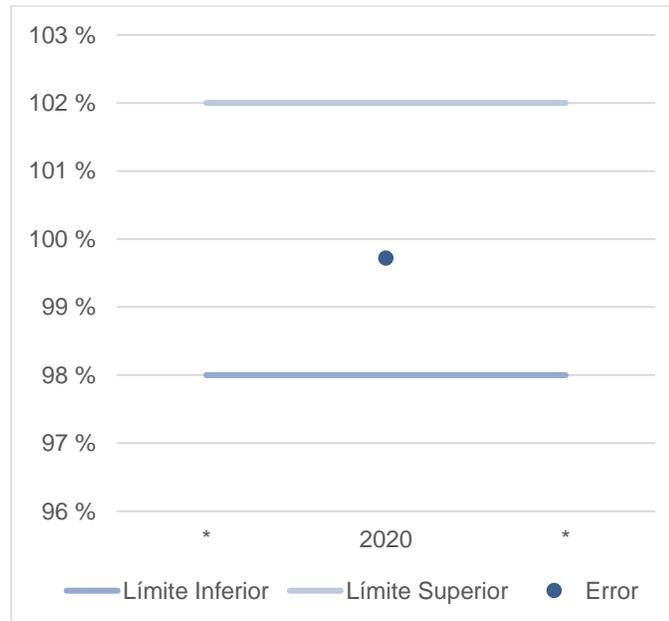
Seguidamente se detalla el cálculo del registro de porcentaje promedio (RPC):

$$RPC = \frac{4FL + 2LL + PF}{7} = \frac{4(-0,1570 \%) + 2(-0,3220 \%) + (-0,6600 \%)}{7}$$

$$RPC = -0,2760 \%$$

Al restar el valor de RPC al 100 % da como resultado 99,7240 % y se determinó que se encuentra dentro del 98 % y 102 % que es el rango permitido que indica la norma COGUANOR NTG ANSI C12.1 por lo tanto el medidor superó la verificación. En la figura 34 se presenta gráficamente el registro de porcentaje promedio y como este se encuentra dentro de la tolerancia.

Figura 35. **Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 1S General Electric I-70-S**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XVII contiene los resultados de la verificación de un medidor de energía eléctrica forma 2S marca General Electric, tipo I-70-S, no. de serie 77457944.

Tabla XVII. **Verificación de medidor 2S General Electric I-70-S**

| <b>Punto de ensayo</b>     | <b>Error (%)</b> |
|----------------------------|------------------|
| Carga ligera FP 1 (LL)     | 0,5880           |
| Carga completa FP 1 (FL)   | -0,0260          |
| Carca completa FP 0,5 (PF) | -0,1930          |

Fuente: Elaboración propia.

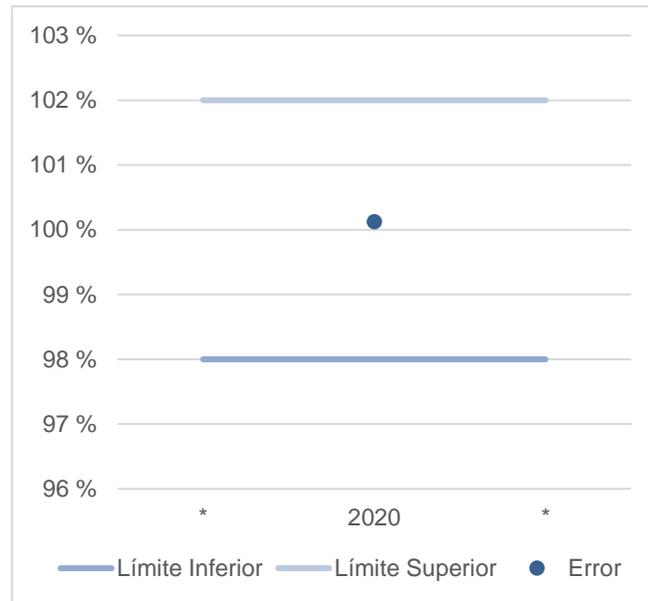
El cálculo del registro de porcentaje promedio (RPC), se detalla seguidamente:

$$RPC = \frac{4FL + 2LL + PF}{7} = \frac{4(-0,0260\%) + 2(0,5880\%) + (-0,1930\%)}{7}$$

$$RPC = 0,1256\%$$

Al restar el valor de RPC al 100 % da como resultado 100,1256 % y se determinó que se encuentra dentro del 98 % y 102 % que es el rango permitido que indica la norma COGUANOR NTG ANSI C12.1 por lo tanto el medidor superó la verificación. En la figura 35 se presenta gráficamente el registro de porcentaje promedio y como este se encuentra dentro de la tolerancia.

Figura 36. **Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 2S  
General Electric I-70-S**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XVIII contiene los resultados de la verificación de un medidor de energía eléctrica forma 16S marca ABB, tipo desconocido, no. de serie 633000038.

Tabla XVIII. **Verificación de medidor 16S ABB**

| <b>Punto de ensayo</b>     | <b>Error (%)</b> |
|----------------------------|------------------|
| Carga ligera FP 1 (LL)     | 0,0630           |
| Carga completa FP 1 (FL)   | 0,0170           |
| Carca completa FP 0,5 (PF) | 0,0280           |

Fuente: elaboración propia.

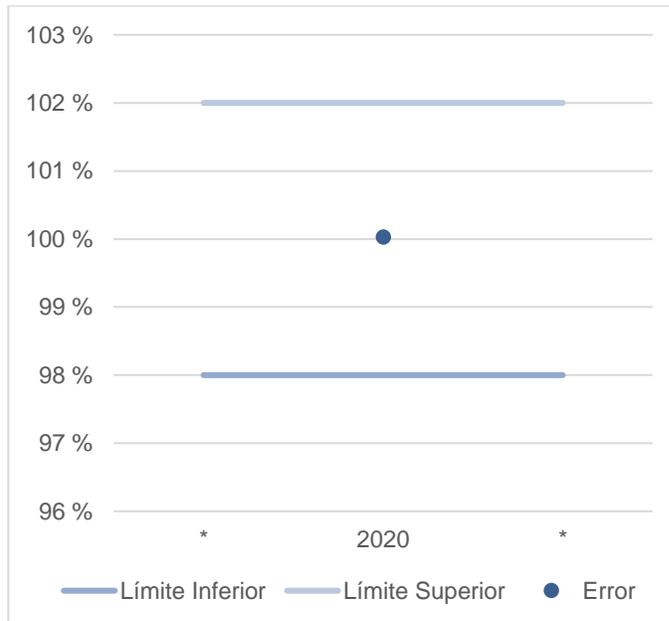
Seguidamente se detalla el cálculo del registro de porcentaje promedio (RPC):

$$RPC = \frac{4FL + 2LL + PF}{7} = \frac{4(0,0170\%) + 2(0,0630\%) + (0,0280\%)}{7}$$

$$RPC = 0,0317\%$$

Al restar el valor de RPC al 100 % da como resultado 100,0317 % y se determinó que se encuentra dentro del 98 % y 102 % que es el rango permitido que indica la norma COGUANOR NTG ANSI C12.1 por lo tanto el medidor superó la verificación. En la figura 36 se presenta gráficamente el registro de porcentaje promedio y como este se encuentra dentro de la tolerancia.

Figura 37. **Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 16S ABB**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XIX contiene los resultados de la verificación de un medidor de energía eléctrica forma 16S marca Schlumberger, tipo SL6S, no. de serie 940001301.

Tabla XIX. **Verificación de medidor 16S Schlumberger SL6S**

| <b>Punto de ensayo</b>     | <b>Error (%)</b> |
|----------------------------|------------------|
| Carga ligera FP 1 (LL)     | 0,7360           |
| Carga completa FP 1 (FL)   | 2,5210           |
| Carca completa FP 0,5 (PF) | 0,1360           |

Fuente: elaboración propia.

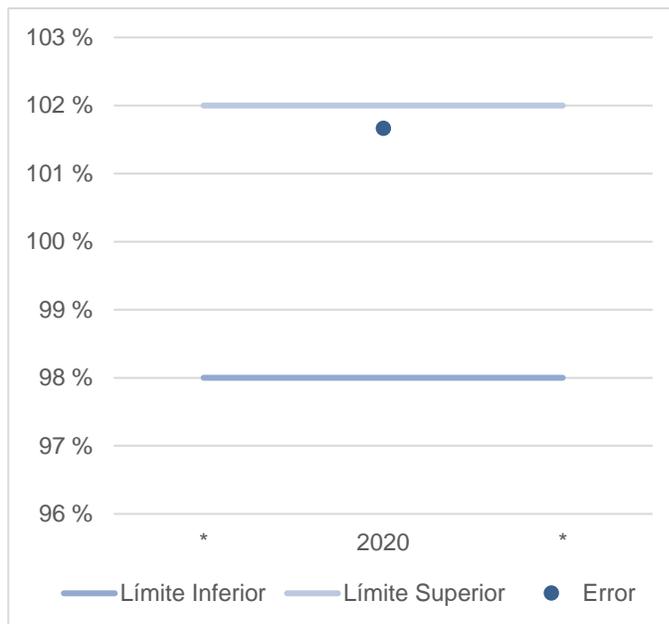
El cálculo del registro de porcentaje promedio (RPC), se detalla a continuación:

$$RPC = \frac{4FL + 2LL + PF}{7} = \frac{4(2,5210 \%) + 2(0,7360 \%) + (0,1360 \%)}{7}$$

$$RPC = 1,6703 \%$$

Al restar el valor de RPC al 100 % da como resultado 101,6703 % y se determinó que se encuentra dentro del 98 % y 102 % que es el rango permitido que indica la norma COGUANOR NTG ANSI C12.1 por lo tanto el medidor superó la verificación. En la figura 37 se presenta gráficamente el registro de porcentaje promedio y como este se encuentra dentro de la tolerancia.

Figura 38. **Gráfica de registro de porcentaje promedio de medidor 16S Schlumberger SL6S**



Fuente: elaboración propia.

### 5.2.2. **Calibración de medidores de energía eléctrica clase 2, 1, 0.5 y 0.2**

Para la etapa de préstamo de servicio de calibración se seleccionó el medidor con mayor clase de exactitud para ser calibrado utilizando el patrón PTS 3.3, utilizando los nuevos datos del certificado de calibración. El medidor seleccionado es de marca ABB, forma 16S y con clase de exactitud 0.2. En la calibración se seleccionaron los puntos de tensión, corriente y factor de potencia más utilizados en el uso en servicio de este tipo de medidores, los puntos seleccionados son los siguientes:

- 120 V, 3 A, Factor de potencia 1

- 120 V, 30 A, Factor de potencia 1
- 120 V, 30 A, Factor de potencia 0.5 inductivo
- 240 V, 3 A, Factor de potencia 1
- 240 V, 30 A, Factor de potencia 1
- 240 V, 30 A, Factor de potencia 0.5 inductivo

Los resultados de las mediciones de los puntos anteriores se encuentran en la tabla XX siguiente:

Tabla XX. **Mediciones para la calibración del medidor ABB**

| N° | U(V) | I(A) | cos $\phi$    | $E_r$ % | $\bar{q}$ | $S(q)$ |
|----|------|------|---------------|---------|-----------|--------|
| 1  | 120  | 3    | 1             | 0,038   | 0,0392    | 0,0084 |
|    |      |      |               | 0,026   |           |        |
|    |      |      |               | 0,05    |           |        |
|    |      |      |               | 0,023   |           |        |
|    |      |      |               | 0,044   |           |        |
|    |      |      |               | 0,044   |           |        |
|    |      |      |               | 0,044   |           |        |
|    |      |      |               | 0,043   |           |        |
|    |      |      |               | 0,041   |           |        |
|    |      |      |               | 0,039   |           |        |
| N° | U(V) | I(A) | cos $\phi$    | $E_r$ % | $\bar{q}$ | $S(q)$ |
| 2  | 120  | 30   | 1             | 0,003   | -0,0021   | 0,0071 |
|    |      |      |               | -0,006  |           |        |
|    |      |      |               | 0,007   |           |        |
|    |      |      |               | -0,006  |           |        |
|    |      |      |               | 0,011   |           |        |
|    |      |      |               | -0,003  |           |        |
|    |      |      |               | -0,002  |           |        |
|    |      |      |               | -0,012  |           |        |
|    |      |      |               | -0,006  |           |        |
|    |      |      |               | -0,007  |           |        |
| 3  | 120  | 30   | 0,5 inductivo | 0,067   | 0,0659    | 0,0172 |
|    |      |      |               | 0,048   |           |        |
|    |      |      |               | 0,055   |           |        |
|    |      |      |               | 0,075   |           |        |

Continuación de la tabla XX.

|    |      |      |               |         |           |        |
|----|------|------|---------------|---------|-----------|--------|
|    |      |      |               | 0,072   |           |        |
|    |      |      |               | 0,038   |           |        |
|    |      |      |               | 0,084   |           |        |
|    |      |      |               | 0,094   |           |        |
|    |      |      |               | 0,053   |           |        |
|    |      |      |               | 0,073   |           |        |
| 4  | 240  | 3    | 1             | 0,069   | 0.0787    | 0.0150 |
|    |      |      |               | 0,058   |           |        |
|    |      |      |               | 0,097   |           |        |
|    |      |      |               | 0,06    |           |        |
|    |      |      |               | 0,064   |           |        |
|    |      |      |               | 0,08    |           |        |
|    |      |      |               | 0,095   |           |        |
|    |      |      |               | 0,095   |           |        |
|    |      |      |               | 0,087   |           |        |
|    |      |      |               | 0,082   |           |        |
| N° | U(V) | I(A) | cosφ          | $E_r\%$ | $\bar{q}$ | $S(q)$ |
| 5  | 240  | 30   | 1             | 0,005   | 0.0043    | 0.0108 |
|    |      |      |               | 0,009   |           |        |
|    |      |      |               | 0,021   |           |        |
|    |      |      |               | -0,008  |           |        |
|    |      |      |               | -0,01   |           |        |
|    |      |      |               | 0,006   |           |        |
|    |      |      |               | 0,017   |           |        |
|    |      |      |               | 0,008   |           |        |
|    |      |      |               | 0,005   |           |        |
|    |      |      |               | -0,01   |           |        |
| 6  | 240  | 30   | 0,5 inductivo | 0,03    | 0.0677    | 0.0188 |
|    |      |      |               | 0,052   |           |        |

Continuación de la tabla XX.

|  |  |  |  |       |  |  |
|--|--|--|--|-------|--|--|
|  |  |  |  | 0,079 |  |  |
|  |  |  |  | 0,085 |  |  |
|  |  |  |  | 0,094 |  |  |
|  |  |  |  | 0,051 |  |  |
|  |  |  |  | 0,07  |  |  |
|  |  |  |  | 0,074 |  |  |
|  |  |  |  | 0,076 |  |  |
|  |  |  |  | 0,066 |  |  |

Fuente: elaboración propia.

Se calculan las contribuciones a la incertidumbre para este medidor como se detalla a continuación:

- Desviación típica experimental

Para el cálculo de contribución a la incertidumbre debido a la desviación estándar se calculó la desviación estándar utilizando la ecuación (1) para cada serie de 11 repeticiones realizadas en los puntos de calibración en la tabla XX. Luego se seleccionó la máxima desviación estándar y se utilizó la ecuación (2):

$$S(q) = 0,0188 \%$$

$$n = 10$$

$$u(E_r \%) = S(\bar{q}) = \frac{S(q)}{\sqrt{n}} = \frac{0,0188 \%}{\sqrt{10}} = 0,0059 \%$$

- Incertidumbre del patrón

Para el cálculo de la contribución debido a la incertidumbre del patrón se utilizó el el resultado en la página 2 del certificado de calibración del patrón PTS 3.3 (Ver apéndice 19) y se utilizó la ecuación (4):

$$U_p = 0,031 \%$$

$$k = 2$$

$$u(\delta_{p_{cal}}) = \frac{U_p}{k} = \frac{0,031 \%}{2} = 0,0155 \%$$

- Deriva del patrón

Para la calcular la contribución a la incertidumbre debido a la deriva del patrón se utilizó la ecuación (6) por ser la primera calibración del medidor.

$$u(\delta_{p_{der}}) = \frac{\text{exactitud}}{\sqrt{3}} = \frac{0,050 \%}{\sqrt{3}} = 0,0289 \%$$

La incertidumbre típica se calculó realizando la suma cuadrática de las contribuciones a la incertidumbre debido a la desviación típica experimental, la incertidumbre del patrón y deriva del patrón utilizando la ecuación (11)

$$u(y) = \sqrt{u(E_r \%)^2 + u(\delta_{p_{cal}})^2 + u(\delta_{p_{der}})^2}$$

$$= \sqrt{(0,0059 \%)^2 + (0,0155 \%)^2 + (0,0289 \%)^2}$$

$$= 0,0333 \%$$

La incertidumbre expandida se obtuvo de multiplicar la incertidumbre típica por el factor de cobertura con valor igual a 2 para un 95 % de confianza.

$$u(y) = 0,0333 \%$$

$$k = 2$$

$$U = k u(y) = 2 (0,0333 \%) = 0,0666 \%$$

Como la contribución a la incertidumbre debido a la interpolación asociada a la corrección de las medidas del patrón de acuerdo con el certificado de calibración no se calculó ajustando la recta a los valores de calibración del patrón. Se halló el máximo valor de corrección ( $C_{m\acute{a}x}$ ) del certificado de calibración del patrón y se sumó al valor de incertidumbre expandida utilizando la ecuación (10).

$$U = 0,0666 \%$$

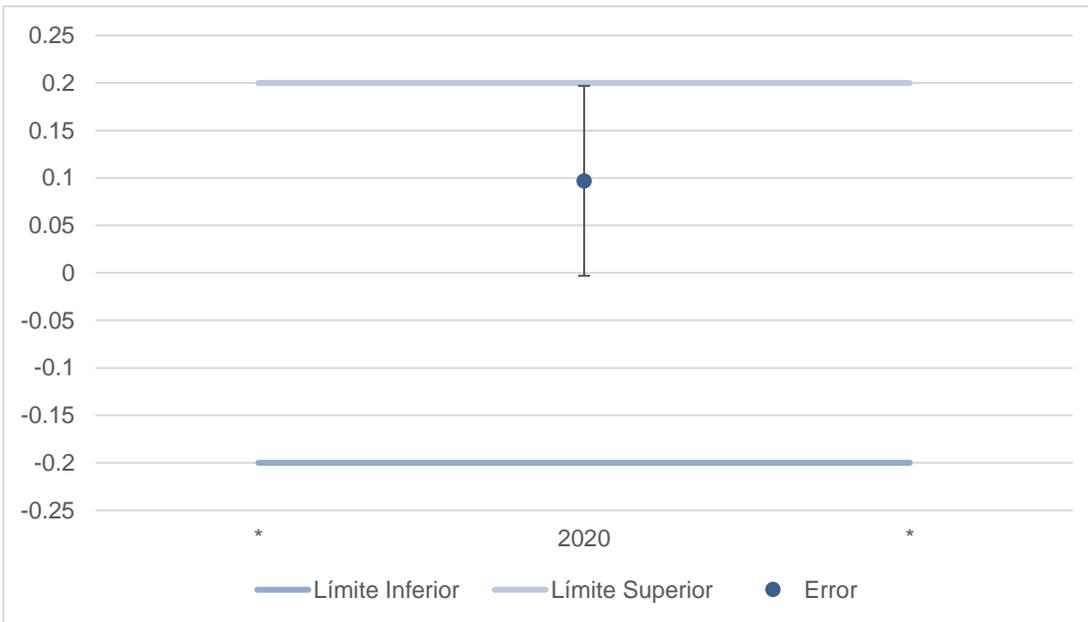
$$C_{m\acute{a}x} = 0,0334 \%$$

$$U^* = U + C_{m\acute{a}x} = 0,0666 \% + 0,0334 \%$$

$$U^* = 0,1000 \%$$

En la figura 39 se observa una gráfica donde se representa el error del medidor, la incertidumbre  $U^*$  calculada anteriormente y la tolerancia obtenida de la clase de exactitud que declara el fabricante del medidor.

Figura 39. **Gráfica de error de medición con incertidumbre del medidor ABB**



Fuente: elaboración propia.

### 5.3. Análisis financiero

Este se encarga de realizar una evaluación, para poder determinar que tan viable, estable y rentable puede ser un negocio. Para el presente proyecto se presentan los costos estimados.

Tabla XXI. **Costos de proyecto**

| <b>RUBRO</b>                       | <b>MONTO</b>       |
|------------------------------------|--------------------|
| Calibración del patrón PTS 3.3     | Q 9 000,00         |
| Transmisor de fibra óptica SFH756V | Q 400,00           |
| Traslado de equipo                 | Q 350,00           |
| Cables para transmisión de datos   | Q 12,00            |
| Mantenimiento de Patrón            | Q 500,00           |
| Verificación de funcionamiento     | Q 1 000,00         |
| Papelería                          | Q 100,00           |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>Q 11 362,00</b> |

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. Se reparó el medio de ensayo MTE PTS 3.3, se calibró el patrón interno de este equipo brindándole trazabilidad metrológica hacia el patrón nacional de medidor de energía eléctrica y se comprobó su funcionamiento correcto a través de la verificación y calibración de distintos tipos de medidores.
2. Se redactó el procedimiento para que el laboratorio preste el servicio de verificación de medidores de energía eléctrica fabricados bajo normativas ANSI.
3. Se elaboró el procedimiento para la prestación del servicio de calibración de medidores de energía eléctrica con sus formatos correspondientes para el cálculo de error y su incertidumbre expandida.
4. Se realizó un procedimiento para la verificación de muestras de lotes de medidores de energía eléctrica fabricados bajo normativas ANSI y OIML.



## RECOMENDACIONES

1. Solicitar y gestionar la calibración anual del patrón del equipo de verificación ante el laboratorio de verificación de medidores de energía eléctrica de la Unidad de Inspección y Verificación en Materia de Metrología Legal del Centro Nacional de Metrología.
2. Establecer un sistema de gestión basado en la norma 17020 para las actividades de verificación y basado en la norma 17025 para la calibración de medidores de energía eléctrica.
3. Colocar un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) en línea con el equipo de verificación de medidores de energía eléctrica para evitar que las fallas en la red eléctrica dañen el mismo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Facultad de Ingeniería, USAC. *Visión y misión*. [en línea]. <<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/>>. [Consulta: 29 de julio de 2021].
2. HAUSER, W. *Reglamentos de prueba del PTB*. 2a ed. Tomo 6. Alemania: Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 1982. 230 p.
3. Instituto Nacional Estadounidense de Estándares. *ANSI C12.1 Medidores Eléctricos – Norma para medición de electricidad*. United States of America: NEMA, 2014. 130 p.
4. \_\_\_\_\_. *ANSI C12.20 Medidores eléctricos con clases de exactitud 0.1, 0.2 y 0.5*. United States of America: NEMA, 2015. 49 p.
5. KOENIGSBERGER, R. *Apuntes de instrumentación*. 2a ed. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1977. 244 p.
6. Meter Test Equipment AG. *Medidor de energía eléctrica K2006*. <<https://www.mte.ch/en/products/portable-test-equipment/reference-standards-38>>. [Consulta: 29 de noviembre de 2021].
7. Meter Test Equipment, MTE. *Portable test system maintenance Manual*. [en línea]. <<https://docplayer.es/8248663-Pts-3-3-c-clase-0-05.html>>. [Consulta: 30 de noviembre de 2021].

8. Ministerio de Economía. *Funciones y principios*. [en línea]. <<https://www.mineco.gob.gt/comisi%C3%B3n-guatemalteca-de-normas>>. [Consulta: 21 de julio de 2021].
9. Organización Internacional de Metrología Legal. *OIML R46 Medidores de energía eléctrica*. Bucharest, Romania: BIPM, 2012. 130 p.
10. SANETRA, Clemens; MARBÁN. Rocio. *Metrología legal*. 1a ed. Guatemala: Producción y Servicios Incorporados, S.A., 2003. 231 p.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Solicitud de verificación



| TITULAR DEL INSTRUMENTO DE MEDIDA |        |               |  |  |
|-----------------------------------|--------|---------------|--|--|
| Nombre/Razón social:              |        | NIT:          |  |  |
| Dirección:                        |        |               |  |  |
| Localidad:                        | C.P.:  | Departamento: |  |  |
| Teléfono:                         | Móvil: | Email:        |  |  |

| SISTEMA DE MEDIDA   |         |  |  |  |
|---|---------|--|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> No se cumplimentan los datos al presentar foto de la placa de característica <sup>(1)</sup> |         |  |  |  |
| Norma bajo la que se fabricó (2):   |         |  |  |  |
| Fabricante:   |         |  |  |  |
| Marca:  | Modelo: |  |  |  |
| N° serie  |         |  |  |  |

| TIPO DE VERIFICACIÓN SOLICITADA                                 |                  |  |          |  |
|---|------------------|--|----------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Verificación periódica (VP) |                  | <input checked="" type="checkbox"/> Verificación después de reparación (VDR) |          |  |
| En caso de reparación   |                  |  |          |  |
| Reparador habilitado  | Fecha reparación |  | N° parte |  |

En ... , .... de ... ..... de  
(Sello y firma del titular del instrumento)

(1) La foto presentada corresponderá a la placa característica del instrumento que lleva incluido o tiene próximo el marcado M.  
(2) Norma bajo la que el medidor de energía eléctrica fue fabricado:

1. ANSI
2. OIML

Fuente: elaboración propia.



### Apéndice 3. Hoja de toma de datos de verificación (ANSI)



Hoja de toma de datos de verificación (ANSI)

Fecha: \_\_\_\_\_ Solicitante: \_\_\_\_\_ Verificador: \_\_\_\_\_

**Examen administrativo:**

- Conformidad con la documentación de aprobación de tipo:
- Placa de características:
- Marcados metrológicos:
- Comprobación de precintos:
- Se encuentra en buena condición:

**Examen metrológico:**

| Hora    |       | Temperatura (°C) |       |
|---------|-------|------------------|-------|
| Inicial | Final | Inicial          | Final |
|         |       |                  |       |

Patrón utilizado: \_\_\_\_\_ Identificación del medidor: \_\_\_\_\_

| Carga de ensayo              | Error (%) |
|------------------------------|-----------|
| 100 % In, FP = 1 (FL)        |           |
| 10 % In, FP = 1 (LL)         |           |
| 100 % In, FP = 0.5 ind. (PF) |           |

-ÚLTIMA LÍNEA-

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 4. Hoja de toma de datos de verificación (OIML)



Hoja de toma de datos de verificación (OIML)

Fecha: \_\_\_\_\_ Solicitante: \_\_\_\_\_ Verificador: \_\_\_\_\_

**Examen administrativo:**

- Conformidad con la documentación de aprobación de tipo:
- Placa de características:
- Marcados metrológicos:
- Comprobación de precintos:
- Se encuentra en buena condición:

**Examen metrológico:**

| Hora    |       | Temperatura (°C) |       |
|---------|-------|------------------|-------|
| Inicial | Final | Inicial          | Final |
|         |       |                  |       |

Patrón utilizado: \_\_\_\_\_ Identificación del medidor: \_\_\_\_\_

| Carga de ensayo             | Error (%) |
|-----------------------------|-----------|
| $I_{máx}$ , FP = 1          |           |
| $I_{0,1}$ , FP = 1          |           |
| $I_{0,2}$ , FP = 0.5 ind.   |           |
| $10I_{0,1}$ , FP = 1        |           |
| $10I_{0,2}$ , FP = 0.5 ind. |           |
| $I_{mín}$ , FP = 1          |           |
| $I_{mín}$ , FP = 0.5 ind.   |           |

-ÚLTIMA LÍNEA-

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 5. Certificado de verificación (ANSI)

|   |             |             |
|---|-------------|-------------|
|  | Certificado | USAC        |
|   |             | LM/ME       |
|   |             | 001-2021    |
|   |             | Hoja 1 de 3 |

**Laboratorio de Metrología**

### *Certificado de Verificación*

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Instrumento de medición:           | El certificado actual solo soporta las medidas que se realizan en el tiempo y con las condiciones ambientales durante la verificación.   |
| Fabricante:                        |  |
| Tipo:                              | El laboratorio de metrología no valida otras características distintas a las que se indican en este certificado.   |
| No. de serie:                      |  |
| No. de identificación interna:     | Las mediciones tienen trazabilidad a los patrones nacionales los cuales son intercomparados con patrones internacionales.  |
| Cliente:                           |  |
| Certificado de aprobación de tipo: | Este documento solo tiene validez si se encuentra completo y firmado y sellado originalmente. No debe contener modificaciones.   |
| No. de registro:                   |  |
| Hojas de este certificado:         | Este documento cumple con la norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17020:2012.  |
| Fecha de recepción:                |  |
| Fecha de verificación:             | Cualquier modificación de este documento que sea por razones atribuibles al laboratorio deberá ser informado en un periodo menor a 5 días hábiles después de la fecha de recepción para la corrección. |
| Fecha de emisión de certificado:   |  |
| Sello:                             |  |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| _____<br>Verificó            | _____<br>Autorizó                           |
| _____<br>Técnico verificador | _____<br>Jefe del laboratorio de Metrología |

|   |   |                |  |
|---|---|----------------|--|
| CX DSC-FO XXXX<br>Versión: No. X<br>1/01/2021 | Edificio T5, Campus Central<br>Guatemala, Guatemala | Tel: 5292 4706 | Correo electrónico:<br>lab.metrologia.usac@gmail.com |
|---|---|----------------|--|

Continuación del apéndice 5.

Certificado

|             |
|-------------|
| USAC        |
| LM/ME       |
| 001-2021    |
| Hoja 2 de 3 |

**1. CONDICIONES AMBIENTALES PROMEDIO**

Temperatura  
Humedad  
Relativa

**2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Número de fases e hilos:  
Modo de conexión:  
Sistema de medición (Electrónico/electromecánico):  
Tensión nominal:  
Corriente nominal:  
Corriente máxima:  
Corriente de transición:  
Corriente de arranque:  
Corriente mínima:  
Frecuencia nominal:  
Constante de medidor:  
Clase de exactitud:

**3. MÉTODO DE VERIFICACIÓN**

Comparación directa

**4. PATRONES Y EQUIPO UTILIZADOS**

Continuación del apéndice 5.

Certificado

|             |
|-------------|
| USAC        |
| LM/ME       |
| 001-2021    |
| Hoja 3 de 3 |

**5. RESULTADOS**

Examen administrativo - Requisitos esenciales

| Requisito  | Resultado | Observaciones |
|--|-----------|---------------|
| Conformidad con la documentación de aprobación de tipo |           |               |
| Placa de características                               |           |               |
| Marcados metrológicos                                  |           |               |
| Comprobación de precintos                              |           |               |
| Se encuentra en buena condición                        |           |               |

Examen metrológico:

| Carga de ensayo                     | Error |
|-------------------------------------|-------|
| 100 % $I_{pr}$ , FP = 1 (FL)        |       |
| 10 % $I_{pr}$ , FP = 1 (LL)         |       |
| 100 % $I_{pr}$ , FP = 0.5 ind. (PF) |       |

| Porcentaje de registro promedio | Resultado |
|---------------------------------|-----------|
|                                 |           |

|                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Conformidad con la norma ANSI C12.1 |                                      |
| Conforme <input type="checkbox"/>   | No conforme <input type="checkbox"/> |
| Observaciones:                      |                                      |

-ÚLTIMA LÍNEA-

Fuente: elaboración propia.

|   |             |             |
|---|-------------|-------------|
|  | Certificado | USAC        |
|   |             | LM/ME       |
|   |             | 001-2021    |
|   |             | Hoja 1 de 3 |

**Laboratorio de Metrología**

***Certificado de Verificación***

Intrumento de medición: El certificado actual solo soporta las medidas que se realizan en el tiempo y con las condiciones ambientales durante la verificación.

Fabricante:

Tipo: El laboratorio de metrología no valida otras características distintas a las que se indican en este certificado.

No. de serie:

No. de identificación interna: Las mediciones tienen trazabilidad a los patrones nacionales los cuales son intercomparados con patrones internacionales.

Cliente:

Certificado de aprobación de tipo: Este documento solo tiene validez si se encuentra completo y firmado y sellado originalmente. No debe contener modificaciones.

No. de registro:

Hojas de este certificado: Este documento cumple con la norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17020:2012.

Fecha de recepción:

Fecha de verificación: Cualquier modificación de este documento que sea por razones atribuibles al laboratorio deberá ser informado en un periodo menor a 5 días hábiles después de la fecha de recepción para la corrección.

Fecha de emisión de certificado:

Sello:

---

|                     |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| Verificó            | Autorizó                           |
| _____               | _____                              |
| Técnico verificador | Jefe del laboratorio de Metrología |

---

|                |                             |                |                              |
|----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|
| CX DSC-FD XXXX | Edificio T5, Campus Central | Tel: 5292 4706 | Correo electrónico:          |
| Versión: No. X | Guatemala, Guatemala        |                | lab.metrologiausac@gmail.com |
| 1/01/2021      |                             |                |                              |

Continuación del apéndice 6.

Certificado

|             |
|-------------|
| USAC        |
| LM/ME       |
| 001-2021    |
| Hoja 2 de 3 |

**1. CONDICIONES AMBIENTALES PROMEDIO**

Temperatura  
Humedad  
Relativa

**2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Número de fases e hilos:  
Modo de conexión:  
Sistema de medición (Electrónico/electromecánico):  
Tensión nominal:  
Corriente nominal:  
Corriente máxima:  
Corriente de transición:  
Corriente de arranque:  
Corriente mínima:  
Frecuencia nominal:  
Constante de medidor:  
Clase de exactitud:

**3. MÉTODO DE VERIFICACIÓN**

Comparación directa

**4. PATRONES Y EQUIPO UTILIZADOS**

Continuación del apéndice 6.

|             |             |
|-------------|-------------|
| Certificado | USAC        |
|             | LM/ME       |
|             | 001-2021    |
|             | Hoja 3 de 3 |

**5. RESULTADOS**

Examen administrativo - Requisitos esenciales

| Requisito  | Resultado | Observaciones |
|--|-----------|---------------|
| Conformidad con la documentación de aprobación de tipo |           |               |
| Placa de características                               |           |               |
| Marcados metrológicos                                  |           |               |
| Comprobación de precintos                              |           |               |
| Se encuentra en buena condición                        |           |               |

Examen metrológico:

| Carga de ensayo          | Error (%) | Resultado |
|--------------------------|-----------|-----------|
| $I_{mip}$ FP = 1         |           |           |
| $I_{ip}$ FP = 1          |           |           |
| $I_{ip}$ FP = 0.5 ind.   |           |           |
| $10I_{ip}$ FP = 1        |           |           |
| $10I_{ip}$ FP = 0.5 ind. |           |           |
| $I_{md}$ FP = 1          |           |           |
| $I_{md}$ FP = 0.5 ind.   |           |           |

Conformidad con la norma OIML R46

Conforme  No conforme

Observaciones:

-ÚLTIMA LÍNEA-

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 7. Solicitud de calibración



| TITULAR DEL INSTRUMENTO DE MEDIDA |        |               |  |
|-----------------------------------|--------|---------------|--|
| Nombre/Razón social:              |        | NIT:          |  |
| Dirección:                        |        |               |  |
| Localidad:                        | C.P.:  | Departamento: |  |
| Teléfono:                         | Móvil: | Email:        |  |

|                                   |         |  |  |
|-----------------------------------|---------|--|--|
| Norma bajo la que se fabricó (1): |         |  |  |
| Fabricante:                       |         |  |  |
| Marca:                            | Modelo: |  |  |
| N° serie                          |         |  |  |

| PUNTOS DE CALIBRACIÓN SOLICITADOS |             |               |                                  |
|-----------------------------------|-------------|---------------|----------------------------------|
| No.                               | Tensión (V) | Corriente (A) | Factor de potencia (cos $\phi$ ) |
| 1                                 |             |               |                                  |
| 2                                 |             |               |                                  |
| 3                                 |             |               |                                  |
| 4                                 |             |               |                                  |
| 5                                 |             |               |                                  |
| 6                                 |             |               |                                  |
| 7                                 |             |               |                                  |
| 8                                 |             |               |                                  |
| 9                                 |             |               |                                  |
| 10                                |             |               |                                  |
| 11                                |             |               |                                  |
| 12                                |             |               |                                  |
| 13                                |             |               |                                  |
| 14                                |             |               |                                  |
| 15                                |             |               |                                  |
| 16                                |             |               |                                  |
| 17                                |             |               |                                  |
| 18                                |             |               |                                  |
| 19                                |             |               |                                  |

En ... , .... de ... ..... de  
(Sello y firma del titular del instrumento)

(1) Norma bajo la que el medidor de energía eléctrica fue fabricado.

1. ANSI
2. OIML

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 8. Orden de trabajo de calibración



Orden de trabajo no. \_\_\_\_\_

### DATOS GENERALES

|   |                    |                   |
|---|--------------------|-------------------|
| Organización (Nombre completo y/o razón - denominación social): |                    |                   |
| Domicilio Fiscal (dirección):                                   |                    | Teléfono/celular: |
| Contacto:   | Monto calibración: | Fecha:            |
| Correo electrónico:   |                    | NIT:              |

### ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

| No. Registro            | Equipo Recibido<br>(Descripción del equipo) | Puntos de calibración<br>solicitados | Tarifa aplicable |
|-------------------------|---|--------------------------------------|------------------|
|                         |   |                                      |                  |
|                         |   |                                      |                  |
|                         |   |                                      |                  |
|                         |   |                                      |                  |
|                         |   |                                      |                  |
|                         |   |                                      |                  |
|                         |   |                                      |                  |
|                         |   |                                      |                  |
|                         |   |                                      |                  |
|                         |   |                                      |                  |
|                         |   |                                      |                  |
| <b>Total en letras:</b> |   |                                      |                  |

### PERSONAL DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA

|                     |  |                      |  |
|---------------------|--|----------------------|--|
| Técnico que recibe: |  | Técnico que entrega: |  |
| Nombre:             |  | Nombre:              |  |
| Firma:              |  | Firma:               |  |

### CLIENTE

|                      |  |                     |  |
|----------------------|--|---------------------|--|
| Persona que entrega: |  | Persona que recibe: |  |
| Nombre:              |  | Nombre:             |  |
| Firma:               |  | Firma:              |  |

Fecha entrega del equipo: \_\_\_\_\_

Documento de pago no.: \_\_\_\_\_

ORIGINAL: LABORATORIO  
COPIA: CLIENTE

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Hoja de toma de datos de calibración



Hoja de toma de datos de calibración

Fecha: \_\_\_\_\_ Solicitante: \_\_\_\_\_ Verificador: \_\_\_\_\_

| Hora    |       | Temperatura (°C) |       |
|---------|-------|------------------|-------|
| Inicial | Final | Inicial          | Final |
|         |       |                  |       |

Patrón utilizado: \_\_\_\_\_ Identificación del medidor: \_\_\_\_\_

| No. | Tensión (V) | Corriente (A) | FP | Error (%) |
|-----|-------------|---------------|----|-----------|
| 1   |             |               |    |           |
| 2   |             |               |    |           |
| 3   |             |               |    |           |
| 4   |             |               |    |           |
| 5   |             |               |    |           |
| 6   |             |               |    |           |
| 7   |             |               |    |           |
| 8   |             |               |    |           |
| 9   |             |               |    |           |
| 10  |             |               |    |           |
| 11  |             |               |    |           |

| No. | Tensión (V) | Corriente (A) | FP | Error (%) |
|-----|-------------|---------------|----|-----------|
| 1   |             |               |    |           |
| 2   |             |               |    |           |
| 3   |             |               |    |           |
| 4   |             |               |    |           |
| 5   |             |               |    |           |
| 6   |             |               |    |           |
| 7   |             |               |    |           |
| 8   |             |               |    |           |
| 9   |             |               |    |           |
| 10  |             |               |    |           |
| 11  |             |               |    |           |

-ULTIMA LINEA-

Fuente: elaboración propia.



Continuación del apéndice 10.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

1) Desviación típica experimental

$$u(E, \%) = S(\bar{q})$$

$$S(q) \quad 0.0000$$

$$n \quad 0$$

$$u(E, \%) \quad \#DIV/0!$$

2) Incertidumbre del patrón

$$u_p \quad 0.031$$

$$k \quad 2$$

$$u(\delta_{\text{pat}}) \quad 0.0155$$

3) Deriva del patrón

$$\text{exactitud} \quad 0.05$$

$$u(\delta_{\text{pat}}) \quad 0.0288675$$

Incertidumbre típica

$$u(y) \quad \#DIV/0!$$

Incertidumbre expandida

$$U \quad \#DIV/0!$$

$$C_{\text{máx}} \quad 0.0334$$

$$C^* \quad \#DIV/0!$$

$$\text{Error Max.} \quad 0 \quad \text{Max |Error|} \quad 0$$

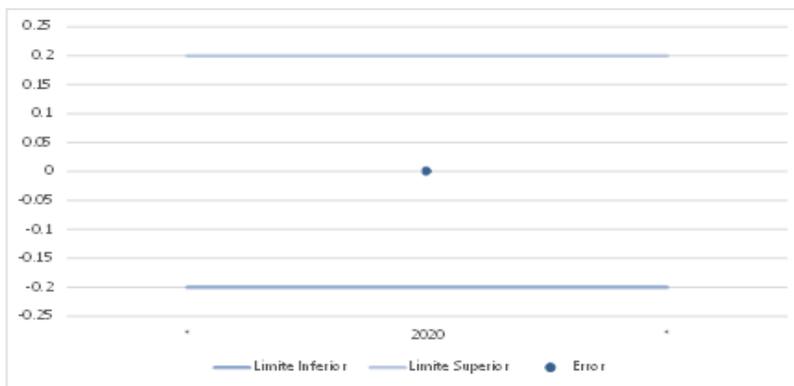
$$\text{Error Min.} \quad 0 \quad \text{Incer. Inf.} \quad \#DIV/0!$$

$$|\text{Error Máx.}| \quad 0 \quad \text{Incer. Sup.} \quad \#DIV/0!$$

$$|\text{Error Min.}| \quad 0$$

Continuación del apéndice 10.

| Año  | Error | Incertidumbre |          | Limite Inferior | Limite Superior |
|------|-------|---------------|----------|-----------------|-----------------|
| *    |       |               |          | -0.2            | 0.2             |
| 2020 | 0     | ±             | #iDIV/0! | -0.2            | 0.2             |
| *    |       |               |          | -0.2            | 0.2             |



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 11. Certificado de calibración



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



### *Certificado de Calibración*

**Certificado No:** \_\_\_\_\_ **Orden de trabajo N.:** \_\_\_\_\_  
**Nombre del cliente:** \_\_\_\_\_  
**Dirección del cliente:** \_\_\_\_\_  
**Instrumento calibrado:** \_\_\_\_\_  
**Marca:** \_\_\_\_\_  
**Modelo:** \_\_\_\_\_  
**No. De serie:** \_\_\_\_\_  
**Intervalo de indicación:** \_\_\_\_\_  
**Resolución:** \_\_\_\_\_  
**Fecha de recepción:** \_\_\_\_\_  
**Fecha de calibración:** \_\_\_\_\_  
**Lugar de la calibración:** \_\_\_\_\_

**Condiciones ambientales:**

| Temperatura |  | Humedad relativa |  |
|-------------|--|------------------|--|
| Inicio      |  | Inicio           |  |
| Final       |  | Final            |  |

**Método de calibración:** Método de comparación de energía

**Patrón empleado**

| Denominación del patrón | Identificación | Trazabilidad | Certificado de calibración del patrón |
|-------------------------|----------------|--------------|---------------------------------------|
|                         |                |              |                                       |

**Calibrado por**

**Aprobado por**

**Fecha de emisión**

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-

Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12

Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418 0000 Exts: 86209 y 86221 Fax: 24 18 9121

Página web: <https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/cil>



Continuación del apéndice 11.

**CERTIFICADO No:**

**Notas y aclaraciones:**

1. Este certificado de calibración se realiza de conformidad con lo establecido en la norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025
2. El presente certificado de calibración es válido sólo para el instrumento calibrado y, en las condiciones donde se realiza la calibración.
3. La incertidumbre de calibración se reporta como incertidumbre expandida con un factor de cobertura de  $k=2$  y una probabilidad de confianza de aproximadamente el 95 %.
4. Este certificado de calibración es nulo sin la firma y el sello de CII/USAC.
5. No se deben hacer reproducciones parciales del presente certificado, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita del Laboratorio de Metrología del CII/USAC.
6. El instrumento de medición debe ser sometido a calibraciones periódicas, a intervalos de tiempo determinados, con el rigor técnico establecido en documentos internacionales.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Incertidumbre según certificado de calibración del patrón PTS 3.3**

CERTIFICADO No: 00001

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

**Determinación de los errores de indicación**

| No. | U(V)  | I(A)  | FP      | f (Hz) | Error    |
|-----|-------|-------|---------|--------|----------|
| 1   | 120 V | 1.5 A | 1       | 60     | -0.0044% |
| 2   | 120 V | 15 A  | 1       | 60     | -0.0090% |
| 3   | 120 V | 15 A  | 0.5 ind | 60     | -0.0183% |
| 4   | 120 V | 3 A   | 1       | 60     | -0.0200% |
| 5   | 120 V | 30 A  | 1       | 60     | -0.0223% |
| 6   | 120 V | 30 A  | 0.5 ind | 60     | -0.0328% |
| 7   | 240 V | 3 A   | 1       | 60     | -0.0201% |
| 8   | 240 V | 30 A  | 1       | 60     | -0.0219% |
| 9   | 240 V | 30 A  | 0.5 ind | 60     | -0.0332% |

**Incertidumbre expandida: 0.031%**

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. **Solicitud de verificación de lote**



| TITULAR DEL LOTE DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA |        |               |      |
|--|--------|---------------|------|
| Nombre/Razón social:                       |        |               | NIT: |
| Dirección:                                 |        |               |      |
| Localidad:                                 | C.P.   | Departamento: |      |
| Teléfono:                                  | Móvil: | Email:        |      |

| SISTEMA DE MEDIDA  |         |
|--|---------|
| <input type="checkbox"/> No se cumplimentan los datos al presentar foto de la placa de característica <sup>(1)</sup> |         |
| Norma bajo la que se fabricaron (2):   |         |
| Fabricante:  |         |
| Marca:   | Modelo: |
| Nº serie   |         |

| TAMAÑO DE LOTE |
|----------------|
|                |

En ... , .... de ... ..... de  
(Sello y firma del titular de los instrumentos)

(1) La foto presentada corresponderá a la placa característica del instrumento que lleva incluido.  
(2) Norma bajo la que los medidores de energía eléctrica del lote fueron fabricados.

1. ANSI
2. OIML

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 14. Hoja de características de la muestra



### Hoja de características de la muestra

Fecha: \_\_\_\_\_ Solicitante: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_

Verificador: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_

Nº de identificación del lote:

Número de medidores que forman el lote:

Tamaño de la muestra:

**Características**

Fabricante:

Tipo:

Año de producción:

Clase de exactitud:

Número o marca de aprobación de tipo:

Fecha de primera verificación o verificación periódica:

Tensión nominal:

Corriente de transición:

Corriente máxima:

Capacidad de transporte de

corriente (proporción

corriente máxima/corriente

Corriente nominal (para medidores operados por transformador):

Tarifa única o multi tarifas (únicamente

medidores electromecánicos):

Frecuencia nominal:

**Medidores de la muestra**

| No. | No. de serie |
|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|
| 1   |              | 16  |              | 31  |              | 46  |              | 61  |              |
| 2   |              | 17  |              | 32  |              | 47  |              | 62  |              |
| 3   |              | 18  |              | 33  |              | 48  |              | 63  |              |
| 4   |              | 19  |              | 34  |              | 49  |              | 64  |              |
| 5   |              | 20  |              | 35  |              | 50  |              | 65  |              |
| 6   |              | 21  |              | 36  |              | 51  |              | 66  |              |
| 7   |              | 22  |              | 37  |              | 52  |              | 67  |              |
| 8   |              | 23  |              | 38  |              | 53  |              | 68  |              |
| 9   |              | 24  |              | 39  |              | 54  |              | 69  |              |
| 10  |              | 25  |              | 40  |              | 55  |              | 70  |              |
| 11  |              | 26  |              | 41  |              | 56  |              | 71  |              |
| 12  |              | 27  |              | 42  |              | 57  |              | 72  |              |
| 13  |              | 28  |              | 43  |              | 58  |              | 73  |              |
| 14  |              | 29  |              | 44  |              | 59  |              | 74  |              |
| 15  |              | 30  |              | 45  |              | 60  |              | 75  |              |

Continuación del apéndice 14.



| No. | No. de serie |
|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|
| 76  |              | 101 |              | 126 |              | 151 |              | 176 |              |
| 77  |              | 102 |              | 127 |              | 152 |              | 177 |              |
| 78  |              | 103 |              | 128 |              | 153 |              | 178 |              |
| 79  |              | 104 |              | 129 |              | 154 |              | 179 |              |
| 80  |              | 105 |              | 130 |              | 155 |              | 180 |              |
| 81  |              | 106 |              | 131 |              | 156 |              | 181 |              |
| 82  |              | 107 |              | 132 |              | 157 |              | 182 |              |
| 83  |              | 108 |              | 133 |              | 158 |              | 183 |              |
| 84  |              | 109 |              | 134 |              | 159 |              | 184 |              |
| 85  |              | 110 |              | 135 |              | 160 |              | 185 |              |
| 86  |              | 111 |              | 136 |              | 161 |              | 186 |              |
| 87  |              | 112 |              | 137 |              | 162 |              | 187 |              |
| 88  |              | 113 |              | 138 |              | 163 |              | 188 |              |
| 89  |              | 114 |              | 139 |              | 164 |              | 189 |              |
| 90  |              | 115 |              | 140 |              | 165 |              | 190 |              |
| 91  |              | 116 |              | 141 |              | 166 |              | 191 |              |
| 92  |              | 117 |              | 142 |              | 167 |              | 192 |              |
| 93  |              | 118 |              | 143 |              | 168 |              | 193 |              |
| 94  |              | 119 |              | 144 |              | 169 |              | 194 |              |
| 95  |              | 120 |              | 145 |              | 170 |              | 195 |              |
| 96  |              | 121 |              | 146 |              | 171 |              | 196 |              |
| 97  |              | 122 |              | 147 |              | 172 |              | 197 |              |
| 98  |              | 123 |              | 148 |              | 173 |              | 198 |              |
| 99  |              | 124 |              | 149 |              | 174 |              | 199 |              |
| 100 |              | 125 |              | 150 |              | 175 |              | 200 |              |

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 16. Hoja de toma de datos de verificación de muestra (ANSI)



Hoja de toma de datos de verificación de muestra (ANSI)

Fecha: \_\_\_\_\_ Solicitante: \_\_\_\_\_ Verificador: \_\_\_\_\_  
 No. de lote: \_\_\_\_\_ Patrón utilizado: \_\_\_\_\_ Tamaño de muestra: \_\_\_\_\_

|                       |                                  |                          |                      |              |                              |                 |  |
|-----------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------|------------------------------|-----------------|--|
| No.                   |                                  | No. de serie             |                      | Hora inicial |                              | T. inicial (°C) |  |
|                       |                                  |                          |                      | Hora final   |                              | T. final (°C)   |  |
| Examen administrativo | Conformidad con el tipo aprobado | Placa de características | Marcado              | Precintos    | Buena condición              | Observaciones   |  |
| Valor                 |                                  |                          |                      |              |                              |                 |  |
| Examen metrológico    | 100 % In, FP = 1 (FL)            |                          | 10 % In, FP = 1 (LL) |              | 100 % In, FP = 0.5 ind. (PF) |                 |  |
| Error (%)             |                                  |                          |                      |              |                              |                 |  |
| No.                   |                                  | No. de serie             |                      | Hora inicial |                              | T. inicial (°C) |  |
|                       |                                  |                          |                      | Hora final   |                              | T. final (°C)   |  |
| Examen administrativo | Conformidad con el tipo aprobado | Placa de características | Marcado              | Precintos    | Buena condición              | Observaciones   |  |
| Valor                 |                                  |                          |                      |              |                              |                 |  |
| Examen metrológico    | 100 % In, FP = 1 (FL)            |                          | 10 % In, FP = 1 (LL) |              | 100 % In, FP = 0.5 ind. (PF) |                 |  |
| Error (%)             |                                  |                          |                      |              |                              |                 |  |
| No.                   |                                  | No. de serie             |                      | Hora inicial |                              | T. inicial (°C) |  |
|                       |                                  |                          |                      | Hora final   |                              | T. final (°C)   |  |
| Examen administrativo | Conformidad con el tipo aprobado | Placa de características | Marcado              | Precintos    | Buena condición              | Observaciones   |  |
| Valor                 |                                  |                          |                      |              |                              |                 |  |
| Examen metrológico    | 100 % In, FP = 1 (FL)            |                          | 10 % In, FP = 1 (LL) |              | 100 % In, FP = 0.5 ind. (PF) |                 |  |
| Error (%)             |                                  |                          |                      |              |                              |                 |  |
| No.                   |                                  | No. de serie             |                      | Hora inicial |                              | T. inicial (°C) |  |
|                       |                                  |                          |                      | Hora final   |                              | T. final (°C)   |  |
| Examen administrativo | Conformidad con el tipo aprobado | Placa de características | Marcado              | Precintos    | Buena condición              | Observaciones   |  |
| Valor                 |                                  |                          |                      |              |                              |                 |  |
| Examen metrológico    | 100 % In, FP = 1 (FL)            |                          | 10 % In, FP = 1 (LL) |              | 100 % In, FP = 0.5 ind. (PF) |                 |  |
| Error (%)             |                                  |                          |                      |              |                              |                 |  |

Hoja \_\_ de \_\_

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 17. Hoja de toma de datos de verificación de muestra (OIML)



Hoja de toma de datos de verificación de muestra (OIML)

Fecha: \_\_\_\_\_ Solicitante: \_\_\_\_\_ Verificador: \_\_\_\_\_  
 No. de lote: \_\_\_\_\_ Patrón utilizado: \_\_\_\_\_ Tamaño de muestra: \_\_\_\_\_

|                                  |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|--|
| No.                              |                          | No. de serie            |                    | Hora inicial              |                   | T. inicial (°C)          |  |
|                                  |                          |                         |                    | Hora final                |                   | T. final (°C)            |  |
| <b>Examen administrativo</b>     |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |
| Conformidad con el tipo aprobado | Placa de características | Marcado                 | Precintos          | Buena condición           | Observaciones     |                          |  |
|                                  |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |
| <b>Examen metrológico</b>        |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |
| $I_{mín}, FP = 1$                | $I_{10}, FP = 1$         | $I_{50}, FP = 0.5$ ind. | $10I_{10}, FP = 1$ | $10I_{50}, FP = 0.5$ ind. | $I_{mín}, FP = 1$ | $I_{mín}, FP = 0.5$ ind. |  |
|                                  |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |

|                                  |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|--|
| No.                              |                          | No. de serie            |                    | Hora inicial              |                   | T. inicial (°C)          |  |
|                                  |                          |                         |                    | Hora final                |                   | T. final (°C)            |  |
| <b>Examen administrativo</b>     |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |
| Conformidad con el tipo aprobado | Placa de características | Marcado                 | Precintos          | Buena condición           | Observaciones     |                          |  |
|                                  |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |
| <b>Examen metrológico</b>        |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |
| $I_{mín}, FP = 1$                | $I_{10}, FP = 1$         | $I_{50}, FP = 0.5$ ind. | $10I_{10}, FP = 1$ | $10I_{50}, FP = 0.5$ ind. | $I_{mín}, FP = 1$ | $I_{mín}, FP = 0.5$ ind. |  |
|                                  |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |

|                                  |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|--|
| No.                              |                          | No. de serie            |                    | Hora inicial              |                   | T. inicial (°C)          |  |
|                                  |                          |                         |                    | Hora final                |                   | T. final (°C)            |  |
| <b>Examen administrativo</b>     |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |
| Conformidad con el tipo aprobado | Placa de características | Marcado                 | Precintos          | Buena condición           | Observaciones     |                          |  |
|                                  |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |
| <b>Examen metrológico</b>        |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |
| $I_{mín}, FP = 1$                | $I_{10}, FP = 1$         | $I_{50}, FP = 0.5$ ind. | $10I_{10}, FP = 1$ | $10I_{50}, FP = 0.5$ ind. | $I_{mín}, FP = 1$ | $I_{mín}, FP = 0.5$ ind. |  |
|                                  |                          |                         |                    |                           |                   |                          |  |

Hoja \_\_ de \_\_

Fuente: elaboración propia.



Certificado

|             |
|-------------|
| USAC        |
| LM/ME       |
| 001-2021    |
| Hoja 1 de 4 |

Laboratorio de Metrología

***Certificado de Verificación de Lote***

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Instrumento de medición:           | El certificado actual solo soporta las medidas que se realizan en el tiempo y con las condiciones ambientales durante la verificación.   |
| Fabricante:                        |  |
| Tipo:                              | El laboratorio de metrología no valida otras características distintas a las que se indican en este certificado.   |
| No. de lote:                       |  |
| Tamaño del lote:                   | Las mediciones tienen trazabilidad a los patrones nacionales los cuales son intercomparados con patrones internacionales.  |
| Tamaño de la muestra:              |  |
| Cliente:                           | Este documento solo tiene validez si se encuentra completo y firmado y sellado originalmente. No debe contener modificaciones.   |
| Certificado de aprobación de tipo: |  |
| Hojas de este certificado:         | Este documento cumple con la norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17020:2012.  |
| Fecha de recepción:                |  |
| Fecha de verificación:             | Cualquier modificación de este documento que sea por razones atribuibles al laboratorio deberá ser informado en un periodo menor a 5 días hábiles después de la fecha de recepción para la corrección. |
| Fecha de emisión de certificado:   |  |
| Sello:                             |  |

|                     |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| Verificó            | Autorizó                           |
| _____               | _____                              |
| Técnico verificador | Jefe del laboratorio de Metrología |

CX DSC-FD 300X  
 Versión: No. X  
 1/01/2021

Edificio T5, Campus Central  
 Guatemala, Guatemala

Tel: 5292 4706

Correo electrónico:  
 lab.metrologia.usac@gmail.com

Continuación del apéndice 18.

|             |
|-------------|
| USAC        |
| LM/ME       |
| 001-2021    |
| Hoja 2 de 4 |

Certificado

No. de serie de los medidores que conforman la muestra:

Continuación del apéndice 18.

Certificado

|             |
|-------------|
| USAC        |
| LM/ME       |
| 001-2021    |
| Hoja 3 de 4 |

**1. CONDICIONES AMBIENTALES PROMEDIO**

Temperatura  
Humedad  
Relativa

**2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Número de fases e hilos:  
Modo de conexión:  
Sistema de medición (Electrónico/electromecánico):  
Tensión nominal:  
Corriente nominal:  
Corriente máxima:  
Corriente de transición:  
Corriente de arranque:  
Corriente mínima:  
Frecuencia nominal:  
Constante de medidor:  
Clase de exactitud:

**3. MÉTODO DE VERIFICACIÓN**

Comparación directa

**4. PATRONES Y EQUIPO UTILIZADOS**

Continuación del apéndice 18.

|             |
|-------------|
| USAC        |
| LM/ME       |
| 001-2021    |
| Hoja 4 de 4 |

Certificado

**5. RESULTADOS**

| Número de medidores conformes | Número de medidores no conformes | Criterio de aceptación de lote (c) | Criterio de rechazo de lote (d) | Resultado |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------|
|                               |                                  |                                    |                                 |           |

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Conformidad del lote con la ANSI C12.1 |                                      |
| Conforme <input type="checkbox"/>      | No conforme <input type="checkbox"/> |
| Observaciones:                         |                                      |

-ÚLTIMA LÍNEA-

Fuente: elaboración propia.

**Manual de calibración del banco de calibración MTE PTS 3.3**

**1. Objetivo**

Gestionar los servicios de calibración con proveedores externos certificados, del patrón de trabajo del banco de calibración de medidores de energía eléctrica MTE PTS 3.3 del Laboratorio de Metrología del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**2. Alcance**

Solicitud de servicio por parte del laboratorio de Metrología del CII de la USAC hasta el cumplimiento del servicio por parte del proveedor externo.

**3. Criterios de selección de proveedores del servicio de calibración**

El proveedor del servicio de calibración debe:

Estar acreditado por la Oficina Guatemalteca de Acreditación OGA como laboratorio de calibración para realizar calibraciones de patrones de medición de energía eléctrica o asegurar la trazabilidad de los patrones de referencia utilizados en las mediciones.

Continuación del apéndice 19.

#### **4. Requisitos del certificado de calibración**

Un certificado de calibración debe contener:

- Título: “certificado de calibración”.
- Identificación o número de certificado.
- Nombre y ubicación del laboratorio y cliente.
- Identificación y descripción del instrumento.
- Fechas de recepción, calibración y emisión.
- Identificación del método de calibración.
- Resultados de calibración.
- Declaración de la incertidumbre.
- Declaración sobre la trazabilidad.
- Nombre y firma de los responsables.
- Declaración sobre la integridad del certificado.
- Declaración sobre limitaciones de uso.

#### **5. Solicitud**

El auxiliar de laboratorio realiza solicitud de cotizaciones para la calibración del equipo.

Selecciona al proveedor que cumpla con los criterios de selección de proveedores del servicio de calibración.

Se realiza requerimiento de servicio de calibración ante las autoridades administrativas.

## Continuación del apéndice 19.

Solicita el formato de solicitud al proveedor de servicios de calibración seleccionado.

Elabora la solicitud especificando que se requiere calibración.

La administración correspondiente realiza el traslado de fondos con el valor correspondiente a la cuenta de cobros del proveedor.

### **6. Calibración**

El proveedor realiza el servicio de calibración del equipo y da cumplimiento al objeto de la orden.

Entrega los certificados de calibración.

### **7. Revisión**

El responsable del laboratorio revisa el certificado de calibración del patrón con el fin de constatar el cumplimiento de los requisitos.

Si no contiene la información necesarioa se informa al proveedor los cambios necesarios, si los cambios son aplicables corrige y entrega certificado de calibración al laboratorio.

Archiva certificado de calibración y cierra solicitud.

Fuente: elaboración propia.



# ANEXOS

## Anexo 1. Certificado del patrón de medidor de energía eléctrica K2006



**Physikalisch-Technische Bundesanstalt**  
Braunschweig und Berlin  
Nationales Metrologieinstitut

Seite 12 zum Kalibrierschein vom 2016-03-11, Kalibrierzeichen: 28009 PTB 16  
Page 12 of the Calibration Certificate dated 2016-03-11, calibration mark: 28009 PTB 16

**7. Messunsicherheiten**  
Measurement uncertainties

| Messgröße<br>Measurement value  | U<br>in V   | I<br>in A     | f<br>in Hz | Rel. Messunsicherheit<br>Rel. measurement uncertainty<br>· 10 <sup>9</sup> | Bezogen auf<br>Related to |
|---|-------------|---------------|------------|--|---------------------------|
| Spannung<br>Voltage   | 1,0 - 10    |               | DC         | 5  | U                         |
| Spannung<br>Voltage   | 30 - 240    |               | 53         | 30   | U                         |
|   | > 240 - 480 |               | 53         | 35   | U                         |
| Stromstärke<br>Current  |             | 0,005 - 0,01  | 53         | 200  | I                         |
|   |             | > 0,01 - 0,02 | 53         | 110  | I                         |
|   |             | > 0,02 - 0,05 | 53         | 80   | I                         |
|   |             | > 0,05 - 160  | 53         | 30   | I                         |
| Wirkleistung,<br>Blindleistung,<br>Scheinleistung<br>Active power,<br>Reactive power,<br>Apparent power |             |               |            | Mode: 4wa, 4wr, 4wap<br>3wa, 3wr, 3wap                                     |                           |
|   | 60 - 240    | 0,005 - 0,01  | 53         | 200  | S                         |
|   | 60 - 240    | > 0,01 - 0,02 | 53         | 150  | S                         |
|   | 60 - 240    | > 0,02 - 0,05 | 53         | 100  | S                         |
|   | 60 - 240    | > 0,05 - 0,1  | 53         | 50   | S                         |
|   | > 240 - 480 | > 0,05 - 0,1  | 53         | 60   | S                         |
|   | 30 - 240    | > 0,1 - 20    | 45 - 65    | 60   | S                         |
|   | > 240 - 480 | > 0,1 - 20    | 53         | 50   | S                         |
|   | 60 - 240    | > 20 - 160    | 53         | 50   | S                         |
| Frequenz<br>Frequency   |             |               | 60000      | 1  | f                         |

Die relativen Messunsicherheiten sind auf die angelegten Werte von Spannung, Stromstärke, Scheinleistung, bzw. Frequenz bezogen., zum Zeitpunkt der Messung.

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k = 2$  ergibt. Sie wurde gemäß dem „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ (GUM) ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt im Regelfall mit einer Wahrscheinlichkeit von annähernd 95 % im zugeordneten Werteintervall.

Nach der Kalibrierung wurde das Gerät verplombt.

*The relative measurement uncertainties are referred to the applied values of voltage, current, apparent power, or frequency respectively, at the time of measurement.*

*The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor  $k = 2$ , which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95 %. See „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“, (GUM).*

*After the tests the instrument was provided with the PTB's official seal.*

Fuente: Meter Test Equipment AG. *Medidor de energía eléctrica K2006.*

<https://www.mte.ch/en/products/portable-test-equipment/reference-standards-38>. Consulta: 29 de noviembre de 2021.

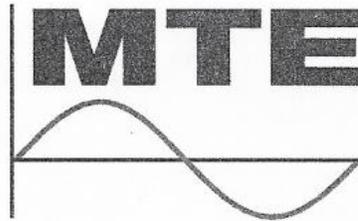
## Anexo 2. Inspección de muestras

| No. | Lot size         | Sample size | Number of non-conforming meters     |                                    | Spare utility meters according to 8.3 |
|-----|------------------|-------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
|     |                  |             | Criterion for acceptance of lot (c) | Criterion for rejection of lot (d) |                                       |
| 1.1 | up to 1 200      | 50          | 1                                   | 2                                  | 10                                    |
| 1.2 | 1 201 to 3 200   | 80          | 3                                   | 4                                  | 16                                    |
| 1.3 | 3 201 to 10 000  | 125         | 5                                   | 6                                  | 25                                    |
| 1.4 | 10 001 to 35 000 | 200         | 10                                  | 11                                 | 40                                    |

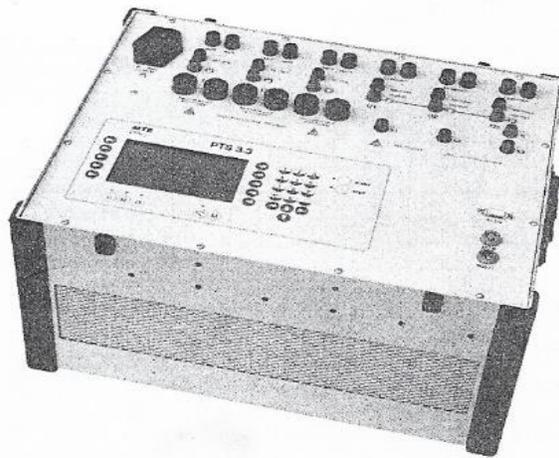
Fuente: Organización Internacional de Metrología Legal - OIML. *Surveillance of utility meters in service on the basis of sampling inspections*. [https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_g/g020-e17.pdf](https://www.oiml.org/en/files/pdf_g/g020-e17.pdf).

Consulta: 29 de noviembre de 2021.

### Anexo 3. Manual de operación



**PTS 3.3**  
**Equipo de Ensayo Portátil**  
**Manual de Instrucciones**  
- Version 4 -



Continuación del anexo 3.

| <b>Índice</b>  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Seguridad .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. Generalidades .....</b>                                    | <b>5</b>  |
| <b>3. Conexiones y Arranque.....</b>                             | <b>6</b>  |
| 3.1 Elementos de Conexión y Control.....                         | 6         |
| 3.2 Instalación del Circuito de Ensayo.....                      | 10        |
| 3.2.1 Circuitos de Corriente .....                               | 10        |
| 3.2.2 Circuitos de Tensión .....                                 | 10        |
| 3.2.3 Circuitos Especiales.....                                  | 10        |
| 3.2.4 Conexión a un PC.....                                      | 10        |
| 3.3 Arranque.....  | 11        |
| <b>4. Manejo del PTS 3.3 .....</b>                               | <b>12</b> |
| 4.1 Display y Elementos de Control.....                          | 12        |
| 4.1.1 Display y Pantallas Variables .....                        | 12        |
| 4.1.2 Indicación de los Ingresos Básicos Actuales y Menú .....   | 13        |
| 4.1.3 Teclado .....  | 15        |
| 4.1.4 Teclas de Función.....                                     | 15        |
| 4.2 Ingreso de Datos .....                                       | 16        |
| 4.3 Arranque (Start) / Parada (Stop).....                        | 17        |
| 4.4 Menú de instalación para los ingresos básicos .....          | 18        |
| 4.4.1 Submenú ingresos del sistema SYS.....                      | 20        |
| 4.5 Modos de operación básica .....                              | 23        |
| 4.5.1 Ensayo .....   | 23        |
| 4.5.2 Medida .....   | 23        |
| 4.5.3 Fuente .....   | 23        |
| 4.6 Modos de conexión.....                                       | 24        |
| 4.6.1 Modo 2-hilos.....  | 24        |
| 4.6.2 Modo 3-hilos.....  | 24        |
| 4.6.3 Modo 4-hilos.....  | 25        |
| 4.7 Vista general del menú principal y los submenús.....         | 26        |
| <b>5. Manejo de la fuente interna.....</b>                       | <b>29</b> |
| 5.1 Ajuste de la fuente .....                                    | 29        |
| 5.2 Tablas de puntos de carga .....                              | 30        |
| 5.3 Alarmas.....   | 31        |
| <b>6. Medida.....</b>  | <b>32</b> |
| 6.1 Valores de carga $U_{I\phi}$ y valores de potencia PQS ..... | 32        |
| 6.1.1 Valores de carga en el modo 4-hilos.....                   | 32        |
| 6.1.2 Valores de carga en el modo 3-hilos.....                   | 32        |
| 6.1.3 Valores de potencia activa (PQS).....                      | 33        |
| 6.1.4 Valores de potencia reactiva (QSP).....                    | 33        |
| 6.1.5 Valores de potencia aparente (SPQ) .....                   | 33        |
| 6.2 Análisis de circuitos .....                                  | 34        |
| 6.2.1 Diagrama vectorial en el modo de 4-hilos .....             | 34        |
| 6.2.2 Diagrama vectorial en el modo de 3-hilos.....              | 34        |

Continuación del anexo 3.

|  |           |
|--|-----------|
| <b>7. Ensayo de contador.....</b>  | <b>35</b> |
| 7.1 Configuraciones para el ensayo de contadores .....   | 35        |
| 7.2 Medida de error .....  | 38        |
| 7.3 Ensayo de las minuterías .....   | 40        |
| 7.4 Ejemplo de un ensayo de contadores .....   | 43        |
| 7.4.1 Medida del error en un contador de 4-hilos energía activa en el modo de operación hasta 120A .....           | 43        |
| <b>8. Guardar resultados medidos .....</b>   | <b>44</b> |
| 8.1 Guardar resultados .....   | 46        |
| 8.2 Borrar resultados .....  | 46        |
| Borrar todas .....   | 47        |
| 8.3 Ver resultados.....  | 47        |
| 8.4 Imprimir resultados .....  | 50        |
| 8.5 Bajar datos a través del interfaz de serie .....   | 53        |
| <b>9. Ejemplos de conexiones en el modo de ensayo.....</b>   | <b>55</b> |
| 9.1 Ensayo de un contador conexión directa de 4-hilos hasta 10 A.....  | 55        |
| 9.2 Ensayo de un contador conexión directa de 3-hilos hasta 10 A.....  | 57        |
| 9.3 Ensayo de un contador conexión directa de 4-hilos hasta 120 A.....   | 59        |
| 9.4 Ensayo de un contador conexión directa de 3-hilos hasta 120 A.....   | 61        |
| 9.5 Ensayo de un contador de 4-hilos operado a través de transformadores hasta 10 A.....                           | 63        |
| 9.6 Ensayo de un contador de 3-hilos operado a través de transformadores hasta 10 A.....                           | 65        |
| 9.7 Ensayo de un contador instalado de 4-hilos hasta 120 A.....  | 66        |
| 9.8 Ensayo de un contador instalado conexión directa de 3-hilos hasta 120 A .....                                  | 68        |
| <b>10. Ejemplos de conexiones en el modo de medida .....</b>   | <b>70</b> |
| 10.1 Ensayo de un contador instalado de 4-hilos operado a través de transformadores .....                          | 70        |
| 10.2 Ensayo de un contador instalado de 3-hilos operado a través de transformadores .....                          | 72        |
| 10.3 Ensayo de un contador instalado de 4-hilos hasta 100 A, usando transformadores de corriente tipo Pinzas ..... | 73        |
| 10.4 Ensayo de un contador instalado de 3-hilos hasta 100 A, usando transformadores de corriente tipo Pinzas ..... | 75        |
| <b>11. Datos Técnicos .....</b>  | <b>77</b> |

## Continuación del anexo 3.

34  
35  
38  
40  
43  
43  
44  
46  
46  
47  
47  
50  
53  
55  
55  
57  
59  
61  
63  
65  
66  
68  
70  
70  
72  
73  
75  
77

### 1. Seguridad

Los siguientes símbolos aparecen en el equipo y en el manual de instrucciones con el siguiente significado:

 **Aviso! Por favor consultar el manual de instrucciones antes de usar el equipo.**  
El no seguir o llevar a cabo las instrucciones que preceden a este símbolo puede resultar dañoso para el operario o deteriorar el equipo y la instalación.

 **Precauciones generales para el uso** 

Para prevenir choque (shock) eléctrico:

- ◆ Este equipo solo debe ser usado por personal cualificado aplicando las precauciones de seguridad.
- ◆ Tomar precaución durante la instalación y el uso de este equipo; alta tensión e intensidades pueden estar presentes en el circuito a ensayar.
- ◆ Se deben de observar y tener en cuenta los reglamentos de seguridad locales.

MTE  EDI Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 3/79

Continuación del anexo 3.



**Precauciones para el uso del PTS 3.3  
en el modo de medida**



- ♦ No está permitido de usar las entradas de corrientes directas del PTS 3.3 para medir en instalaciones no protegidas (en el lado secundario de transformadores de corriente no protegidos intrínsecos, en instalaciones sin protección de fusibles).
  
- ♦ No usar las terminales de corriente 1A/10A, cuando se mide en el lado secundario de un transformador de corriente.  

**Aviso!** Si durante los ensayos el circuito de corriente 1A/10A está abierto, existe peligro de aparecer alta tensión y de este modo deteriorarse los transformadores de corriente y el equipo
  
- ♦ Usar las terminales de alto amperaje cuando se lleven a cabo ensayos en el lado secundario de los transformadores de corriente.  

**Nota:** El circuito de corriente entre los conectores de alto amperaje negro y azul no está protegido por fusible y por lo tanto siempre cerrado.  
**Nota:** En el modo de medida los terminales de alto amperaje se pueden utilizar para el rango completo de la corriente especificada. Intensidades <10A son medidas con la misma precisión que si se mediera con las terminales de corriente de 1A/10A.  
**Nota:** Si no se pudieran utilizar los cables de alto amperaje conjuntamente con las borneras de ensayo existentes, se dispone opcionalmente de cables adaptadores desde los conectores de alto amperaje a cables de 2.5mm<sup>2</sup> con conectores de seguridad de 4mm.
  
- ♦ Utilizar las terminales de corriente de 1A/10A solo, si se puede abrir el circuito de corriente durante los ensayos sin peligro para el operador, el equipo a ensayar y el propio instrumento.  

**Aviso!** En caso de falla, la tensión a través de las terminales de corriente de 1A/10A no debe exceder 440 VAC! No se garantiza la correcta operación de las releés incorporadas y los fusibles de protección (1.6AFF / 16AFF) con fallas de tensiones >440VAC



Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 -

Página 4/79

2.  
El  
int  
me  
car  
El  
situ  
Ve  
.  
.  
.  
.  
.  
.  
Fu  
.  
.  
.  
.  
A1  
.  
.  
.  
O  
.  
.  
P.  
al

## Continuación del anexo 3.

### 2. Generalidades

El equipo portátil de ensayo PTS 3.3 está compuesto por una fuente trifásica de tensión e intensidad, y por un patrón trifásico de referencia electrónico de clase 0,05%. El amplio rango de medida, la alta precisión y la baja sensibilidad a interferencias externas son algunas de las características más notables del PTS 3.3.

El PTS 3.3 permite el monitoreo y control de instalaciones de contadores, así como el análisis de la situación de la red.

#### Ventajas

- Fácil verificación de contadores bajo condiciones de carga definidas, gracias a la compacta fuente de tensión e intensidad integrada
- Ensayo automático de puntos de carga definidos sin necesidad de un PC externo
- Memoria interna para resultados de ensayo y datos de clientes
- Presentación del diagrama vectorial y la secuencia de fases, para el análisis de las condiciones de la red
- Fácil uso de la combinación de la fuente y patrón de referencia, así como del ingreso de datos
- El sistema puede ser usado ya sea como patrón solo o conjuntamente con la fuente integrada, o como sistema completo de ensayo.

#### Funciones

- Generación independiente de condiciones de carga desde monofásicas hasta trifásicas, para el ensayo de contadores de electricidad
- Medida de energía activa, reactiva y aparente en circuitos de 3 ó 4 hilos, con cálculo de error integrado y salida de impulsos para energía
- Medida de tensión
- Medida de intensidad directamente o a través de transformadores tipo Pinzas
- Medida de potencia activa, reactiva y aparente por fase y la suma de todas las fases
- Medida del ángulo de fase, factor de potencia y frecuencia

#### Aplicaciones

- Ensayo de contadores "in situ"
- Control de las minuterías de los contadores
- Control de las condiciones de cargas de los circuitos
- Ensayo de contadores en laboratorio

#### Opciones

- Software CALSOFT
- Software CAMCAL for Windows
- Transformadores tipo pinzas compensadas hasta 100 A

Para cualquier tipo de información concerniente al empleo de este aparato, o bien cualquier consulta al respecto, no duden en dirigirse directamente a EMH o a MTE en:

EMH Energie-Messtechnik GmbH  
Vor dem Hassel 2  
D-21438 Brackel  
Alemania  
Phone +49 - 4185 - 5857-0  
Fax +49 - 4185 - 5857-68

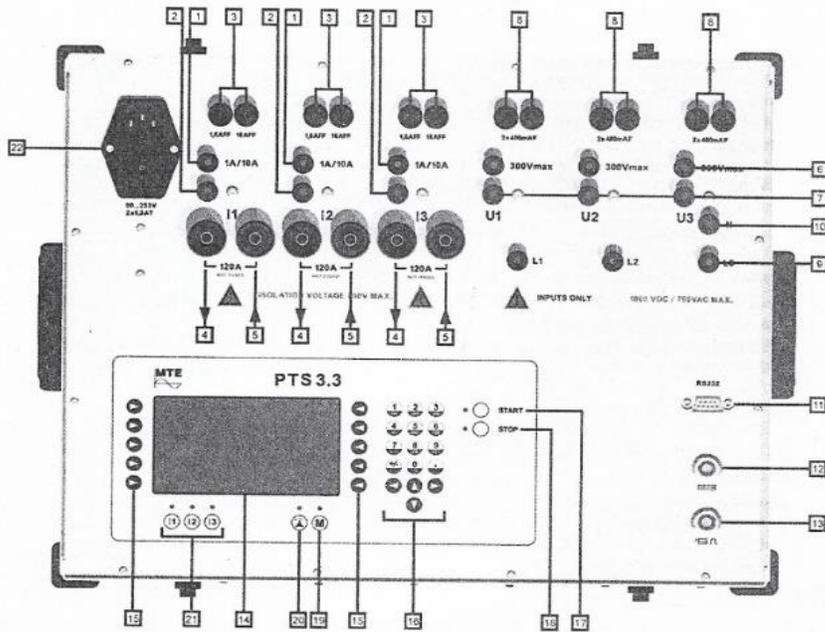
MTE Meter Test Equipment AG  
Dammstrasse 16  
CH-6304 Zug  
Suiza  
Phone +41 - 41 - 724 24 48  
Fax +41 - 41 - 724 24 25

Continuación del anexo 3.

### 3. Conexiones y Arranque

Todos los puertos están accesibles en el panel frontal del instrumento tras abrir la tapa. Su manejo se realiza mediante el teclado integrado o a través del interfaz serial.

#### 3.1 Elementos de Conexión y Control



- [1] **Terminales de corriente negras 1 A/10A para I1, I2, I3**  
 La corriente fluye en dirección saliendo del PTS 3.3,  $I_{max}=10A$ , protegida con fusibles (véase [3])  
 Conexión: bases aisladas de 4 mm
-  **Función**  
 Salida: Modo de Ensayo, Modo de Fuente  
 Cable de vuelta: Modo de Medida
- [2] **Terminales de corriente azules 1 A/10A para I1, I2, I3**  
 La corriente fluye en dirección entrando en el PTS 3.3,  $I_{max}=10A$ , protegida con fusibles (véase [3])  
 Conexión: bases aisladas de 4 mm
-  **Función**  
 Cable de vuelta: Modo de Ensayo, Modo de Fuente  
 Entrada: Modo de Medida
- [3] **Fusibles para la conexión de corriente 1A/10A para I1, I2, I3**  
 Para rango interno 1A: Fusible 1.6AFF  
 Para rango interno 10A: Fusible 16AFF

Continuación del anexo 3.

[4] **Terminales de corriente negras 120A para I1, I2, I3**

La corriente fluye en dirección saliendo del PTS 3.3,  $I_{max}=120A$ , sin fusibles  
Conexión: bases de alto amperaje de 6mm



**Función**

Salida: Modo de Ensayo, Modo de Fuente  
Cable de vuelta: Modo de Medida

[5] **Terminales de corriente azules 120A para I1, I2, I3**

La corriente fluye en dirección entrando en el PTS 3.3,  $I_{max}=120A$ , sin fusibles  
Conexión: bases de alto amperaje de 6 mm



**Función**

Cable de vuelta: Modo de Ensayo, Modo de Fuente  
Entrada: Modo de Medida



ISOLATION VOLTAGE 500V MAX.



La tensión entre todas las terminales de intensidad de una fase ([1], [2], [4], [5]) y las terminales de corriente de las otras fases, las terminales de tensión, todas las otras terminales, la caja y la toma de tierra no debe exceder 500 VAC.



**Aviso!** Cuando se ensayan contadores con el puente de tensión cerrado, los circuitos de corriente están conectados con los circuitos de tensión. En este caso existen peligrosas líneas de tensiones en los circuitos de corriente!

[6] **Terminales negras de salida de tensión para fases U1, U2, U3**

$U_{max}=300VAC$   
Conexión: bases aisladas de 4 mm

**Atención!** Solamente salida, usadas para Modo de Fuente o en Modo de Ensayo.  
No conectar a tensión de alimentación



[7] **Terminales azules de salida de tensión del neutro U1, U2, U3**

Todas las tres terminales están internamente conectadas en conjunto y conectadas al N [10]  
Conexión: bases aisladas de 4 mm



[8] **Fusibles para la conexión de la salida de tensión 300Vmax para U1, U2, U3**

Fusibles: 2 x 400mAF



**Aviso!** U1, U2, U3 solo son salidas, usadas en el Modo de Fuente y en el Modo de Ensayo. No conectar a tensión de red.

[9] **Terminales negras de entrada de tensión para fases L1, L2, L3**

$U_{max}=1000VDC/750VAC$

Continuación del anexo 3.

Conexión: bases aisladas de 4 mm



[10] **Terminal azul de entrada de tensión del neutro N**  
 Conectado internamente con [7]  
 Conexión: bases aisladas de 4 mm



 **INPUTS ONLY 1000 VDC / 750 VAC MAX.**

**Aviso!** Las terminales L1, L2, L3, N solo son entradas, solamente usadas en el Modo de Medida. Las tensiones de Fase - Neutro L1-N, L2-N, L3-N no pueden exceder los valores máximos 1000 VDC / 750 VAC.

No alterar estas terminales con las terminales de salidas de tensión del instrumento U1, U2, U3.

[11] **Toma para la línea del interfaz serial RS232**  
 Conexión: conector de 9 polos Sub-D



Pin 2 ⇔ TxD  
 Pin 3 ⇔ RxD  
 Pin 5 ⇔ GND  
 Pin 7 ⇔ CTS  
 Pin 8 ⇔ RTS

[12] **Conexión para pinzas amperimétricas de 100A de compensación electrónica**  
 Conexión: Conector de base Redel, 14 polos, apto en exclusiva para un juego de 3 pinzas amperimétricas MTE compensadas electrónicamente.



[13] **Conector para cabeza lectora, entrada / salida de impulsos**  
 Conexión: conector Redel, 8 polos

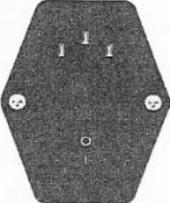


Pin 1,8 ⇔ GND  
 Pin 2 ⇔ +12V  
 Pin 3 ⇔ fout  
 Pin 4,5,6 ⇔ NC  
 Pin 7 ⇔ fin

[14] **LCD-Display con 112 x 232 Dots ?**  
 [15] **Teclas variables para display**  
 [16] **Teclado alfanumérico con teclas de cursor**

MTE  EDI  Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 8/79

Continuación del anexo 3.

|      |  |   |              |  |
|------|--|---|--------------|--|
| [17] | Tecla de arranque  |  | <b>START</b> | El LED se pone verde, si la fuente está activada                             |
| [18] | Tecla de parada  |  | <b>STOP</b>  | El LED se pone rojo, si la fuente está parada (tensión y corriente apagados) |
| [19] | Tecla de Memoria   |   |              |  |
| [20] | Tecla de Secuencia de Fases  |   |              |  |
| [21] | Teclas de activación de fases para corrientes I1, I2, I3             |   |              |  |
| [22] | Conector de tensión de alimentación, Interruptor principal, fusibles |  |              |  |

1 ⇨ Interruptor principal  
2 ⇨ Fusibles 2 x 6.3A / 250 V ("T" lentos)  
(debajo de la tapa)  
3 ⇨ Conexión tensión de alimentación:  
88<sub>min</sub> ... 264<sub>max</sub> VAC, 47 ... 63 HZ.

9

MTE EDI

Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 -

Página 9/79

## Continuación del anexo 3.

### 3.2 Instalación del Circuito de Ensayo

La tensión de entrada de alimentación y las conexiones del circuito de medida deberá de hacerse antes de encender el equipo.

Si se llevase a cabo un ensayo con cabeza lectora, está deberá de ser conectada al conector correspondiente.

En el Capítulo 8 se muestran diferentes de ejemplos de conexiones usando el PTS 3.3 para ensayos de diferentes tipos de contadores a medir, y diferentes modos de conexión.

#### 3.2.1 Circuitos de Corriente

Existen dos conexiones para cada fase. Para corrientes hasta 10A se usan las dos bases aisladas de 4 mm. Para corrientes superiores hasta 120A se usan las dos bases de alto amperaje.



**Atención!** Solo se puede llevar a cabo al mismo tiempo una sola conexión para cada fase la de 1A/10A ó 120A y la conexión usada debe de ser la misma que la seleccionada en el menú de instalación 10A ó 120A

Partiendo desde la terminal negra el circuito de corriente de una fase es cerrado pasando por el contador a ensayar y de vuelta a la terminal azul.

Las salidas de corriente son libres de potencial. Cada fase está protegida con dos fusibles, separados para el rango de 1A con 1.6AFF y el rango de 10A con 16AFF.



**Atención!** Si se utilizan los transformadores de corriente tipo Pinzas, conéctelas primero al PTS 3.3 y después a los cables del circuito de ensayo.

#### 3.2.2 Circuitos de Tensión

Los circuitos de tensión para la salidas de tensión (U1, U2, U3) y medida, entradas de tensión (L1, L2, L3, N) están separados.

Las salidas de tensión U1, U2, U3 son usadas para la conexión directa desde el contador a ensayar al PTS 3.3 en los modos de Ensayo y de Fuente. Las salidas de tensión están conectadas en configuración estrella. Las terminales azules de U1, U2, U3 están conectadas todas en conjunto. Las salidas de tensión están a prueba de cortocircuito y libres de potencial. Cada salida está protegida con dos fusibles 2 x 400mAF.

Las entradas de tensión L1, L2, L3, N son usadas para la conexión directa desde el contador a ensayar al PTS 3.3 en el modo de Medida. Las entradas de tensión están conectadas en configuración estrella. La terminal del neutro está conectada con las terminales del neutro de las salidas de tensión (terminales azules U1, U2, U3).

#### 3.2.3 Circuitos Especiales

Para la conexión de contadores a ensayar, los cuales circuitos de corriente y tensión no se pueden separar (por ejemplo contadores que no se pueden abrir el puente de tensión) se puede conectar conjuntamente las correspondientes terminales de corriente y tensión del PTS 3.3.



**Atención!** En este caso el circuito de corriente está bajo tensión.



**Atención!** La máxima tensión de aislamiento de los circuitos de corriente no puede exceder 500V<sub>max</sub>

#### 3.2.4 Conexión a un PC

El Equipo de Ensayo Portátil PTS 3.3 tiene un interfaz de comunicación RS 232 para control remoto con PC. De este modo los procesos de ensayo pueden ser automatizados de forma extensa.

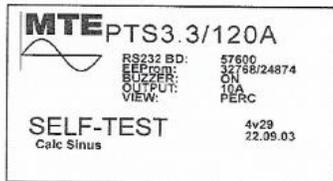
El interfaz deseado del PTS 3.3 viene seleccionado y configurado a través menú del sistema. Además el interfaz del PTS 3.3 debe ser conectado al interfaz de un PC. El control se lleva a cabo a través de los comandos, descritos en un documento a parte.

### Continuación del anexo 3.

#### 3.3 Arranque

El interruptor principal se utiliza para encender el equipo. Después de un pequeño autocontrol del procesador interno, el programa de control comienza.

Al encender el equipo se presenta la siguiente información:



Tan pronto se alimenta el equipo se lleva a cabo un pequeño autocontrol del procesador y el generador comienza a funcionar. El progreso del autocontrol se puede apreciar viendo la barra gráfica en la parte inferior del display.

Son presentados algunos ajustes básicos (véase la descripción abajo).

Tan pronto el control ha terminado se muestra el display principal o 'home'.

RS232 BD: 57600

Baud rate actual del interfaz de serie RS232 es 57600

EEPROM: 32768/24874

Total / Memoria interna libre

BUZZER: ON

El estado del integrado buzzer es ON

OUTPUT: 10A

La salida de corriente seleccionada es 10A

VIEW: PERC

PERC: Los resultados de error son mostrados en porcentaje. (por defecto - default).

PROM: Los resultados de error son mostrados en por mil.

El estado de la presentación puede cambiarse a través del interfaz de serie con los comandos:

:syst:set:view perc

:syst:set:view prom

4v29  
22.09.03

Versión y fecha del integrado firmware del PTS 3.3

Continuación del anexo 3.

**4. Manejo del PTS 3.3**

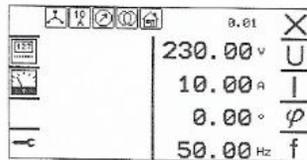
El capítulo siguiente trata de las operaciones manuales con el equipo de ensayo portátil PTS 3.3. El manejo mediante comandos a través del interfaz serial se explica en un manual de instrucciones separado.



Antes de operar el equipo, leer cuidadosamente las precauciones de seguridad en el capítulo 1.

**4.1 Display y Elementos de Control**

**4.1.1 Display y Pantallas Variables**



Secciones estándar del display:

- Indicaciones del estado en la parte superior con el menú actual indicado en la línea vertical
- Definiciones de las pantallas variables en los márgenes de izquierda y derecha
- Resultados de las medidas la mayoría de las veces al lado izquierdo
- Ingresos de la fuente normalmente al lado derecho
- Listado actual de puntos de carga y punto de carga en la esquina superior derecha (0.01)

Espacios de las pantallas variables al lado izquierdo y derecho

Al margen derecho e izquierdo se presentan siempre 5 idénticos espacios, definiendo la función de las correspondientes, a si llamadas pantallas variables del margen derecho e izquierdo del display. Las 10 pantallas variables, 5 a cada lado, son usadas para navegar a submenús y para activar ingresos de datos.

Lado izquierdo del display

Este lado normalmente es usado para presentar los resultados medidos de ensayo de contadores, medidas y análisis de circuitos.

Lado derecho del display

Con algunas excepciones este lado está reservado para el ingreso de los datos de la fuente incorporada. El ingreso de la tensión U, corriente I, ángulo de fase entre corriente y tensión  $\phi$  y frecuencia f pueden ser cambiadas.

Indicaciones del estado

Hasta siete espacios son presentados para indicar el estado actual del equipo.

Indicación del punto de carga seleccionado

En la esquina superior derecha se presentan la tabla actual de los puntos de carga (número antes del punto de decimal) y el punto de carga seleccionado (número después del punto del decimal).

Pantallas variables en el menú principal o 'home'

Lado izquierdo



Llamar submenú ensayo de contadores



Llamar submenú medida



Llamar submenú instalación

### Continuación del anexo 3.

El  
S

**Lado derecho**

 Llamar el submenú listado de puntos de carga

 Ingreso de las tensiones de la fuente  
(común para todas las fases activadas)

 Ingreso de las corrientes de la fuente  
(común para todas las fases activadas)

 Ingreso del ángulo de fase entre corriente y tensión  
(común para todas las fases activadas)

 Ingreso de la frecuencia  
(común para todas las fases)

**4.1.2 Indicación de los Ingresos Básicos Actuales y Menú**  
En la parte superior del display se presenta siempre el menú actual y el estado de los ingresos actuales.



**Indicación menú principal**

 **Menú actual**  
El menú principal siempre se presenta siempre en el centro en la parte superior del display de la línea vertical de separación.

 Menú principal o 'Home'

 Submenú ensayo de contadores

 Submenú medida

 Submenú ensayo de circuitos

 Submenú instalación

MTE EDI Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 13/79

### Continuación del anexo 3.

**Indicación de los ingresos del PTS 3.3**  
Los siguientes símbolos de estado son presentados siempre en la misma posición. El espacio está en blanco si la función no está activa o si el estado no es de interés en ese momento. Los ingresos se pueden cambiar en el submenú instalación.

**Modo del Circuito**

-   Modo 4-hilos
-  Modo 3-hilos
-  Modo 2-hilos

**Salida / entrada de Corriente**

-   Salida / entrada de 10A activa
-  Salida / entrada de 120A activa

**Modo de Medida**

-   Medida activa (ON)
- Vacio Medida apagada (OFF)

**Modo de Fuente**

-   Fuente activa (ON)
- Vacio Fuente apagada (OFF)

**Modo de medida de corriente y activación de los factores de trafos**

- vacio Activas las entradas de corriente directas
-  Activas las Pinzas
-  Activas las entradas de corriente directas con los factores de trafos activos
-  Activas las Pinzas con los factores de trafos activos

**Memoria de Datos**

-   Modo de memoria activa
- Vacio Modo de memoria inactiva

MTE  EDI  Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 14/79

### Continuación del anexo 3.

4.1.3 Teclado

 **Teclas alfanuméricas:** para ingreso de valores numéricos y texto dentro de los menús

 Durante el ingreso de texto los caracteres que se presentan en la parte inferior de las teclas pueden ser seleccionadas tras presionar varias veces la tecla. De un modo ciclométrico se pueden seleccionar los caracteres pequeños, caracteres capitales y los números. El último carácter o número seleccionado será ingresado en el espacio de entrada.

 La señal debajo del cero simboliza un espacio.

 **Teclas del cursor verticales y horizontales**

4.1.4 Teclas de Función

 **START** **Tecla de Arranque**  
Usada para activar las salidas de la fuente y para comenzar la medida del error. El LED está verde cuando la fuente y la medida están activos.

 **STOP** **Tecla de Parada**  
Usada para desactivar las salidas de la fuente y para interrumpir la medida de un error o terminar una secuencia de dosificación de energía. El LED está rojo cuando la fuente y la medida están parados.

 **M** **Tecla de Memoria**  
La tecla es usada para guardar los ingresos de los puntos de carga en el listado de puntos de carga o ingresos básicos en el menú de instalación y para guardar los resultados si la función de guardar está activada. Para guardar resultados se debe de presionar la tecla durante unos segundos hasta que suene una señal.

 **Rotación de la Fase**

-  **Rotación de la fase hacia la derecha (normal)**  
Rotación correcta de la fase. El LED está desactivado (OFF).
-  **Rotación de la fase hacia la izquierda**  
Rotación errónea de la fase. El LED está activado (ON).

MTE EDI Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 15/79

Continuación del anexo 3.



**Activación de las fases de corriente I1, I2, I3**

Después de cambiar el estado de una fase la fuente siempre está apagada y debe ser activada de nuevo con la tecla START.  
 En el modo 3-hilos, la I2 debe estar siempre desactivada.  
 En el modo 2-hilos, las I1 y I2 deben de estar siempre desactivadas.

**Indicación del LED por ejemplo para la fase L1**

**Corriente I1 está activa**

La corriente I1 será activada con el valor programado bajo I, si se ha presionado la tecla START.

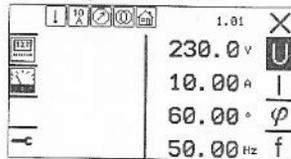


**Corriente I1 está desactiva**

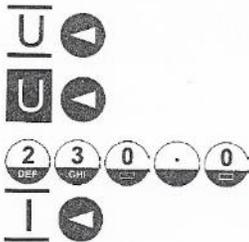
La corriente I1 permanece desactiva, independiente del valor bajo I y la operación con la tecla START.



**4.2 Ingreso de Datos**



El ingreso de datos es llevado a cabo con las pantallas variables, las teclas del cursor y el teclado alfanumérico.



Para el ingreso de datos presione al lado de la pantalla variable del valor o parámetro que desee cambiar, por ejemplo el ingreso de la tensión de un punto de carga. La correspondiente pantalla variable se presentará a la inversa.

Ingrese con el teclado por ejemplo 230.0. El valor antiguo será sobrescrito.

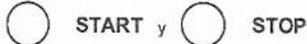
Terminar el ingreso presionando cualquier otra pantalla variable o tecla de función, por ejemplo la pantalla variable para el ingreso de corriente.

**Observación:** En caso de confundirse, repita la secuencia completa de ingreso presionando la pantalla variable de nuevo.

### Continuación del anexo 3.

#### 4.3 Arranque (Start) / Parada (Stop)

La operación de la fuente interna y de la medida del error está controlada con las dos teclas de función:



#### Indicación de los LED's de las teclas de función START y STOP

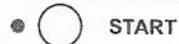
Las indicaciones de los LED's de las teclas START y STOP son muy importantes, dado que ellos indican, si las salidas de la fuente están activas o inactivas. El operario deberá de vigilar siempre ambos LED's juntos.



**Aviso!** Antes de hacer cualquier cambio en la instalación, en particular en las partes sujetas a alta tensión, la fuente tiene que estar en el modo de espera "STANDBY" (el LED de la tecla STOP está rojo)

Especial cuidado se deberá de tener si se ensayan contadores con el puente de tensión cerrado. En este caso no existe separación galvánica en el contador a ensayar entre los circuitos de tensión y corriente. Esto significa que también está presente la tensión de línea en las conexiones de corriente entre el PTS 3.3 y el contador a ensayar.

#### Estado después de la tecla STOP



START

#### ESPERA (STANDBY)

Tensiones desactivas (OFF)

Corrientes desactivas (OFF)



STOP

**Nota:** El estado de espera (STANDBY) queda automáticamente activado después de encender el equipo y después de cambiar los ingresos.

#### Estado después de la tecla START



START

#### ACTIVADAS

Tensiones activas (ON)

Corrientes activas (ON)



STOP

**Nota:** El LED verde de la tecla START parpadea durante la transición a estado activo o en caso de un error.

#### Estado después de finalizar la medida de un error y entre puntos de carga



START

#### MEDIO

Tensiones activas (ON)

Corrientes desactivas (OFF)



STOP



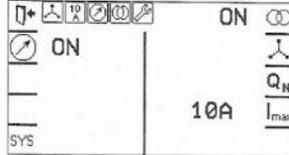
**Atención!** En este estado las tensiones están activas (ON)

Continuación del anexo 3.

4.4 Menú de instalación para los ingresos básicos



Para llamar el menú de instalación presione la tecla al lado de la herramienta.



El submenú **INSTALL** sirve para definir los ingresos básicos del instrumento, como utilizar o inutilizar la fuente y la función de medida, ajustar fecha y hora, definir los tipos de conexión y modos de medida, el tipo de entrada y salida de corriente utilizada y para llamar el submenú **SYS** para cambiar otros ingresos básicos del sistema.

Pantallas variables al lado izquierdo



Salida: Vuelta al menú principal



Medida: Utilizar o no utilizar el patrón de referencia incorporado y selección del tipo de corriente para la medida, directa o con transformadores tipo Pinzas.

OFF Medida OFF

ON Medida ON, a usar entradas de corriente directas

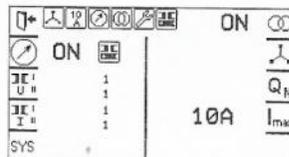
ON Medida ON, a usar Pinzas

ON Medida ON, a usar entradas de corriente directas con los factores de trafos activados

ON Medida ON, a usar Pinzas con los factores de trafos activados

Definición de los factores de trafos

Los factores son usados en común para el modo de entradas directas de corriente o Pinzas. El ingreso de nuevos valores puede llevarse a cabo en ambos modos.



Los factores de los trafos de corriente y tensión se pueden cambiar con dos pantallas variables adicionales.

Si los factores de los trafos están activados, los valores primarios calculados para los valores de potencia y energía se despliegan y se debe de usar la constante primaria del contador para la medida del error.

Los ingresos pueden ser guardados presionando durante un tiempo la tecla M, hasta oír un pitido.

Continuación del anexo 3.

 **Factores de los trafos de tensión**  
Introducir, con el teclado numérico (modo ciclométrico) la tensión nominal primaria y secundaria en voltios.

  12000  
1 Tensión nominal primaria (I)

  12000  
100 Tensión nominal secundaria (II)

 **Factores de los trafos de intensidad (corriente)**  
Introducir, con el teclado numérico (modo ciclométrico) la corriente nominal primaria y secundaria en amperios.

  100  
1 Corriente nominal primaria (I)

  100  
5 Corriente nominal secundaria (II)

**SYS** Llamar el submenú ingresos del sistema

**Pantallas variables al lado derecho**

 Fuente: Utilizar o inutilizar la fuente incorporado

**OFF** Fuente desactiva (OFF)

**ON** Fuente activa (ON)

 **Modo de conexión:** Definición del modo de conexión para medida y fuente

 Modo 2-hilos (solo activar I3, U3)

 Modo 3-hilos (solo activar I1, I3)

 Modo 4-hilos

  Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 19/79

Continuación del anexo 3.

**Q<sub>N</sub>** **Modo de medida reactiva**

**Q<sub>N</sub>** **Modo Natural(N)** por definición (default)  
(son usados 90° de decalación de fases)

**Q<sub>X</sub>** **Modo artificial o conectados en cruz (X)**  
(sin decalación, se usan sistemas de tensiones los cuales ya poseen una decalación de fases de 90°)

**I<sub>max</sub>** **Conexiones de corriente para fuente y medida**

**10 A** Use las terminales de corriente de 10 A

**120 A** Use las terminales de corriente de 120 A

 **Atención!** Esto es solo una selección interna para definir el display de la medida de corriente e ingresos. Ambas terminales están siempre activas. Solo se puede conectar una terminal al mismo tiempo. El operario es responsable de usar la misma terminal que se ha definido aquí.

Por ejemplo, si se seleccionan 10 A y se activa una corriente de 10 A, pero las conexiones se hacen en las terminales de 120 A, entonces fluirá una corriente de 120 A.

**f** La pantalla variable no tiene función en el PTS 3.3.  
NUM significa, que la frecuencia se puede programar libremente en el rango de 40 ... 400 Hz. a través de ingresos numéricos.

**4.4.1 Submenú ingresos del sistema SYS**

 **SYS** Para llamar a los **Ingresos del Sistema** presione la tecla al lado de SYS

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |
| EE-INIT   | Bd  | 57600   |  |  |  |  |
| LINK MTR  |   | ON  |  |  |  |  |
| LINK GEN  |   | 16  |  |  |  |  |
| FIRMWARE  |   | 10 <sub>min</sub>   |  |  |  |  |

Este submenú sirve para definir otros ingresos básicos del instrumento. Con las pantallas variables al lado derecho se pueden definir ajustes de hora y fecha, la baud rate para el interfaz RS232, activar o desactivar el altavoz para el teclado y medida de error, ajustar el contraste y el control de la luz de fondo del display.

Con las pantallas variables al lado izquierdo se pueden llamar diferentes submenús. El acceso solo es posible a través del ingreso de una clave. EE-INIT sirve para resetear los ingresos básicos a valores por definición (default). LINK MTR, LINK GEN y FIRMWARE están reservados para el personal de servicio de MTE para el acceso directo en el patrón interno (MTR) y la fuente (GEN) a través del interfaz para cargar nuevos firmware.

**MTE**  **EDI** Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 20/79

Continuación del anexo 3.

**A lado izquierdo información de la versión**

32768Byte Memoria interna total y libre en Bytes  
29140Free

**PTS3.3 #24690** Tipo y número de serie del equipo  
El número de serie del equipo es el mismo que el del patrón de referencia integrado

**V1.03** Versión del Firmware  
\* opciones habilitadas (\* significa que todas las opciones están habilitadas) y  
19.06.2002 fecha del Firmware del patrón de referencia interno

**3v52** Versión del Firmware y  
04.02.03 fecha del Firmware del PTS 3.3

**Pantallas variables al lado izquierdo**

 **Salida:** Volver al menú principal

**EE-INIT** Llamar el submenú **EE-INIT** para resetear los ingresos básicos a valores por definición "default".

 **EE-INIT**      Contraseña: 0307814011

Valores por definición "default":

f = 50 Hz

RS232 = 57600 Bd

Contraste del LCD= 16

Tono = ON

Tiempo de luz de fondo = 10 min.

**Enter Password**

\*\*\*\*\*

**Pantallas variables**

 Volver al menú SYS sin cambios

Presione la tecla al lado de esta pantalla variable después de haber introducido la contraseña.

**Contraseña correcta:** Se presenta en la pantalla OK, se resetea el PTS 3.3 y arranca de nuevo con los valores por definición "default".

**Contraseña errónea:** Se presenta en la pantalla Fail y se oye una triple alarma.

**LINK MTR** Llamar el submenú **LINK-METER**.  
Esta función está reservada para el personal de servicio de MTE para el acceso directo al patrón de referencia interno (MTR) mediante los comandos a través del interfaz de serie. Se debe de ingresar una clave para poder acceder.

**LINK GEN** Llamar el submenú **LINK-GENERATOR**.  
Esta función está reservada para el personal de servicio de MTE para el acceso directo a la fuente interna (GEN) mediante los comandos a través del interfaz de serie. Se debe de ingresar una clave para poder acceder.

**FIRMWARE** Llamar el of submenú **FIRMWARE**.  
Esta función está reservada para el personal de servicio de MTE para cargar un nuevo firmware. Se debe de ingresar una clave para poder acceder.

---

MTE EDI Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 21/79

Continuación del anexo 3.

**Pantallas variables al lado derecho**

 **Hora y fecha** La primera tecla que se presione activa el ingreso de la hora. Se presenta un cursor negro y la hora se para. La segunda y demás veces que se presiona la tecla se cambia el ingreso entre el tiempo y el ingreso de la fecha (modo cíclico).

**15:08:14**  
**21.10.03**  **Ingreso de la hora**  
Ingresar la hora con el teclado en el siguiente formato **hh:mm:ss**.  
h: hora, m: minuto, s: segundo

**15:08:14**  
**21.10.03**  **Ingreso de la fecha**  
Ingresar la fecha con el teclado en el siguiente formato **dd.mm.yy**.  
d: día, m: mes, y: año

  Mover el cursor para comenzar a cambiar los dígitos con las teclas del cursor izquierda / derecha para cambios parciales de tiempo y fecha.

 Finalización del ingreso y arranque de nuevo con los nuevos ajustes de fecha y hora.

 **Baud rate del interfaz RS232**  
**Bd 57600**  
  Cambiar con las teclas del cursor vertical el baud rate a: 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 38400 / 57600

 **Tono: Habilitado e inhabilitado**  
**OFF** Tono inactivado

  Tono activado con teclado, tono activado con nuevo error

 Tono activado con teclado, tono desactivado con nuevo error

 Tono desactivado con teclado, tono activado con nuevo error

El estado de los tonos está indicado al comenzar el display con BUZZER: ON ó OFF.

 **Contraste del LCD**  
**16**  
  Cambiar con las teclas verticales del cursor entre: 0 ... 31 (modo ciclométrico)

 **Luz de fondo del LCD**  
**10min** La luz de fondo se apaga después de 10 min. con el fin de ahorrar el tiempo de vida de la luz de fondo. El tiempo puede ser ajustado en el rango de: 1 ... 254 min.

**OFF** Luz de fondo permanentemente apagada

**ON** Luz de fondo permanentemente encendida

  Cambiar el tiempo de la luz de fondo y el estado: ON, OFF, 1min ... 254 min (modo ciclométrico)

MTE  EDI Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 22/79

4.5  
4.5.1  
Indic  
En e  
activ  
Sub  
  
  
  
  
4.5  
Ind  
En  
PT  
Su  
  
  
  
  
4.  
In  
E  
L  
S  
  
  
  


Continuación del anexo 3.

**4.5 Modos de operación básica**

**4.5.1 Ensayo**

Indicado en la línea de estado con: ---   ---

En esta configuración tanto la fuente interna así como el patrón de referencia interno se encuentran activados. Esta es la configuración por definición "default" usada durante los ensayos normales.

Submenú de instalación

|   |    |     |   |
|---|----|-----|---|
|  |    | ON  |  |
|  | ON |     |  |
|   |    |     |  |
|   |    | 10A |  |
| SYS   |    |     |   |

Menú principal

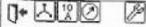
|   |  |          |   |
|---|--|----------|---|
|  |  | 0.01     | X |
|   |  | 230.00 V | U |
|   |  | 10.00 A  | I |
|   |  | 0.00 °   | φ |
|   |  | 50.00 Hz | f |

**4.5.2 Medida**

Indicado en la línea de estado con: ---  ---

En esta configuración la fuente interna está apagada y solo se usa el patrón interno de referencia. El PTS 3.3 puede ser usado ahora como cualquier otro patrón de referencia.

Submenú de instalación

|  |    |     |   |
|--|----|-----|---|
|   |    | OFF |    |
|  | ON |     |   |
|  |    |     |  |
|  |    | 10A |  |
| SYS  |    |     |   |

Menú principal

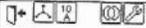
|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|  |  |  |  |
|   |  |  |  |
|   |  |  |  |
|   |  |  |  |
|   |  |  |  |

**4.5.3 Fuente**

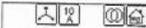
Indicado en la línea de estado con: ---  ---

En esta configuración el patrón interno de referencia está apagado y solo se usa la fuente interna. Las funciones de medida y ensayo están inhabilitadas.

Submenú de instalación

|   |     |     |   |
|---|-----|-----|---|
|  |     | ON  |  |
|  | OFF |     |  |
|   |     |     |  |
|   |     | 10A |  |
| SYS   |     |     |   |

Menú principal

|   |  |          |   |
|---|--|----------|---|
|  |  | 0.01     | X |
|   |  | 230.00 V | U |
|   |  | 10.00 A  | I |
|   |  | 0.00 °   | φ |
|   |  | 50.00 Hz | f |

## Continuación del anexo 3.

### 4.6 Modos de conexión

El modo de conexión está definido en el menú de instalación (véase 4.4) y el modo actual seleccionado es indicado en la línea de estado.

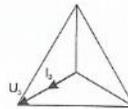
#### 4.6.1 Modo 2-hilos



Modo de operación para el ensayo de contadores de electricidad monofásicos de 2-hilos

- Conectar el contador a ensayar vía las fases L3, N
- La corriente y el ángulo de fase entre la tensión de entrada y corriente son ajustables a través del menú principal.

Los circuitos de corriente L1 y L2 están apagados



Con un ángulo de fase ajustado a  $\varphi = 0$  la corriente y la tensión están en fase.

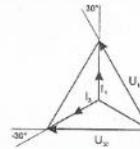
#### 4.6.2 Modo 3-hilos



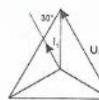
Modo de operación para el ensayo de contadores de electricidad trifásicos de 3-hilos

- Conectar el contador a ensayar vía las fases L1, L2, L3
- La corriente y el ángulo de fase entre la tensión de entrada y corriente son ajustables a través del menú principal.

El circuito de corriente L2 está apagado. Adicionalmente los circuitos de corriente L1 y L3 pueden ser apagados manualmente.



En el modo 3-hilos equilibrado el (pre)-ajustado ángulo de fase de  $\varphi = 0$  causa un desfase de  $30^\circ$  entre los circuitos de corriente y tensión del circuito Aron.



En el desequilibrado, puesto en el lado monofásico del modo 3-hilos, existen relaciones como en el modo monofásico. Por ello la corriente y la tensión unida están en fase si  $\varphi = 0$ .

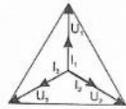
Continuación del anexo 3.

4.6.3 Modo 4-hilos

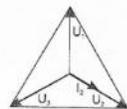


Modo de operación para el ensayo de contadores de electricidad trifásicos de 4-hilos

- Conectar el contador a ensayar vía las fases L1, L2, L3, N
- La corriente, tensión, ángulo de fase y la frecuencia son ajustables a través del menú principal.



carga equilibrada



carga desequilibrada

Con un ángulo de fase ajustado a  $\varphi = 0$  la corriente y la tensión están en fase.

Continuación del anexo 3.

4.7 Vista general del menú principal y los submenús

Menú principal

|                            |  |            |                                 |
|----------------------------|--|------------|---------------------------------|
| (1) Ensayo de contadores - |  | 0.01 X     | - (4) Tablas de puntos de carga |
| (2) Medida -               |  | 230.00 V U | Ajustes de tensión              |
| (3) Instalación -          |  | 10.00 A I  | Ajustes de corriente            |
|                            |  | 0.00° φ    | Ajustes de fase                 |
|                            |  | 50.00 Hz f | Frecuencia                      |

(1) Ensayo de contadores

**127** Medida del error

|                     |            |        |
|---------------------|------------|--------|
|                     |            | 0.01 X |
| E <sub>inh</sub> -2 | 230.00 V U |        |
| E <sub>ext</sub> +2 | 5.00 A I   |        |
| P                   | 0.00° φ    |        |
| PC 69.693Mh         | 50.00 Hz f |        |
| EC 23 0.40%         |            |        |
| PARA EC 23 0.41%    |            |        |
| EC 23 0.41%         |            |        |

Ensayo de la minutería

|                   |            |        |
|-------------------|------------|--------|
|                   |            | 0.01 X |
| Mp 2.0201 kWh     | 230.00 V U |        |
| Mq 3.6112 kvarh   | 5.00 A I   |        |
| Ms 4.2145 kWh     | 60.00° φ   |        |
| Yp 2.0000 kWh     | 50.00 Hz f |        |
| Yq 3.6000 kvarh   |            |        |
| Ys 4.2000 kWh     |            |        |
| PARA E(Mp) -1.33% |            |        |
| E(Mq) -0.31%      |            |        |
| E(Ms) -0.34%      |            |        |

PARA

|                    |            |        |
|--------------------|------------|--------|
|                    |            | 0.01 X |
| C 5000.000 Imp/kWh | 230.00 V U |        |
| Imp 15             | 5.00 A I   |        |
| n 3                | 60.00° φ   |        |
| T                  | 50.00 Hz f |        |



|  |                   |  |
|--|-------------------|--|
|  | 4                 |  |
|  | MTE AG            |  |
|  | Essener Straße 16 |  |
|  | 5304 Zuz          |  |
|  | HL 265            |  |
|  | SN CE 602 292     |  |

Continuación del anexo 3.

(2) Medida

|                 |  |          |   |
|-----------------|--|----------|---|
|                 |  | 1.01     | X |
| U <sub>lφ</sub> | U1 229.97V<br>U2 230.01V<br>U3 230.23V | 230.00 V | U |
| PQS             | I1 10.00A<br>I2 9.99A<br>I3 9.99A      | 10.00 A  | I |
|                 | φ1 59.7°<br>φ2 59.6°<br>φ3 59.6°       | 60.00°   | φ |
|                 |  | 50.00 Hz | f |

|                 |   |          |   |
|-----------------|---|----------|---|
| <b>PQS</b>      |   | 0.01     | X |
| U <sub>lφ</sub> | P1 1.169kW<br>P2 1.169kW<br>P3 1.168kW    | 230.00 V | U |
| PQS             | PΣ 3.506kW<br>QΣ 5.937kvar<br>SΣ 6.825kVA | 10.00 A  | I |
|                 | sinφ 0.86448<br>cosφ 0.50267              | 60.00°   | φ |
|                 | f 50.003Hz                                | 50.00 Hz | f |

|                 |  |          |   |
|-----------------|--|----------|---|
| <b>QSP</b>      |  | 0.01     | X |
| U <sub>lφ</sub> | Q1 1.983kvar<br>Q2 1.984kvar<br>Q3 1.983kvar | 230.00 V | U |
| QSP             | PΣ 3.493kW<br>QΣ 5.950kvar<br>SΣ 6.900kVA    | 10.00 A  | I |
|                 | sinφ 0.86562<br>cosφ 0.50070                 | 60.00°   | φ |
|                 | f 50.003Hz                                   | 50.00 Hz | f |

|                 |   |          |   |
|-----------------|---|----------|---|
| <b>SPQ</b>      |   | 0.01     | X |
| U <sub>lφ</sub> | S1 2.300kVA<br>S2 2.300kVA<br>S3 2.300kVA | 230.00 V | U |
| SPQ             | PΣ 3.489kW<br>QΣ 5.952kvar<br>SΣ 6.899kVA | 10.00 A  | I |
|                 | sinφ 0.86599<br>cosφ 0.50096              | 60.00°   | φ |
|                 | f 50.000Hz                                | 50.00 Hz | f |

|  |  |          |   |
|--|--|----------|---|
|  |  | 1.01     | X |
|  |  | 230.00 V | U |
|  |  | 10.00 A  | I |
|  |  | 60.00°   | φ |
|  |  | 50.00 Hz | f |

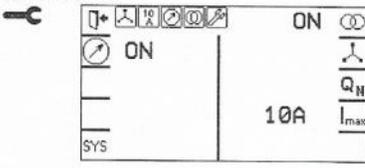
|  |                        |  |  |
|--|------------------------|--|--|
|  |                        |  |  |
|  | 4                      |  |  |
|  | MTE AC                 |  |  |
|  | Edificio 1ra. Etapa 16 |  |  |
|  | Edificio 2da           |  |  |
|  | ML266                  |  |  |
|  | SN 52 602 292          |  |  |

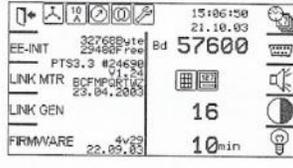
MTE EDI Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 27/79

Continuación del anexo 3.

**(3) Instalación**



**SYS**

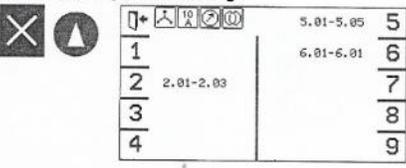


**EE-INIT**



Los submenús LINK MTR, LINK GEN y FIRMWARE están reservados para el personal de servicio de MTE. Tienen la misma estructura que el submenú EE-INIT.

**(4) Tablas de puntos de carga**



|   |           |           |   |
|---|-----------|-----------|---|
|   |           | 5.01-5.05 | 5 |
| 1 |           | 6.01-6.01 | 6 |
| 2 | 2.01-2.03 |           | 7 |
| 3 |           |           | 8 |
| 4 |           |           | 9 |

MTE EDI Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 28/79

## Continuación del anexo 3.

### 5. Manejo de la fuente interna

#### 5.1 Ajuste de la fuente

|   |   |   |   |        |      |
|---|---|---|---|--------|------|
|  |  |  |  | 0.01   | X    |
|  |   |   |   | 230.00 | v U  |
|  |   |   |   | 10.00  | A I  |
|  |   |   |   | 0.00   | ° φ  |
|  |   |   |   | 50.00  | Hz f |

Si la fuente está activada, entonces en el lado derecho del display se mostrarán siempre los ajustes actuales de la fuente, relacionados con los puntos de carga seleccionados presentados en la parte superior.

Los ajustes básicos se han llevado a cabo en el submenú instalación (véase capítulo 4.4):

- Habilitar o inhabilitar la fuente,
- Modo de conexión 2-, 3- ó 4-hilos
- Salida de corriente 10A ó 120A

Los valores para tensión U, corriente I, ángulo de fase  $\phi$  y frecuencia f pueden ser cambiados:

- Directamente con las pantallas variables para U, I,  $\phi$  y f ingresando los deseados valores mediante el teclado alfanumérico (véase capítulo 4.2) ó
- Seleccionando un punto de carga de la tabla de puntos de carga (véase capítulo 5.2)

Los ajustes siempre son válidos para todas las tres fases.

Cuál de las corrientes individuales está activada I1, I2, I3, depende del estado de las teclas de la función de activación de las corrientes I1, I2, I3 (véase capítulo 4.1.4).

La selección o el ajuste de nuevos valores es solamente una preparación. La fuente no activará automáticamente los nuevos valores. La fuente es activada con las teclas de función START y STOP.



**START**

**Activar las salidas de la fuente**

Un punto individual de carga está activado en el modo de medida o ensayo de circuitos o si el punto de carga 0.01 está activado en el modo de ensayo de contadores.

Una secuencia automática de ensayo está activada en el modo ensayo de contadores del punto de carga seleccionado de la tabla (1 ... 9) hasta el final de la tabla de puntos de carga.



**STOP**

**Desactivar las salidas de la fuente**

Las tensiones y corrientes están apagadas. Una secuencia de ensayo ha sido interrumpida.

Para el significado del estado del LED de las teclas START y STOP véase capítulo 4.3.



**Atención!** Controle siempre el ajuste de medida antes de activar la fuente. Controle que no fluye corriente alguna en dirección al PTS 3.3 desde una fuente externa, si la fuente interna está activada.

Continuación del anexo 3.

**5.2 Tablas de puntos de carga**

Las tablas de puntos de carga se pueden utilizar para llevar a cabo secuencias de ensayo automáticas, si la función de ensayo de contadores está activa, o pueden ser utilizadas para activar ajustes definidos de la fuente de un punto de carga seleccionado, si la función medida o ensayo de circuitos está activa.



Activar submenú tablas de puntos de carga

|   |           |           |   |
|---|-----------|-----------|---|
| 1 |           | 5.01-5.05 | 5 |
| 2 | 2.01-2.03 | 5.01-5.01 | 6 |
| 3 |           |           | 7 |
| 4 |           |           | 8 |
|   |           |           | 9 |

Se puede ver una vista general de los puntos de carga programados.

Existen 10 tablas de puntos de carga numeradas de 0 ... 9. La tabla de puntos de carga 0 solo posee un punto de carga. Esta tabla puede ser seleccionada para llevar a cabo un punto individual durante la medida de un error, si no se desea un ensayo automático.

Se pueden definir hasta 99 puntos de carga diferentes.

0.01

El punto actual de carga seleccionado se puede apreciar siempre en la esquina superior derecha. El número antes del punto decimal define la tabla de puntos de carga. El número después del punto decimal el punto de carga actual seleccionado dentro de una tabla.

**Selección del comienzo del punto de carga**

Durante el ensayo de contadores todos los puntos de carga seleccionados desde el comienzo del punto de carga hasta el final del punto de carga de una tabla son procesados automáticamente. Existen dos modos diferentes para seleccionar el comienzo del punto de carga.

**Modo uno**



Selecciona la tabla de puntos de carga con las teclas del cursor horizontales



Selecciona el punto de carga dentro de la tabla con las teclas del cursor verticales

**Modo dos**



Activar el submenú de las tablas de los puntos de carga



Seleccione una tabla de puntos de carga con el teclado alfanumérico, por ejemplo la tabla 5

5.01

El primer punto de carga de la tabla 5 está seleccionado y los valores de U, I, φ, f así como la activación de I1, I2, I3 están listas según memorizadas bajo este punto de carga. En el modo de ensayo de contadores también están listos los parámetros: modo de ensayo (imp, t, W) y número de repeticiones n.

**Guardar los ajustes actuales de un punto de carga**

5.02

Seleccione la tabla y el número del punto de carga a dónde los ajustes actuales deban de ser guardados.



Presionando durante un tiempo (varios segundos) sobre la tecla M, hasta que se oiga un tono, se guarda en el punto de carga seleccionado los ajustes actuales de la fuente: U, I, φ, f y la activación de I1, I2, I3 y los parámetros para el ensayo de contadores: modo de ensayo (imp, t, W) y número de repeticiones.

Continuación del anexo 3.

var.  
de

**Borrar puntos de carga**

Para borrar un punto de carga, se deben de guardar en el correspondiente punto de carga los ajustes U = 0.0 y I = 0.0. Los siguientes puntos de carga serán cambiados al próximo número más bajo.

**5.3 Alarmas**

En caso de alarma el PTS 3.3 se desactiva automáticamente y presenta en el display la razón de la alarma:

|      |    |    |    |    |    |    |
|------|----|----|----|----|----|----|
| FAIL | U1 | U2 | U3 | I1 | I2 | I3 |
| T-OL |    |    |    |    |    |    |
| U-OL |    |    |    |    |    |    |
| I-OL |    |    |    |    | *  |    |
| O.V. |    |    |    |    |    |    |

Significado de las Alarmas

| Alarma | Significado / Causa   |   |
|--------|---|---|
|        | Amplificador de tensión   | Amplificador de corriente   |
| T-OL   | Temperatura demasiada alta en el nivel final de salida del amplificador   | Temperatura demasiada alta en el nivel final de salida del amplificador   |
| U-OL   | a) Sobre conducción del amplificador (será evitada por el generador interno)<br>b) Tensión externa aplicada en la salida del amplificador | Carga (burden) de tensión demasiada alta (Resistencia de carga demasiada alta)  |
| I-OL   | Sobre corriente, resistencias de carga demasiado bajas  | a) Sobre conducción del amplificador (será evitada por el generador interno)<br>b) Corriente externa aplicada en la salida del amplificador |
| O.V.   | Sobre tensión en el transformador de salida   |   |

La estrella en la línea "I-OL" y columna "I2" está indicando que la desactivación fue causada por "sobre conducción / corriente externa aplicada" – alarma del amplificador I2 (fase L2).

Presionando la tecla "STOP" se resetea la alarma (=Vuelta a la pantalla del programa).

Continuación del anexo 3.

**6. Medida**

Esta función sirve para ver diferentes valores actuales de carga activados por la fuente o para controlar la instalación en el cliente con el modo de operación medida y los valores reales de carga "in situ" con ayuda del diagrama vectorial.

Para ejemplos de conexiones véase capítulo 8.

**6.1 Valores de carga  $U\phi$  y valores de potencia PQS**



Activar submenú **medida**



Display activado de los **valores de carga** (display por definición después de la activación del submenú de medida)

El lado izquierdo del display cambia y los valores actuales de carga o valores de potencia son mostrados. El lado derecho muestra los ajustes actuales de la fuente, si el modo de ensayo está activado.

**6.1.1 Valores de carga en el modo 4-hilos**

|         |  |          |        |
|---------|--|----------|--------|
|         |  | 1.01     | X      |
| $U\phi$ | U1 229.97V<br>U2 230.81V<br>U3 230.23V             | 230.00 V | U      |
| PQS     | I1 10.00A<br>I2 9.99A<br>I3 9.99A                  | 10.00 A  | I      |
|         | $\phi$ 1 59.7°<br>$\phi$ 2 59.6°<br>$\phi$ 3 59.6° | 60.00 °  | $\phi$ |
|         |  | 50.00 Hz | f      |

En el modo de 4-hilos se presentan las tensiones de fase con neutro, las corrientes de fase y los ángulos de fase entre corriente y tensión de las correspondientes fases.

**Aviso!** En el modo de ensayo los valores para tensiones, corrientes y ángulos de fase solo son mostrados, si la fuente está activada.

**6.1.2 Valores de carga en el modo 3-hilos**

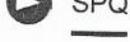
|         |                                  |          |        |
|---------|----------------------------------|----------|--------|
|         |                                  | 1.01     | X      |
| $U\phi$ | U12 230.02V<br>U32 230.07V       | 230.00 V | U      |
| PQS     | I1 10.00A<br>I3 10.00A           | 10.00 A  | I      |
|         | $\phi$ 1 59.8°<br>$\phi$ 3 59.8° | 60.00 °  | $\phi$ |
|         |                                  | 50.00 Hz | f      |

En el modo de 3-hilos se presentan las tensiones de fase con fase U12 y U32 en vez de las de fase con neutro.

Solo se presentan los valores de los sistemas de la medida activa de las fases 1 y 3 (I1, I3,  $\phi$ 1,  $\phi$ 3). El ángulo de fase indicado  $\phi$  nos muestra el ángulo de fase entre la tensión de fase con neutro y la correspondiente corriente de fase.

Continuación del anexo 3.

6.1.3 Valores de potencia activa (PQS)



Display activado de los valores de **potencia activa**, si los valores de **potencia**  $U_{l\phi}$  se mostraron anteriormente.

Display activado de los valores de **potencia activa**, si los valores de **potencia aparente** se mostraron anteriormente. La pantalla variable cambia a PQS.

|             |   |          |        |
|-------------|---|----------|--------|
|             |   | 0.01     | X      |
| $U_{l\phi}$ | P1 1.169kW<br>P2 1.169kW<br>P3 1.169kW    | 230.00 V | U      |
| PQS         | PE 3.506kW<br>QE 5.937kvar<br>SE 6.895kVA | 10.00 A  | I      |
| $\phi$      | sin $\phi$ 0.86448<br>cos $\phi$ 0.50267  | 60.00 °  | $\phi$ |
| f           | 50.00Hz                                   | 50.00 Hz | f      |

En el modo PQS son presentados los valores de potencia activa por cada fase P1, P2, P3 en el modo de 4-hilos y P1, P3 en el modo de 3-hilos, conjuntamente con la suma de los valores de potencia activa  $P_{\Sigma}$ , reactiva  $Q_{\Sigma}$  y aparente  $S_{\Sigma}$ .

$\cos\phi$  y  $\sin\phi$  son calculados basándose en los ángulos de las fases entre las tensiones de fase con neutro y corriente de las fases.

Bajo condiciones simétricas de carga estos valores son idénticos para el factor de potencia activo o reactivo. Abajo se muestra la frecuencia medida de la tensión de entrada U(L3-N).

**Atención!** En el modo de ensayo los resultados al lado izquierdo solo son presentados si la fuente está activa.

6.1.4 Valores de potencia reactiva (QSP)



Display activado de los valores de **potencia reactiva**, si los valores de **potencia activa** se mostraron anteriormente. La pantalla variable cambia a QSP.

|             |  |          |        |
|-------------|--|----------|--------|
|             |  | 0.01     | X      |
| $U_{l\phi}$ | Q1 1.983kvar<br>Q2 1.984kvar<br>Q3 1.983kvar | 230.00 V | U      |
| QSP         | PE 3.493kW<br>QE 5.980kvar<br>SE 6.908kVA    | 10.00 A  | I      |
| $\phi$      | sin $\phi$ 0.86562<br>cos $\phi$ 0.50070     | 60.00 °  | $\phi$ |
| f           | 50.00Hz                                      | 50.00 Hz | f      |

En el modo QSP se presentan los valores de potencia reactiva por cada fase Q1, Q2, Q3 en el modo de 4-hilos y Q1, Q3 en el modo de 3-hilos.

Los demás valores son idénticos a los del modo PQS.

**Atención!** En el modo de ensayo los resultados al lado izquierdo solo son presentados si la fuente está activa.

6.1.5 Valores de potencia aparente (SPQ)



Display activado de los valores de **potencia aparente**, si los valores de **potencia reactiva** se mostraron anteriormente. La pantalla variable cambia a SPQ.

|             |   |          |        |
|-------------|---|----------|--------|
|             |   | 0.01     | X      |
| $U_{l\phi}$ | S1 2.388kVA<br>S2 2.388kVA<br>S3 2.388kVA | 230.00 V | U      |
| SPQ         | PE 3.489kW<br>QE 5.952kvar<br>SE 6.899kVA | 10.00 A  | I      |
| $\phi$      | sin $\phi$ 0.86599<br>cos $\phi$ 0.50006  | 60.00 °  | $\phi$ |
| f           | 50.00Hz                                   | 50.00 Hz | f      |

En el modo SPQ se presentan los valores de potencia aparente por cada fase S1, S2, S3 en el modo de 4-hilos y ningún valor en el modo de 3-hilos.

Los demás valores son idénticos a los del modo PQS.

**Atención!** En el modo de ensayo los resultados al lado izquierdo solo son presentados si la fuente está activa.

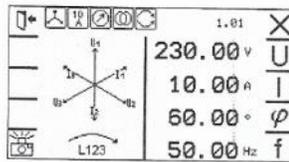
Continuación del anexo 3.

6.2 Análisis de circuitos

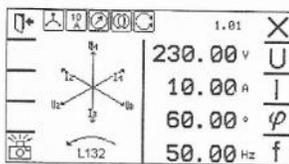


Activar submenú Análisis de circuitos

6.2.1 Diagrama vectorial en el modo de 4-hilos

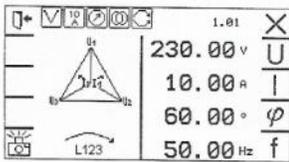


Modo de 4-hilos con la rotación de la fase hacia la derecha (R).  
Se presenta L123 con la flecha hacia la derecha.

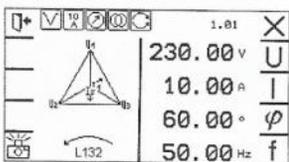


Modo de 4-hilos con la rotación de la fase hacia la izquierda (L).  
Se presenta L132 con la flecha hacia la izquierda.

6.2.2 Diagrama vectorial en el modo de 3-hilos



Modo de 3-hilos con la rotación de la fase hacia la derecha (R).  
Se presenta L123 con la flecha hacia la derecha.



Modo de 3-hilos con la rotación de la fase hacia la izquierda (L).  
Se presenta L132 con la flecha hacia la izquierda.

Continuación del anexo 3.

### 7. Ensayo de contador

Esta función sirve para el ensayo de los errores del sistema de medida o de los registradores de energía de los contadores de electricidad.

El ensayo de contadores se puede llevar a cabo en el modo de ensayo (sistema de una posición con fuente y patrón de referencia) o en el modo de medida (solo patrón de referencia). Para la configuración de los modos básicos de operación véase capítulo 4.5.



Activar submenú Ensayo de contador

|                  |             |          |   |
|------------------|-------------|----------|---|
|                  |             | 0.01     | X |
| E <sub>min</sub> | -2          | 230.00 V | U |
| E <sub>max</sub> | +2          | 5.00 A   | I |
| P                | PE 00.693kW | 0.00 °   | φ |
| PARA             | EC 2) 0.40% | 50.00 Hz | f |
|                  | EC 3) 0.41% |          |   |

#### Ejemplo de la medida de error en modo de ensayo

La medida del error se lleva a cabo tras la captura de las vueltas de la marca del disco en los contadores electromecánicos, o de los impulsos del LED en los contadores electrónicos, por medio de una cabeza lectora conectada a la entrada de impulsos.

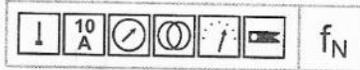
|      |                |          |   |
|------|----------------|----------|---|
|      |                | 0.01     | X |
| Mp   | 2.0281kWh      | 230.00 V | U |
| Mq   | 3.6112kvarh    | 5.00 A   | I |
| Ms   | 4.2145kVAh     | 60.00 °  | φ |
| P    | Xp 2.0000kWh   | 50.00 Hz | f |
|      | Xq 3.0000kvarh |          |   |
|      | Xs 4.2000kVAh  |          |   |
| PARA | EC(Mp) -1.39%  |          |   |
|      | EC(Mq) -0.31%  |          |   |
|      | EC(Ms) -0.34%  |          |   |

#### Ejemplo del ensayo de registro en modo de ensayo

El ensayo del registro se lleva a cabo usando la dosificación de energía en el modo de ensayo o midiendo energía en el modo de medida. Para calcular el error del registro de la minutería, se ha de introducir manualmente el estado inicial y final del registro. Se pueden llevar a cabo simultáneamente en cualquier combinación uno, dos o tres ensayos de registros para energía activa, reactiva y aparente.

#### 7.1 Configuraciones para el ensayo de contadores

Ajustes básicos:



Controlar / cambiar ajustes para:

- Modo de conexión: 2-, 3- ó 4-hilos
- Terminales de corriente: 10A ó 100A
- Modo de operación básico: Ensayo o Medida
- Modo de media: Directo o Pinzas con los factores de trafos ON ó OFF
- Modo de reactiva: Qn ó Qx

Para cambiar los ajustes véase capítulo 4.4, 4.5.

Continuación del anexo 3.

**Configuraciones en el submenú de ensayo de contador**

**Emin**      Seleccionar la **banda de tolerancia (Emin Emax)** para la barra gráfica del error operando consecuentemente la tecla:  
±0.2 / ±0.5 / ±1 / ±2 / ±3 / ±4 / ±5 / ±10 (modo ciclométrico)

**Emax**

**P**            Seleccionar **modo de medida** operando consecuentemente la tecla:  
**P**            Energía activa  
**Q<sub>N</sub> or Q<sub>X</sub>**    Energía reactiva (Natural Q<sub>N</sub> o artificial Q<sub>X</sub> según los ajustes en el submenú de instalación)  
**S**            Energía aparente

|      |   |
|------|---|
| Emin | P |
| Emax | P |

**Configuraciones en el submenú PARA**

**PARA**

|      |          |         |        |    |   |
|------|----------|---------|--------|----|---|
| 0.01 | X        | U       | I      | φ  | f |
| C    | 5000.000 | Imp/kWh | 230.00 | V  | U |
| Imp  | 15       | Imp     | 5.00   | A  | I |
| n    | 3        | n       | 60.00  | °  | φ |
|      |          | f       | 50.00  | Hz | f |

Activar submenú **PARA**

Al lado izquierdo se pueden definir la constante del contador a ensayar C (pulsos/energía) o R (energía/pulso), el modo de ensayo (Imp, t, W) y el número de repeticiones para la medida del error (n). Las definiciones para el modo de ensayo y n pueden ser guardadas en las tablas de puntos de carga individualmente para cada punto de carga. La definición de la constante del contador C no queda guardada. El valor default al encender el equipo es siempre 1000 Imp/kWh.

**C**            **Constante del contador bajo ensayo**  
Las unidades y el símbolo pueden ser cambiadas presionando consecuentemente la tecla.  
**C**            con unidad seleccionada imp/kWh, imp/Wh, imp/Ws  
**R**            con unidad seleccionada kWh/imp, Wh/imp, Ws/imp  
La unidad de la constante puede ser introducida con el teclado numérico. En el modo de ensayo del registro (W) no se necesita ingresar constante alguna.  
**Atención!** Si están activados los factores de trafos, se debe de introducir la constante del contador primaria.  
Para el cálculo del error la constante del contador primaria introducida (C<sub>p</sub>) es multiplicada con las relaciones de los trafos basado en los factores de los trafos (véase capítulo 4.4) para calcular la constante del contador secundaria (C<sub>s</sub>):

$$C_s = C_p \cdot \frac{U_1}{U_2} \cdot \frac{I_1}{I_2}$$

MTE EDI

Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 -

Página 36/79

Continuación del anexo 3.

Imp

**Modo de ensayo**

La primera operación de tecla respalda la pantalla variable. El ingreso del valor requerido para el modo de ensayo seleccionado puede llevarse a cabo utilizando el teclado alfanumérico.

La segunda y consecuentes operaciones de la tecla cambia cíclicamente el modo de ensayo.

Imp

**Medida de error con tiempo de ensayo definido con impulsos / número de revoluciones (vueltas)**

|   |        |   |
|---|--------|---|
| C | 230.00 | U |
| P | 5.00   | I |
| n | 3      | P |
| t | 50.00  | f |

El tiempo de ensayo está definido por medio del número de impulsos introducido (Imp), al menos es necesario de 1 impulso para poder llevar a cabo una medida de error.

t

**Medida de error con tiempo de ensayo definido en [s]**

|   |        |   |
|---|--------|---|
| C | 230.00 | U |
| P | 5.00   | I |
| n | 3      | P |
| t | 50.00  | f |

El tiempo de ensayo puede introducirse en segundos (t). Basado en el ingreso de t y la potencia actual PΣ, se calcula el número de impulsos a ensayar. El tiempo de ensayo programado puede alcanzarse solo aproximadamente, ya que el ensayo solo puede llevarse a cabo por un número completo de impulsos.

W

**Ensayo de registros (minuterías) con dosificación de energía activa, reactiva o aparente definida en [kWh, kvarh, kVAh], dependiendo del modo de medida seleccionado P, Q<sub>s</sub>/Q<sub>x</sub> ó S.**

|   |        |   |
|---|--------|---|
| C | 230.00 | U |
| W | 5.00   | I |
| n | 3      | P |
| t | 50.00  | f |

En vez de impulsos se ha de ingresar el valor de la energía (W) a dosificar (el valor debe de ser ≥ 0.05).

La constante (C) y el número de repeticiones (n) no tienen significado alguno en este modo. La cabeza lectora no viene usada en este modo de ensayo.

n

**Número de repeticiones**

Este ingreso es necesario para la medida del error en los modos de ensayo Imp y t. Introduzca el valor requerido usando ya sea el teclado alfanumérico o las teclas del curso vertical.

**0** No se llevará a cabo medida de error. Si está seleccionado el modo de ensayo t. El punto de carga arrancará para el tiempo ajustado para una secuencia automática. Este ajuste puede ser usado para inicializar un contador después de estar sin carga o para el precalentamiento del contador bajo ensayo en secuencia automática de ensayo. También puede ser usado para hacer correr diferentes ajustes de cargas con tiempo predefinido en una secuencia automática.

**1** Se llevará a cabo una medida de error individual.

**n** Se llevarán a cabo n medidas de error. Se presentarán el último valor de error E(x) y el valor medio de los errores medidos E(x/n), x = 1 .. n.

Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 -

Página 37/79

Continuación del anexo 3.

**7.2 Medida de error**

**Preparación del ensayo**

Antes de comenzar el ensayo, el contador a ensayar (MUT) debe de ser conectado al PTS 3.3 y la cabeza lectora o el interruptor manual tipo "Pera" tiene que ser conectado a la entrada del impulso.

Ejemplos par ala preparación del ensayo en diferentes conexiones y modos de operación se pueden encontrar en el capítulo Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. y Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..

**Configuración**

Controlar / cambiar los ajustes básicos y configuraciones para la medida del error según capítulo 7.1.

**Medida del error en el modo de ensayo (fuente y patrón de referencia)**

Para llevar a cabo un ensayo individual en el modo manual se debe de seleccionar el punto de carga 0.01 y los ajustes de la fuente (corriente, ángulo de fase, corriente activada I) deben de ser definidas antes de comenzar.

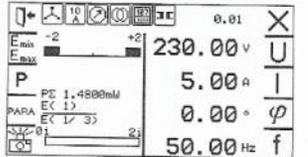
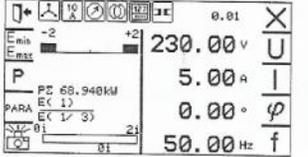
Para llevar a cabo un ensayo automático de puntos de carga se debe de seleccionar como punto de partida uno de los puntos de carga predefinidos de las tablas 1 a 9, véase capítulo Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..

**Medida de error en el modo de ensayo (solo patrón de referencia)**

Aquí no están disponibles los ajustes de la fuente (el lado derecho del display está vacío). La medida del error se lleva a cabo con la carga actual "in situ".

Parámetros predefinidos para la duración del ensayo (imp, t) y repeticiones (n) pueden ser cargados seleccionando un punto de carga de la medida de error fuera de la tabla de los puntos de carga. El ensayo no corre automáticamente.

**Secuencia de ensayo**

|  |   |
|--|---|
| <p>1  </p>  | <p><b>Llamar submenú ensayo de contadores</b></p> <p><b>Atencion!</b> La medida del error solo puede ser comenzada en el submenú ensayo de contadores. En el submenú PARA no se puede comenzar.</p>   |
| <p>2  <b>START</b></p>   | <p><b>Medida de error activada</b></p> <p>La fuente está activada (solo modo de ensayo). La medida de error está activada y esperando el primer impulso para comenzar la medida. Se muestran la tensión (U) e intensidad (I) actuales. Tan pronto esté la fuente estabilizada se muestra la suma de la potencia actual (PΣ). El display de la barra gráfica está vacía.</p> |
| <p>3 <b>Start impulse</b></p>  | <p><b>Medida de error comenzada</b></p>   |

Continuación del anexo 3.

|                              |   |
|------------------------------|---|
|                              | <p><b>Primera medida de error</b><br/>El primer impulso contado desde el comienzo del ingreso del impulso, arranca la medida.</p> <p><b>Modo de ensayo imp</b><br/>En la parte inferior del display una barra gráfica nos indica el actual número de impulsos contados del total de impulsos de ensayo programados.</p> |
|                              | <p><b>Modo de ensayo t</b><br/>En la parte inferior del display una barra gráfica nos indica el actual tiempo transcurrido del total de tiempo de ensayo programado.</p>  |
|                              | <p><b>Medida de error x de n</b><br/>Vienen presentados el último error medido E(x) y el valor medio sobre los últimos x errores medidos de n las repeticiones programadas E(x/n).</p>  |
| <p><b>4 Stop impulse</b></p> | <p><b>Resultados finales de la medida de error</b></p>  |
|                              | <p>El último impulso del ensayo n para la medida.<br/>La fuente se desactiva (solo modo de ensayo).<br/>Se presentan el último error medido E(n) y el valor medio E(n/n) sobre el n de errores medidos.</p>   |
| <p><b>5</b></p>              | <p><b>Llamar submenú de guardar datos</b><br/>Guardar y / o imprimir resultados, véase capítulo 8.</p>  |

**Mensajes durante la medida de error**  
Indicados en el lugar del error E(x)

**+--+ Valor del error fuera del límite:** Este mensaje viene indicado, si el valor de error calculado queda muy distante de resultados normales ( $> \pm 1'000 \%$ ). Controlar el ajuste de la cabeza lectora, la constante del contador y las unidades seleccionadas.

**NRNG Nuevo rango:** Este mensaje aparece durante todo el tiempo, que el patrón de referencia está llevando a cabo un cambio de rango de corriente y/o tensión automáticamente después de que el punto de carga se activado. El mensaje desaparece tan pronto el patrón de referencia está listo de nuevo para proceder con la medida de error.

MTE EDI Manual de instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 39/79

Continuación del anexo 3.

**7.3 Ensayo de las minuterías**

**Preparación del ensayo**

Antes de comenzar el ensayo, el contador a ensayar (MUT) debe de ser conectado al PTS 3.3. Ejemplos par ala preparación del ensayo en diferentes conexiones y modos de operación se pueden encontrar en el capítulo Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. y Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..

**Configuración**

Controlar / cambiar los ajustes básicos y configuraciones para el ensayo de las minuterías según capítulo 7.1.

**Ensayo de las minuterías en el modo de ensayo (fuente y patrón de referencia)**

En el modo de ensayo, el ensayo de las minuterías controla la fuente y la para automáticamente cuando la energía dosificada (W) del modo de operación seleccionado (P, Qn/Qx, S), programada en el submenú PARA, se alcance.

Para llevar a cabo un ensayo individual en el modo manual se debe de seleccionar el punto de carga 0.01 y los ajustes de la fuente (corriente, ángulo de fase, corriente activada I) deben de ser definidos antes de comenzar.

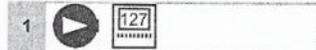
Para llevar a cabo un ensayo automático de puntos de carga se debe de seleccionar como punto de partida uno de los puntos de carga predefinidos de las tablas 1 a 9, véase capítulo Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..

**Ensayo de las minuterías en el modo de medida (solo patrón de referencia)**

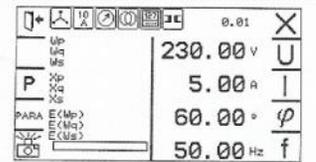
En el modo de medida el ensayo de las minuterías es una medida de energía controlada. El control de la carga de ensayo se debe de llevar a cabo manualmente por el usuario (por ejemplo, operando los breakers del circuito).

La energía de dosificación (W) predefinida puede ser cargada seleccionando un punto de carga de ensayo de minuterías fuera de la tabla de los puntos de carga. El ensayo no corre automáticamente.

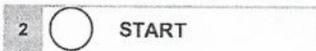
**Secuencia de ensayo**



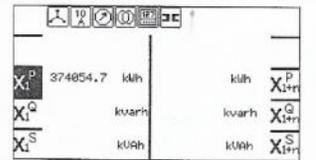
Llamar submenú ensayo de contadores



Atencion! El ensayo de contadores solo puede ser comenzado en el submenú ensayo de contadores. En el submenú PARA no se puede comenzar.



Ingreso del estado inicial de las minuterías

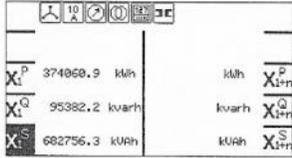


**Ensayo de una minutería**

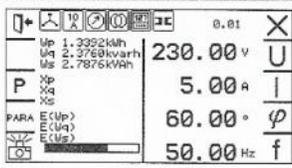
Ingrese en el lado izquierdo el estado inicial para una sola minutería, por ejemplo para la minutería de la energía activa.

Del mismo modo el ensayo puede llevarse a cabo solo para energía reactiva o aparente.

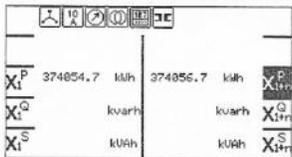
Continuación del anexo 3.



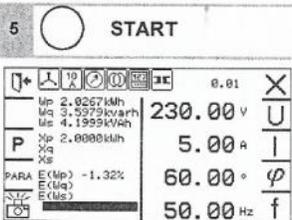
**3**  START



**4**  AUT or  STOP



**5**  START



**Ensayo de dos o tres minuterías al mismo tiempo**  
 Ingrese en el lado izquierdo los estados iniciales de las energías activa, reactiva y aparente.  
 También es posible el ingreso de los estados iniciales para cualquiera combinación de dos minuterías.

**Comenzar el ensayo de la minutería**  
 La medida de la energía comienza. La fuente se activa (solo modo de ensayo). Son presentados los valores actuales contados para energía activa (Wp), energía reactiva (Wq) y energía aparente (Ws).  
 En la barra gráfica inferior se indica la hasta el momento ya dosificada energía programada (W) del modo de dosificación seleccionado (P).

**Ingreso del estado final de las minuterías**  
 El ingreso se activa automáticamente (AUT), si el valor de la dosificación W es alcanzado o si se presiona la tecla STOP antes de alcanzar la dosificación.

**Ensayo de una minutería**  
 Ingresar en el lado derecho el estado final de la minutería ensayada.

**Ensayo de dos o tres minuterías al mismo tiempo**  
 Ingresar en el lado derecho el estado final de las diferentes minuterías ensayadas, por ejemplo para todos las tres minuterías.  
 El formato de ingreso (dígitos después del punto decimal) es retomado para presentar los resultados de los estados inicial y final.  
**Atención!** La parada automática está definida por medio de la energía de referencia dosificada (W) del modo de dosificación seleccionado (P, Qx/Qn, S), el cual deberá de ser diferente a la energía ensayada.

**Presentación de los resultados**  
**Ensayo de una minutería**  
 Se presentan las energías medidas (Wp, Wq, Ws). Se muestra, la diferencia entre el estado inicial y final ingresado (Xp) y el error de la minutería E(Wp) ensayada.

$$Xp = X_{1+n}^p - X_i^p \quad E(Wp) = \frac{Xp - Wp}{Wp} \cdot 100$$

Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 -

Página 41/79

Continuación del anexo 3.

|  |            |        |   |            |   |          |   |           |  |            |  |
|--|------------|--------|---|------------|---|----------|---|-----------|--|------------|--|
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: right;">0.01 X</td> </tr> <tr> <td>                 Wp 2.0201 kWh<br/>                 Wq 3.6112 kvarh<br/>                 Ws 4.2145 kvarh             </td> <td style="text-align: right;">230.00 V U</td> </tr> <tr> <td>                 P Xp 2.0000 kWh<br/>                 Xq 3.6000 kvarh<br/>                 Xs 4.2000 kvarh             </td> <td style="text-align: right;">5.00 A I</td> </tr> <tr> <td>                 PARA E(Wp) -1.29%<br/>                 E(Wq) -0.21%<br/>                 E(Ws) -0.34%             </td> <td style="text-align: right;">60.00 ° φ</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">50.00 Hz f</td> </tr> </table> |            | 0.01 X | Wp 2.0201 kWh<br>Wq 3.6112 kvarh<br>Ws 4.2145 kvarh | 230.00 V U | P Xp 2.0000 kWh<br>Xq 3.6000 kvarh<br>Xs 4.2000 kvarh | 5.00 A I | PARA E(Wp) -1.29%<br>E(Wq) -0.21%<br>E(Ws) -0.34% | 60.00 ° φ |  | 50.00 Hz f | <p><b>Ensayo de dos o tres minuterías al mismo tiempo</b></p> <p>Se presentan las energías medidas (Wp, Wq, Ws), las diferencias entre los estados iniciales y finales ingresados (Xp, Xq, Xs) y los errores de las minuterías (E(Wp), E(Wq), E(Ws)).</p> <p>Los valores X y E solo se presentan para aquellas minuterías, en las cuales se ingresara el estado inicial y final.</p> <p><b>Llamar submenú para guardar datos</b><br/>                 Guardar y / o imprimir resultados, véase capítulo 8.</p> |
|  | 0.01 X     |        |   |            |   |          |   |           |  |            |  |
| Wp 2.0201 kWh<br>Wq 3.6112 kvarh<br>Ws 4.2145 kvarh  | 230.00 V U |        |   |            |   |          |   |           |  |            |  |
| P Xp 2.0000 kWh<br>Xq 3.6000 kvarh<br>Xs 4.2000 kvarh  | 5.00 A I   |        |   |            |   |          |   |           |  |            |  |
| PARA E(Wp) -1.29%<br>E(Wq) -0.21%<br>E(Ws) -0.34%  | 60.00 ° φ  |        |   |            |   |          |   |           |  |            |  |
|  | 50.00 Hz f |        |   |            |   |          |   |           |  |            |  |
| 6  |            |        |   |            |   |          |   |           |  |            |  |

|    |
|----|
| 1. |
| 2. |
| 3. |
| 4. |
| 5. |
| 6. |
| 7. |
| 8. |
| 9. |

Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 -

Página 42/79

Continuación del anexo 3.

**7.4 Ejemplo de un ensayo de contadores**

**7.4.1 Medida del error en un contador de 4-hilos energía activa en el modo de operación hasta 120A**

Contador a ensayar (MUT): Contador de 4-hilos energía activa clase 2,  
3 x 230V / 10(40)A / 50 Hz / 120 imp/kWh

|    |   |
|----|---|
| 1. | Efectúe las conexiones de tensión, corriente y la cabeza lectora entre el PTS 3.3 y el contador a ensayar según el ejemplo de conexiones descrito bajo el capítulo 9.3.   |
| 2. | Encienda la alimentación del PTS 3.3  |
| 3. | <p>Controle / cambie los ingresos básicos que deba en el submenú instalación (véase capítulo 4.4) para obtener:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medida: ON, a usar entradas de corrientes directas</li> <li>- Fuente: ON</li> <li>- Modo de conexión: 4-hilos</li> <li>- Conexión de corrientes (Imax): 120A</li> </ul>  |
| 4. | <p>Seleccione la función ensayo de contadores (véase capítulo 7) y cambie los ingresos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tolerancia Emin, Emax: <math>\pm 2\%</math></li> <li>- Modo de medida: P</li> </ul>   |
| 5. | <p>Seleccione el submenú PARA para definir los ingresos del ensayo de contador y defina una medida de error individual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Constante C: 120 Imp/kWh</li> <li>- Imp: 1</li> <li>- n: 1</li> </ul>  |
| 6. | Vuelva al menú ensayo de contadores a través de la tecla de la pantalla variable con la puerta  |
| 7. | <p>Ajuste la fuente (véase capítulo 5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleccione el punto de carga individual (0.01). Presiona la tecla X y después 0 para seleccionar este punto.</li> <li>- Ajuste U: 230.0 V</li> <li>- Ajuste I: 10 A</li> <li>- Ajuste <math>\varphi</math>: 0 °</li> <li>- Ajuste f: 50 Hz</li> </ul>  |
| 8. | <p>Presione la tecla Start</p> <p>La fuente ha sido activada. Si los valores predefinidos se han fijado la medida del error comienza automáticamente. La barra gráfica nos muestra el progreso de la medida. Si la barra gráfica alcanza el final, se calculará y presentará un error en el display y la fuente se desactivará.</p>   |
| 9. | <p>Si desea guardar los resultados, presione la tecla con la máquina fotográfica (véase capítulo Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleccione una posición de memoria libre (1 ... 300)</li> <li>- Introduzca la dirección del cliente con el teclado alfanumérico (ingreso opcional)</li> <li>- Ingrese un comentario libre con el teclado alfanumérico (ingreso opcional)</li> <li>- Seleccione el set de datos completo o el set de datos reducido para ser guardado</li> <li>- Presione durante varios segundos la tecla M hasta que oiga un tono</li> </ul> |

## Continuación del anexo 3.

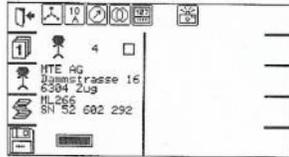
### 8. Guardar resultados medidos

El submenú incluye funciones para guardar, borrar, ver e imprimir los resultados del ensayo de contadores y medida "in situ".

Los resultados guardados se pueden bajar por el interfaz de serie para una posterior evaluación en el PC.



Activado el submenú de guardar de medida o submenú de ensayo de contadores.



La línea de estado nos muestra el símbolo de una cámara.

A la derecha del símbolo de la dirección (hombre) se muestra la primera posición de guardar vacía.

Se muestra la dirección actual e informaciones, según se ingresaron o cargaron de la última posición de guardar seleccionada, y se pueden cambiar si se desea.

En la parte de abajo se muestra el modo de guardar seleccionado (por ejemplo, juego de datos completo).



#### Seleccionar posición de ensayo

Rango: 1 .. 300

#### Indicación del estado de la posición

- Posición de guardar está vacía
- Posición de guardar está ocupada

#### Selección de una nueva posición



18  Por defecto "default" al llamar el submenú de guardar aparece la primera posición vacía.



18 Presionar la pantalla variable de posición para activar el ingreso



20  Introducir directamente con el teclado el nuevo número de la posición.

En caso de error de tecleo, presione de nuevo la pantalla variable de posición para resetear el ingreso.

#### Selección hacia arriba y abajo con las teclas del cursor



Posición vieja + 1



Posición vieja - 1

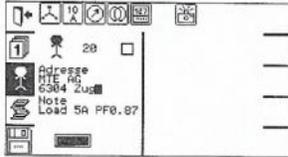


20  Presionar cualquier pantalla variable para aceptar el ingreso. Se muestra conjuntamente el nuevo número seleccionado con la indicación del estado de la posición.

### Continuación del anexo 3.

 **Dirección**

Ingresar la dirección del cliente o descripción del punto de medida utilizando el teclado alfanumérico y las teclas del cursor (3 líneas con 14 caracteres)



El símbolo de la dirección se muestra a la inversa y un cursor negro indica la posición.

Con el teclado alfanumérico se pueden ingresar en la posición actual del cursor números y caracteres en mayúsculas y minúsculas.

Presione cualquier otra pantalla variable para terminar y aceptar el ingreso.

 Mueva el cursor blanco con las cuatro teclas del cursor hacia cualquier posición en las tres líneas, allá dónde desee, comenzar con el ingreso del texto o números.

 Presione repetidamente la tecla hasta que el carácter o número deseado aparezca en la posición del cursor (modo cíclico). Después espere aproximadamente un segundo. El carácter o número seleccionada sobrescribe el valor en la posición del cursor y el cursor se mueve una posición hacia la derecha. Por ejemplo, la tecla 1 ofrece siete posibilidades: 'abc1ABC'. Presionando la tecla tres veces se selecciona el carácter 'c'.

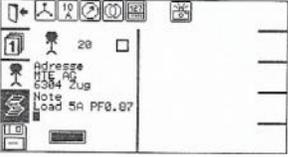
 Para borrar un carácter, sobrescriba l carácter con un espacio. Presione la tecla 0 una vez.

**Nota:** Si selecciona primero una posición ocupada antes de seleccionar una posición vacía, el contenido guardado para la dirección e información está cargado en esta posición de guardar. De este modo puede volver a llamar el contenido ya ingresado de la dirección e información.

Si guarda resultados con la dirección y las líneas de información completamente vacíos (por ejemplo en la posición 300), usted puede utilizar esta posición más tarde para borrar de forma simple la dirección y los espacios de información.

 **Nota**

Ingreso de comentario libre usando el teclado alfanumérico y las teclas del cursor (3 líneas con 14 caracteres).



El símbolo de la nota se muestra a la inversa y un cursor negro indica la posición.

Con el teclado alfanumérico se pueden ingresar en la posición actual del cursor números y caracteres en mayúsculas y minúsculas (véase descripción para la dirección).

Presione cualquier otra pantalla variable para terminar y aceptar el ingreso.

MTE  Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 45/79

## Continuación del anexo 3.

 Selección del modo de guardar operando repetidamente la pantalla variable (modo cíclico).

 Guardar juego completo de datos (para detalles véase capítulos 8.1 y 8.5)

 Guardar juego de datos reducido (para detalles véase capítulos 8.1 y 8.5)

 Borrar resultados (para detalles véase capítulo 8.2)

 Ver resultados (para detalles véase capítulo 8.3)

 Imprimir resultados (para detalles véase capítulo 8.4)

**8.1 Guardar resultados**

  Seleccionar presionando repetidamente la tecla (modo cíclico) el modo de guardar, **guardar juego completo de datos** o **guardar juego reducido de datos**.

 Seleccionar una posición de guardar introduciendo directamente el número o con las teclas de hacia arriba y abajo (por defecto "default": la primer posición vacía). Si selecciona una posición ocupada, los resultados serán sobrescritos.

 **Dirección**  
Introducir la dirección del cliente o la descripción del punto de medida (opcional)

 **Nota**  
Introducir cualquier comentario libre (opcional)

 **Presionando durante cierto tiempo** en la tecla de memoria (unos segundos) hasta escuchar un **sonido**, quedarán memorizados los datos en la posición de guardar seleccionada.

**Guardar resultados de una secuencia automática de ensayo**  
Es exactamente el mismo proceso que para guardar los datos de una medida individual. Llamar el submenú guardar, tan pronto finalice la secuencia de ensayo. Los resultados de todos los puntos de carga quedarán guardados en el punto de guardar seleccionado.

**8.2 Borrar resultados**

  Seleccionar presionando repetidamente la tecla (modo cíclico) el modo de guardar **borrar resultados**.

 Seleccionar una posición de guardar introduciendo directamente el número o con las teclas de hacia arriba y abajo (opcional, solo necesario si se desea borrar una sola posición).

 **Borrar posición individual**  
Operar tecla **aprox. 1s** La posición de guardar seleccionada está borrada. La indicación del estado de la posición cambia a vacío.  
-> corto sonido



MTE EDI Manual de Instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 45/79

Continuación del anexo 3.



**Borrar todas**  
Operar tecla **aprox. 5s**  
-> **largo sonido**

Todos los ingresos en el almacén de datos quedan borrados. La indicación del estado de todas las posiciones cambia a vacío.



La información actual presentada de direcciones e informaciones permanece.

**8.3 Ver resultados**



Seleccionar presionando repetidamente la tecla (modo cíclico) el modo de guardar **ver resultados**.



Seleccionar una posición de guardar introduciendo directamente el número o con las teclas de hacia arriba y abajo. Solo se pueden activar posiciones ocupadas.



Presionando durante un corto periodo la tecla de memoria es llamado el **submenú presentar resultados**. En la esquina superior de la derecha se muestra el número de la posición de guardar (9) y el tipo de resultados (ERV). Abajo el actual juego de datos y el número de juego de datos guardados bajo esta posición (1/5 significa un juego de datos de un total de cinco juego de datos).

|         |          |  |                  |
|---------|----------|--|------------------|
|         |          | <b>9ERV</b><br>1/5   |                  |
| MTE (g) | 21.18.83 | 15:30:24   | 37.50000 Imp/KWh |
| E (3/3) | 0.54%    |  |                  |
|         |          | ML266 32602292<br>CT 1000 50<br>T2 49.3712 R P4<br>2.8% / -2.0%<br>P# 3<br>E (3) 0.54% |                  |

**Display de resultados - Página 1**

La primera página muestra la información del lugar (dirección y nota), ajustes y resultados principales (véanse ejemplos más tarde).



Cambiar entre página 1 y 2

|         |          |                    |          |
|---------|----------|--------------------|----------|
|         |          | <b>9ERV</b><br>1/5 |          |
| U(V)    | 229.8139 | 229.8139           | 229.8139 |
| I(A)    | 99.99416 | 99.99900           | 100.0173 |
| cosφ    | 0.9      | 0.9                | 0.9      |
| S(M)    | 0.015707 | 0.015707           | 0.015707 |
| P(kW)   | 22.99900 | 22.99900           | 22.99900 |
| Q(kvar) | 0.262957 | 0.262957           | 0.112848 |
| S(kVA)  | 23.26195 | 22.99900           | 22.99900 |
| S2(kVA) | 0.000000 | 0.000000           | 0.000000 |

**Display de resultados - Página 2**

En la página 2 se muestran los valores de carga correspondientes con los resultados de la página. La primera columna muestra el nombre y la unidad del valor. Las próximas tres columnas muestran los resultados de los sistemas de medida / fases 1, 2, 3. La segunda línea muestra las tensiones fase – fase: U12, U31, U32.

**Moverse a través de varios juegos de datos**



Ver el próximo juego de datos (x+1) / n en la página 1 ó 2



Ver el anterior juego de datos (x-1) / n en la página 1 ó 2



Volver al submenú de guardar

Continuación del anexo 3.

Vista general de páginas de resultados para diferentes tipos de resultados

| Tipo                | Página 1   | Página 2   |
|---------------------|--|--|
| Medida:             | Valores de carga   |  |
| - Completo (MEV)    | <p>11MEV</p> <p>MTE AG Load 5A PF 0.5</p> <p>21.10.03 15:38:24 49.97Hz R 204.3946</p> <p>U(V) 209.8645 209.8645 209.8645 204.7148</p> <p>I(A) 5.000907 4.994583 4.986248</p> <p>W(%) 59.7 60.3 61.1</p> <p>P(kW) 0.564464 0.560811 0.558256</p> <p>Q(kvar) 0.936493 0.930811 0.928251</p> <p>SE(kVA) 1.494783 1.492624 1.486506</p> <p>P2 Q2 S2 1.676965 2.948020 3.324117</p> | No hay segunda página  |
| - Reducido (MEH)    | <p>12MEH</p> <p>MTE AG Load 5A PF 0.5</p> <p>21.10.03 15:38:24</p> <p>P2(kW) 1.676965</p> <p>Q2(kvar) 2.948020</p> <p>S2(kVA) 3.324117</p>   | No hay segunda página  |
| Ensayo de contador: | Medida de error  |  |
| - Completo (ERV)    | <p>1ERV</p> <p>MTE AG Note ML266 52602292</p> <p>21.10.03 15:38:24 CT 100A 5A</p> <p>37.50000Imp/kWh 49.97Hz R P4</p> <p>Imp 2.8% 7 -2.6%</p> <p>E( 3 / 3) 0.48%</p>   | <p>1ERV</p> <p>U(V) 229.2207 229.2206 227.1734</p> <p>I(A) 39.36353 39.31824 39.61195</p> <p>W(%) 59.7 59.5 59.6</p> <p>sinφ 0.80441 0.81754 0.811769</p> <p>cosφ 0.59335 0.59264 0.59551</p> <p>P(kW) 22.90320 22.90320 22.70444</p> <p>Q(kvar) 0.250345 0.350795 0.107952</p> <p>SE(kVA) 23.15354 22.92220 22.71792</p> <p>P2(kW) 69.65980</p> <p>Q2(kvar) 0.758853</p> <p>S2(kVA) 69.70880</p>                              |
| - Reducido (ERH)    | <p>2ERH</p> <p>MTE AG Note ML266 52602292</p> <p>21.10.03 15:38:24 CT 100A 5A</p> <p>37.50000Imp/kWh Imp</p> <p>E( 0 / 0) 0.48%</p>  | <p>2ERH</p> <p>P2(kW) 69.65980</p> <p>Q2(kvar) 0.758853</p> <p>S2(kVA) 69.70880</p>  |
| Ensayo de contador: | Ensayo de minutería (dos minuterías)   |  |
| - Completo (ERV)    | <p>5ERV</p> <p>MTE AG ML266 52602292</p> <p>21.10.03 15:38:24 CT 100A 5A</p> <p>37.50000Imp/kWh Reg Xp Xq T2</p> <p>W 0.5% / R P4 -0.5%</p> <p>Imp 2.8267kWh</p> <p>Wq 3.8875kvarh</p> <p>Xpn 374856.7kWh Xpn+1 374859.8kWh</p> <p>Xqn 95378.6kvarh Xqn+1 95382.2kvarh</p>   | <p>5ERV</p> <p>U(V) 229.9984 229.9932 227.2717</p> <p>I(A) 59.95173 59.38370 106.0824</p> <p>W(%) 59.6 59.6 59.3</p> <p>sinφ 0.87566 0.87566 0.875136</p> <p>cosφ 0.482335 0.482335 0.482335</p> <p>P(kW) 11.0153 11.13392 11.12586</p> <p>Q(kvar) 33.52062 33.52062 33.52062</p> <p>SE(kVA) 33.52062 33.52062 33.52062</p> <p>P2(kW) 19.97669 19.97669</p> <p>Q2(kvar) 22.68662 22.68662</p> <p>S2(kVA) 68.61328 68.61328</p> |
| - Reducido (ERH)    | <p>6ERH</p> <p>MTE AG ML266 52602292</p> <p>21.10.03 15:38:24 CT 100A 5A</p> <p>37.50000Imp/kWh Reg Xp Xq T2</p> <p>W 0.5% / R P4 -0.5%</p> <p>Imp 2.8267kWh</p> <p>Wq 3.8875kvarh</p> <p>Xpn 374856.7kWh Xpn+1 374859.8kWh</p> <p>Xqn 95378.6kvarh Xqn+1 95382.2kvarh</p>   | <p>6ERH</p> <p>P2(kW) 33.52062</p> <p>Q2(kvar) 33.52062</p> <p>S2(kVA) 68.61328</p>  |

MTE EDI Manual de instrucciones PTS 3.3 - Versión 4 - Página 48/79

Continuación del anexo 3.

**Resultados de una secuencia automática de ensayo con ensayo de minuterías**

Resultados de una secuencia de ensayo con la tabla 3 de puntos de carga con dos medidas de errores (3.01, 3.02) y un ensayo de minutería (3.03) con tres minuterías ensayadas (5 juegos de datos completos guardados).

| Punto de carga<br>(juego de datos) | Página 1   | Página 2   |
|------------------------------------|--|--|
| 3.01<br>(1)                        | <p>MTE AG<br/>Test 3.01-3.03<br/>21.10.03 15:38:24<br/>37.50000imp/kWh<br/>E(3) 0.54%</p> <p>ML266 52602292<br/>I1 100A 5A<br/>T2 30.00 Vg R P4<br/>49.97Hz R -2.8%<br/>E(3) 0.54%</p>   | <p>MTE AG<br/>Test 3.01-3.03<br/>21.10.03 15:38:24<br/>37.50000imp/kWh<br/>E(3) 0.54%</p> <p>ML266 52602292<br/>I1 100A 5A<br/>T2 30.00 Vg R P4<br/>49.97Hz R -2.8%<br/>E(3) 0.54%</p>   |
| 3.02<br>(2)                        | <p>MTE AG<br/>Test 3.01-3.03<br/>21.10.03 15:38:24<br/>37.50000imp/kWh<br/>E(1) -0.10%</p> <p>ML266 52602292<br/>I1 100A 5A<br/>T2 30.00 Vg R P4<br/>49.97Hz R -2.8%<br/>E(1) -0.10%</p>   | <p>MTE AG<br/>Test 3.01-3.03<br/>21.10.03 15:38:24<br/>37.50000imp/kWh<br/>E(1) -0.10%</p> <p>ML266 52602292<br/>I1 100A 5A<br/>T2 30.00 Vg R P4<br/>49.97Hz R -2.8%<br/>E(1) -0.10%</p>   |
| 3.03<br>(3, 4, 5)                  | <p>MTE AG<br/>Test 3.01-3.03<br/>21.10.03 15:38:24<br/>37.50000imp/kWh<br/>E(3) -1.35%<br/>E(4) -1.35%<br/>E(5) -1.35%<br/>Xan 37485.0kWh<br/>Xan+ 37485.0kWh<br/>Xan 99547.5kWh</p> <p>ML266 52602292<br/>I1 100A 5A<br/>T2 30.00 Vg R P4<br/>49.97Hz R -2.8%<br/>E(3) -1.35%<br/>E(4) -1.35%<br/>E(5) -1.35%<br/>Xan 37485.0kWh<br/>Xan+ 37485.0kWh<br/>Xan 99547.5kWh</p> | <p>MTE AG<br/>Test 3.01-3.03<br/>21.10.03 15:38:24<br/>37.50000imp/kWh<br/>E(3) -1.35%<br/>E(4) -1.35%<br/>E(5) -1.35%<br/>Xan 37485.0kWh<br/>Xan+ 37485.0kWh<br/>Xan 99547.5kWh</p> <p>ML266 52602292<br/>I1 100A 5A<br/>T2 30.00 Vg R P4<br/>49.97Hz R -2.8%<br/>E(3) -1.35%<br/>E(4) -1.35%<br/>E(5) -1.35%<br/>Xan 37485.0kWh<br/>Xan+ 37485.0kWh<br/>Xan 99547.5kWh</p> |

**Observación**

Si el ensayo de la minutería es parte de la secuencia de ensayo, el número de juego de datos puede variar. El número de minuterías ensayadas es definido durante la secuencia de ensayo según el número de estados iniciales y finales introducidos. En este caso se deberán de ensayar todas las tres minuterías de energía. Para cada ensayo de minutería es guardado un juego de datos propio. Pero los juegos de datos de las minuterías siempre se muestran en la misma página de resultados. Esta indicación 3,4,5/5 determina que se presentan tres juegos de datos al mismo tiempo. Si solo se ha ensayado una minutería, la indicación será 3/3. Si se han ensayado dos minuterías, la indicación será 3,4/4. Con la misma secuencia de ensayo el número total de juego de datos puede ser 3, 4 ó 5.

## Continuación del anexo 3.

### 8.4 Imprimir resultados

Los resultados de una posición de guardar seleccionada pueden ser imprimidos en un formato dado.



Seleccionar presionando repetidamente la tecla (modo ciclico) el modo de guardar **imprimir resultados**.



Seleccionar la posición de guardar ingresando directamente el número o con los cursors de hacia arriba o abajo. Solo se pueden imprimir posiciones ocupadas.



Presionando la tecla de memoria se imprimirán los resultados de la posición de guardar seleccionada.

El símbolo de imprimir se mostrara a la inversa mientras que dura la transferencia de datos a la impresora.

#### Impresora (opcional)

Impresora dot matrix: tipo DATAMEGA DNP-2335-40-V.24

- Impresora portátil alfanumérica: 40 caracteres por línea, soporta el juego estándar de caracteres ASCII
- Interfaz de serie RS232: 8 bit, no parity, 1 stop bit, no son usadas señales de control (solo conectadas a RXD, TXD, GND), baud rate: 9600 bd

**Atención!** Si se desea usar cualquier otra impresora al modelo arriba recomendado, se sugiere muy seriamente de probarlo antes de adquirirlo.

#### Disposición (layout) de la impresión

La impresión está dividida en diferentes partes separadas por cabeceras y líneas rayadas. Las partes son imprimidas en la secuencia listada dependiendo del tipo de resultados.

|                                 |                                   |  |
|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| Línea de estado                 |                                   | Número de la posición de guardar, fecha y hora, tipo del patrón de referencia con número de serie.   |
| Lugar                           |                                   | Información referente al lugar del ensayo: Dirección (3 x 14 caracteres) al lado izquierdo y Nota (3 x 14 caracteres) al lado derecho                                  |
| Línea cabecera de resultado     |                                   | La línea cabecera se repite en la posición de guardar con los diferentes puntos de carga y los diferentes puntos de carga son descontados: RESULTADO 01 a RESULTADO n. |
| Ajustes<br>- Ensayo de contador | Juego de datos completo (ERV)<br> | <b>Medida de error con impulsos (imp)</b><br>En la tercera línea se presenta el número de impulsos de ensayo.  |

Continuación del anexo 3.

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <pre> ----- SETTINGS ----- 49.97Hz R P4 37.50000Imp/kWh 2.0% / -2.0% t= 1         </pre>  | <p><b>Medida de error con tiempo (t)</b><br/>En la tercera línea se presenta el tiempo de ensayo en segundos.</p>  |
|   | <pre> ----- SETTINGS ----- 49.97Hz R P4 37.50000Imp/kWh 2.0% / -2.0% W t= 1         </pre>  | <p><b>Ensayo de la minutería (W)</b><br/>En la tercera línea W el modo de ensayo de la minutería. El número de repeticiones n durante que los ensayos de la minutería es siempre 1.</p>                              |
|   | <p>Juego de datos reducido (ERH)</p> <pre> ----- SETTINGS ----- 37.50000Imp/kWh 2Imp         </pre>   | <p><b>Medida de error (imp, t)</b><br/>Solo son presentados la constante del contador y la duración del ensayo. Los mismos valores que con un juego de datos completo (el ejemplo nos muestra para el modo Imp).</p> |
|   | <pre> ----- SETTINGS ----- 37.50000Imp/kWh W         </pre>   | <p><b>Ensayo de la minutería (W)</b><br/>Solo se presentan la constante del contador y el modo W.</p>  |
| - Medida                                  | <p>Juego de datos completo (MEV)</p> <pre> ----- SETTINGS ----- 49.97Hz R         </pre>  | <p>Se presenta la frecuencia y la secuencia de fases.<br/>R: Derecha ó 123<br/>L: Izquierda ó 123<br/>?: No definida (por ejemplo en modo 2-hilos)</p>   |
|   | <p>Juego de datos reducido (MEH)</p> <pre> ----- SETTINGS ----- R         </pre>  | <p>Solo es presentada la secuencia de fases</p>  |
| <b>Resultados</b><br>- Ensayo de contador | <p>Juego de datos completo (ERV)</p> <pre> ----- ERROR ----- E( 3/ 3) 0.40% E( 3) 0.39% ----- ERROR ----- E(Wp) -1.32% Wp 2.0267kWh ----- REGISTER ----- Xpm 374054.7kWh Xpm+1 374056.7kWh ----- ERROR ----- E(Wp) 3.62% Wp 2.0267kWh E(Wq) -0.21% Wq 3.6075kvarh ----- REGISTER ----- Xpm 374056.7kWh Xpm+1 374058.8kWh Xqm 95378.6kvarh Xqm+1 95382.2kvarh         </pre> | <p><b>Medida de error (imp ó t)</b></p> <p><b>Ensayo de la minutería (W) - 1 minutería ensayada</b></p> <p><b>Ensayo de la minutería (W) - 2 minuterías ensayadas</b></p>  |



## Continuación del anexo 3.

### Ejemplos de impresiones

#### Error en un ensayo de contador (imp)

##### Juego completo de datos

```
-001-21.10.03 15:38:24-PTS3.3 #24690 -
----- PLACE -----
Adresse Note
MTE AG ML266 52602292
CT 100A 5A
----- RESULT 01 -----
SETTINGS
49.98Hz R P4
37.50000Imp/kWh 2.0% / -2.0%
2Imp n= 3
----- ERROR -----
E( 3/ 3) 0.40% E( 3) 0.39%
LOAD
U(V) 230.2207 229.2300 227.1734
397.4829 396.1845 396.2105
I(A) 99.98858 99.99626 100.0022
Phi 1.3 1.0 0.7
sinPhi 0.023530 0.017670 0.011780
cosPhi 0.999723 0.999844 0.999931
P(kW) 23.00800 22.90832 22.70444
Psum(kWh) 68.65980
Q(kvar) 0.230342 0.350755 0.187952
Qsum(kvar) 0.758853
S(kVA) 23.02948 22.92220 22.71792
Ssum(kVA) 68.70080
```

#### Ensayo de la minutería (W)

##### Juego completo de datos

```
-005-21.10.03 15:38:24-PTS3.3 #24690 -
----- PLACE -----
MTE AG ML266 52602292
CT 100A 5A
Reg Xp Xq Xr
----- RESULT 01 -----
SETTINGS
49.97Hz R P4
37.50000Imp/kWh 0.5% / -0.5%
W n= 1
----- ERROR -----
E(Wp) 3.62% Wp 2.0267kWh
E(Wq) -0.23% Wq 3.6075kvarh
----- REGISTER -----
Xpn 374056.7kWh Xpm=1 374058.8kWh
Xqn 95378.6kvarh Xqm=1 95382.2kvarh
LOAD
U(V) 229.9684 228.9032 227.2717
397.0204 395.4397 395.9641
I(A) 99.99172 99.98370 100.0025
Phi 61.2 61.2 60.8
sinPhi 0.875987 0.875986 0.873130
cosPhi 0.482335 0.482336 0.487488
P(kW) 11.26163 11.13392 11.12506
Psum(kWh) 33.52062
Q(kvar) 20.03492 19.97668 19.78940
Qsum(kvar) 59.80100
S(kVA) 22.99796 22.88662 22.72772
Ssum(kVA) 68.61328
```

#### Secuencia de ensayo 3.01 - 3.03

##### Juego de datos reducido

```
-010-21.10.03 15:38:24-PTS3.3 #24690 -
----- PLACE -----
MTE AG ML266 52602292
Test 3.01-3.03 CT 100A 5A
T2 Xp Xq Xs
----- RESULT 01 -----
SETTINGS
37.50000Imp/kWh
2Imp
----- ERROR -----
E( 0/ 0) 0.54%
LOAD
Psum(kWh) 68.89044
Qsum(kvar) 0.546757
Ssum(kVA) 68.92662
----- RESULT 02 -----
SETTINGS
37.50000Imp/kWh
15s
----- ERROR -----
E( 0/ 0) -0.10%
LOAD
Psum(kWh) 33.90832
Qsum(kvar) 59.83490
Ssum(kVA) 68.84954
----- RESULT 03 -----
SETTINGS
37.50000Imp/kWh
W
----- ERROR -----
E(Wp) -1.33% Wp 2.0274kWh
E(Wq) 1.32% Wq 3.5532kvarh
E(Ws) -1.62% Ws 4.1675kVAh
----- REGISTER -----
Xpn 374065.0kWh Xpm=1 374067.0kWh
Xqn 95386.8kvarh Xqm=1 95390.4kvarh
Xsn 985647.5kVAh Xsm=1 985651.6kVAh
LOAD
Psum(kWh) 33.68848
Qsum(kvar) 59.29420
Ssum(kVA) 68.26966
```

### 8.5 Bajar datos a través del interfaz de serie

**Atención!** Antes de comenzar la comunicación a través del interfaz de serie llamar el menú principal.

#### Software para bajar datos (opcional)

Los datos guardados en la memoria del equipo pueden ser bajados a través del interfaz de serie para una posterior evaluación e impresión, utilizando el software CALSOFT (opcional).

Continuación del anexo 3.

9.  
9.1

Aj  
bá

**Definición de los juegos de datos**

**Juego de datos completo**

| Ensayo del contador (ERV)  | Medida (MEV)  |
|--|---|
| U1, U2, U3, U12, U23, U31,<br>I1, I2, I3,<br>P1, P2, P3, PΣ,<br>Q1, Q2, Q3, QΣ,<br>S1, S2, S3, SΣ,<br>φU1I1, φU2I2, φU3I3,<br>f,<br>Último error individual E,<br>Campo rotatorio (R, L, ?),<br>modo (P3, P4, N3, N4, K3, K4),<br>Emax, Emin,<br>C [imp/kWh],<br>X <sub>1</sub> (0.0 si el modo W no está activo),<br>X <sub>1+n</sub> (0.0 si el modo W no está activo),<br>Valor medio del error Em,<br>repeticiones del ensayo n,<br>Modo dos (P, Q, S),<br>Modo de ensayo (Imp, Tim, Dos),<br>Duración de ensayo (imp, t, W),<br>Fecha: 'mm.dd.yy',<br>Hora: 'hh:mm:ss', | U1, U2, U3, U12, U23, U31<br>I1, I2, I3<br>P1, P2, P3, PΣ<br>Q1, Q2, Q3, QΣ<br>S1, S2, S3, SΣ<br>φU1I1, φU2I2, φU3I3<br>f<br>secuencia de fases (R, L, ?) |
| Guardar texto bajo 'dirección del cliente',<br>Guardar texto bajo 'Nota'   |   |

**Observaciones**

Fecha y hora solo son válidas para el PTS 3.3 ya que posee incorporado un reloj real. Los PTS 2.3, PTS 2.1 y PTS 3.1 no poseen incorporado un reloj real. Por ello los valores no son válidos y son guardados en la forma de Fecha: --:--:-- y Hora --:--:--.

**Juego de datos reducido**

| Ensayo del contador (ERH)  | Medida (MEH)  |
|--|---|
| PΣ,<br>QΣ,<br>SΣ,<br>Error E,  | PΣ,<br>QΣ,<br>SΣ,<br>Secuencias de fases (R, L, ?), |
| Guardar texto bajo 'dirección del cliente',<br>Guardar texto bajo 'Nota' |   |

**Descripción del interfaz**

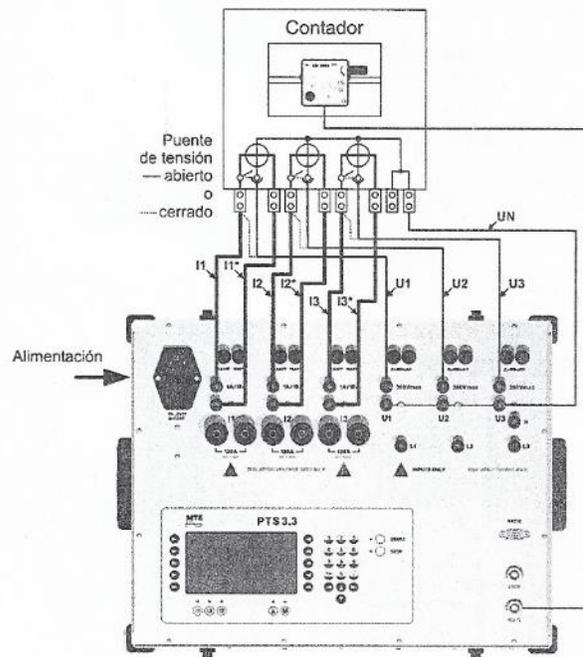
Una descripción detallada de los comandos disponibles para el interfaz de serie se encuentra disponible en un documento (solo disponible en inglés) separado (opcional).

Continuación del anexo 3.

### 9. Ejemplos de conexiones en el modo de ensayo

#### 9.1 Ensayo de un contador conexión directa de 4-hilos hasta 10 A

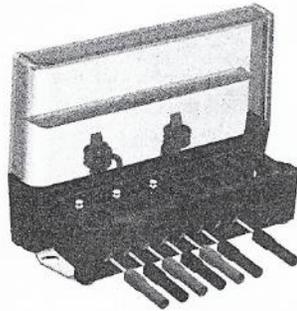
Ajustes básicos:



Continuación del anexo 3.

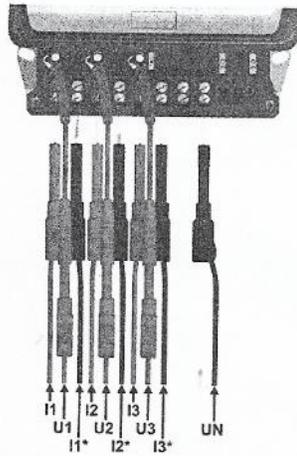
Conexiones de contadores bajo ensayo (ejemplo para contador tipo IEC)

Adaptares tipo puntas

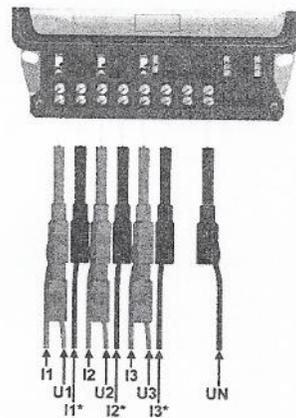


Conexión directa  
Contador de 4-hilos  
Sin instalar "in situ" o en laboratorio  
Corriente máx. de ensayo 10 A

Puente de tensión abierto



Puente de tensión cerrado

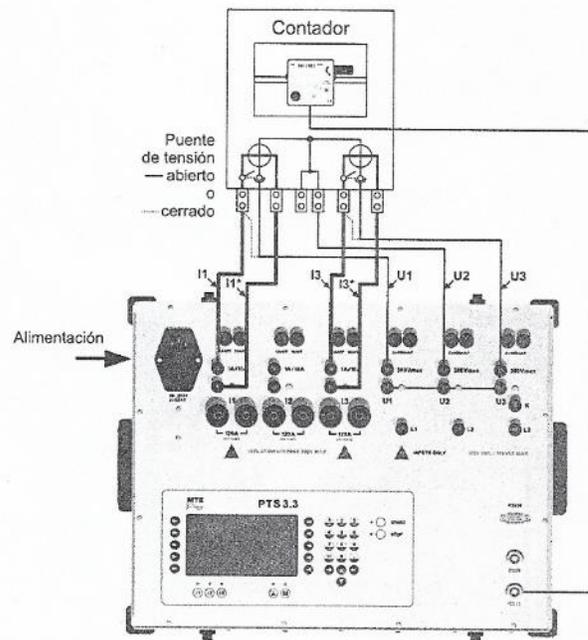


Para otros tipos de contadores (formas ANSI, A, British Standard BS etc.) consultar la documentación enviada por el fabricante de contadores y adaptar las conexiones a los contadores según sus necesidades.

Continuación del anexo 3.

### 9.2 Ensayo de un contador conexión directa de 3-hilos hasta 10 A

Ajustes básicos:

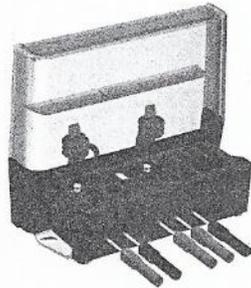


Continuación del anexo 3.

Conexiones de contadores bajo ensayo (ejemplo para contador tipo IEC)

9.3

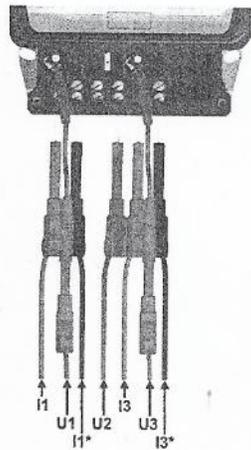
Adaptares tipo puntas



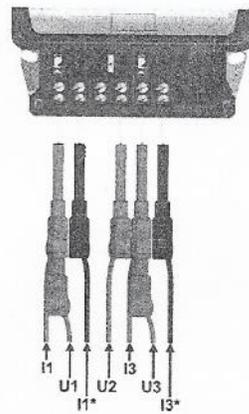
Conexión directa  
Contador de 3-hilos  
Sin instalar "in situ" o en laboratorio  
Corriente máx. de ensayo 10 A

Aji  
bá

Puente de tensión abierto



Puente de tensión cerrado



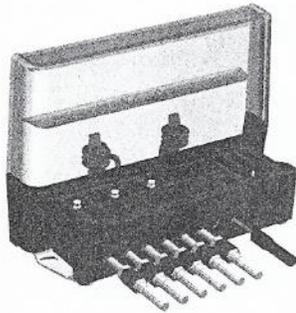
Para otros tipos de contadores (formas ANSI, A, British Standard BS etc.) consultar la documentación enviada por el fabricante de contadores y adaptar las conexiones a los contadores según sus necesidades.



Continuación del anexo 3.

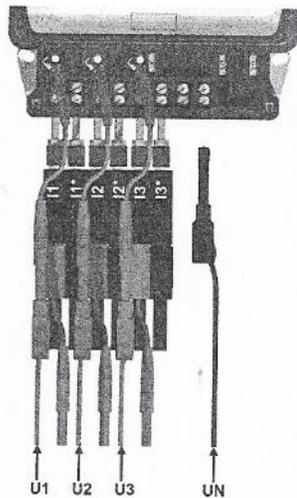
Conexiones de contadores bajo ensayo (ejemplo para contador tipo IEC)

Adaptares tipo puntas

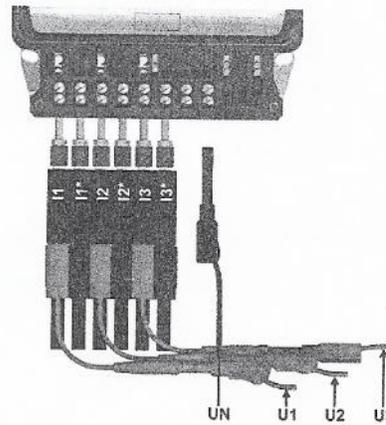


Conexión directa  
Contador de 4-hilos  
Sin instalar "in situ" o en laboratorio  
Corriente máx. de ensayo 120 A

Puente de tensión abierto



Puente de tensión cerrado

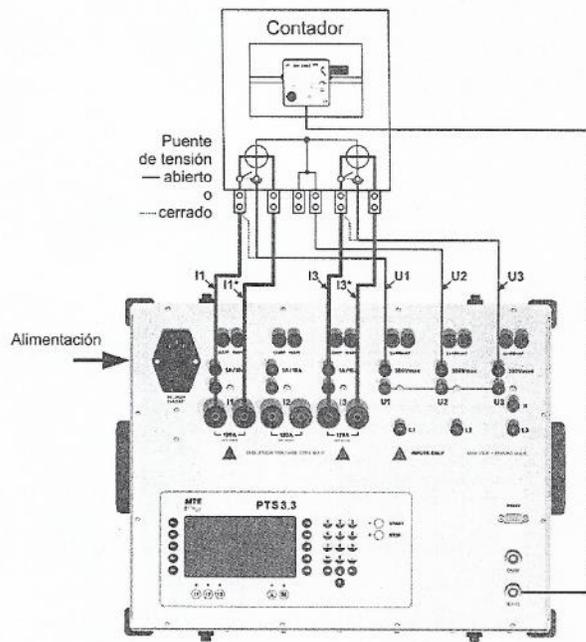
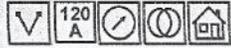


Para otros tipos de contadores (formas ANSI, A, British Standard BS etc.) consultar la documentación enviada por el fabricante de contadores y adaptar las conexiones a los contadores según sus necesidades.

Continuación del anexo 3.

#### 9.4 Ensayo de un contador conexión directa de 3-hilos hasta 120 A

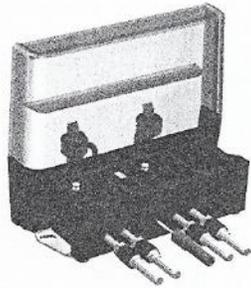
Ajustes básicos:



Continuación del anexo 3.

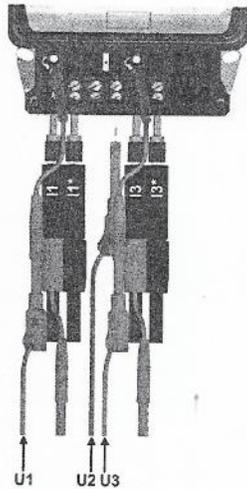
Conexiones de contadores bajo ensayo (ejemplo para contador tipo IEC)

Adaptares tipo puntas

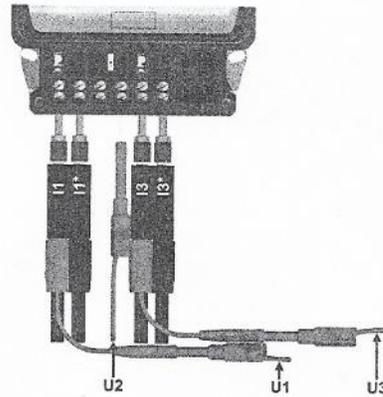


Conexión directa  
Contador de 3-hilos  
Sin instalar "in situ" o en laboratorio  
Corriente máx. de ensayo 120 A

Puente de tensión abierto



Puente de tensión cerrado

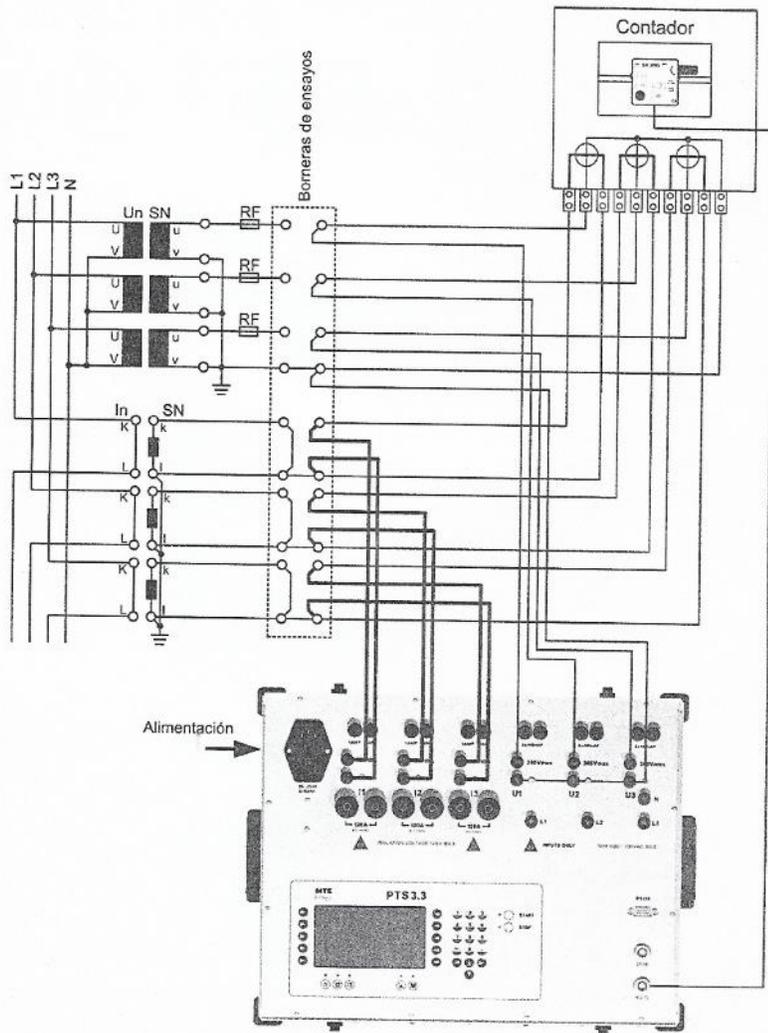
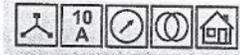


Para otros tipos de contadores (formas ANSI, A, British Standard BS etc.) consultar la documentación enviada por el fabricante de contadores y adaptar las conexiones a los contadores según sus necesidades.

Continuación del anexo 3.

### 9.5 Ensayo de un contador de 4-hilos operado a través de transformadores hasta 10 A

Ajustes básicos:



### Continuación del anexo 3.

#### Conexiones a la bornera de ensayo

Utilice para las conexiones al PTS 3.3 los adaptadores pins y cables o si existen adaptadores y cables especiales despachados con las borneras de ensayo.



**Atención!** El transformador de intensidad debe de ser cortocircuitado en el lado secundario durante el periodo de tiempo que las conexiones de corriente del contador son cambiadas al PTS 3.3.

El circuito de tensión del transformador de tensión al contador debe de ser interrumpido, antes de llevar a cabo las conexiones entre la bornera de ensayo y las salidas de tensión del PTS 3.3.

Tener en cuenta las instrucciones para el uso de las borneras de ensayo instaladas y observar las normas locales de seguridad.



**Aviso!** El circuito de corriente en el lado secundario en un transformador de corriente activo siempre debe de permanecer cerrado. Si durante los ensayos el circuito de corriente está abierto, existe peligro de aparecer alta tensión y de este modo deteriorarse los transformadores de corriente y el equipo.

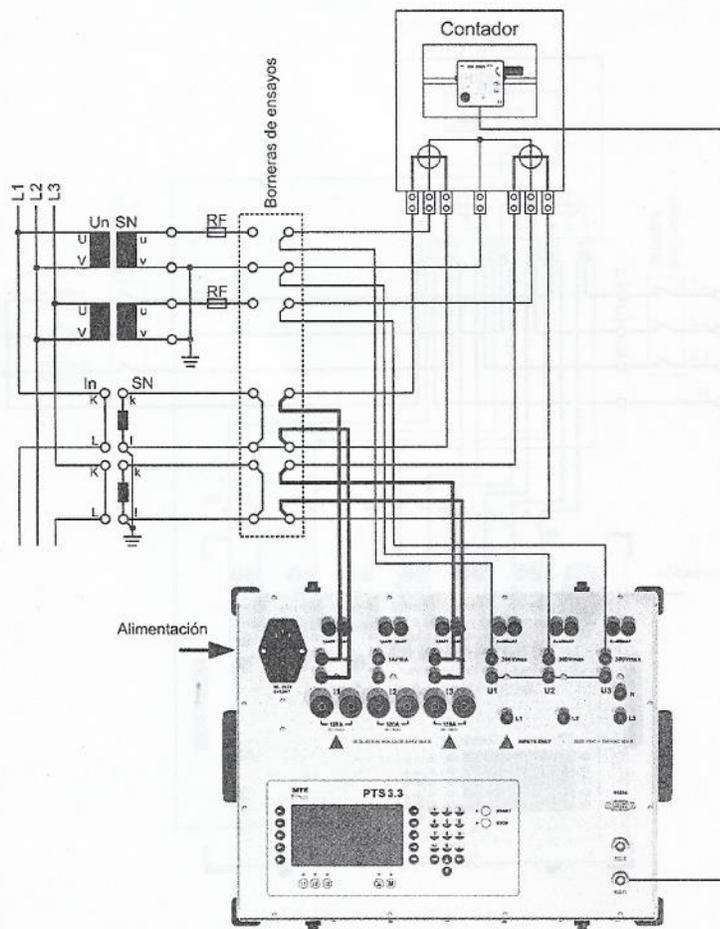
S

A  
b

Continuación del anexo 3.

### 9.6 Ensayo de un contador de 3-hilos operado a través de transformadores hasta 10 A

Ajustes básicos:

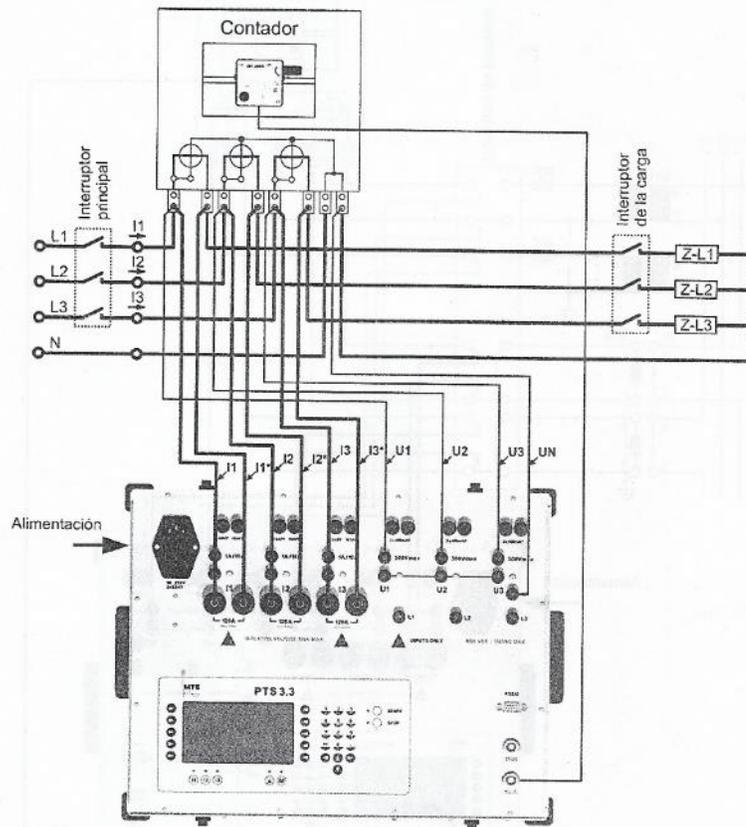


Conexiones a la bornera de ensayo (véanse explicaciones en el capítulo 9.5)

Continuación del anexo 3.

### 9.7 Ensayo de un contador instalado de 4-hilos hasta 120 A

Ajustes básicos:



### Continuación del anexo 3.

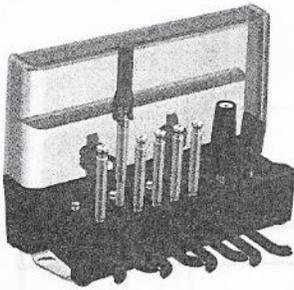
#### Conexiones de contadores bajo ensayo (ejemplo para contador tipo IEC)



Atención! El contador debe de ser desconectado del interruptor principal y de la carga durante el tiempo que se están llevando a cabo los ensayos y durante las conexiones o desconexiones al PTS 3.3. Desconectar el interruptor principal y el de la carga.

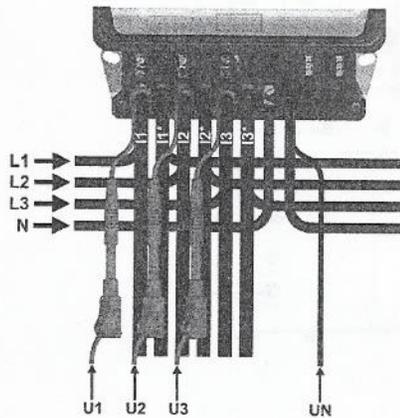
Observar las normas locales de seguridad.

#### Adaptares tipo puntas



Conexión directa  
Contador de 4-hilos  
Instalado "in situ"  
Corriente máx. de ensayo 120 A

#### Puente de tensión cerrado

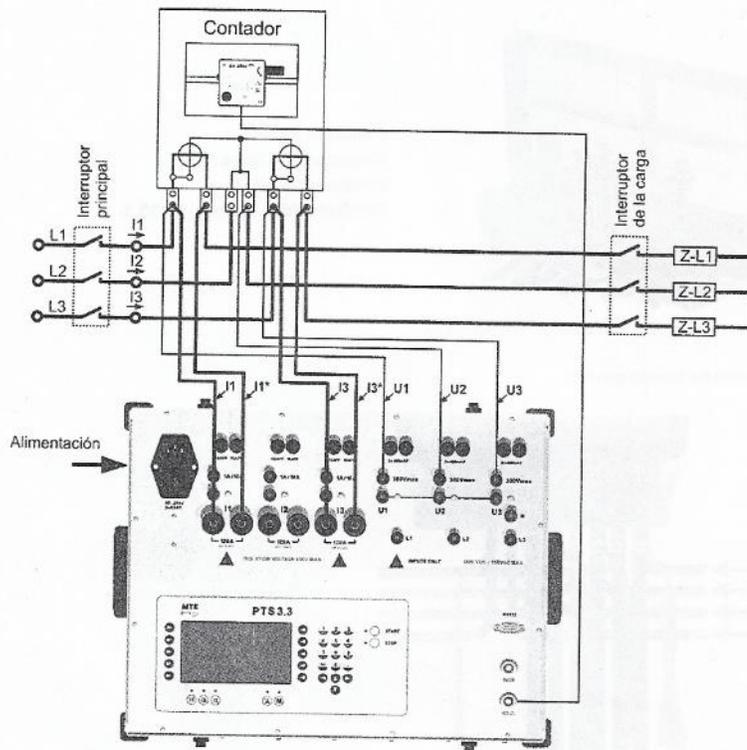


Para otros tipos de contadores (formas ANSI, A, British Standard BS etc.) consultar la documentación enviada por el fabricante de contadores y adaptar las conexiones a los contadores según sus necesidades.

Continuación del anexo 3.

9.8 Ensayo de un contador instalado conexión directa de 3-hilos hasta 120 A

Ajustes básicos:



### Continuación del anexo 3.

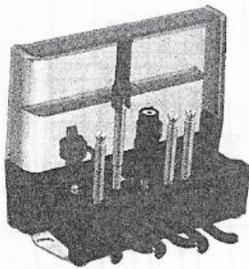
#### Conexiones de contadores bajo ensayo (ejemplo para contador tipo IEC)



Atención! El contador debe de ser desconectado del interruptor principal y de la carga durante el tiempo que se están llevando a cabo los ensayos y durante las conexiones o desconexiones al PTS 3.3. Desconectar el interruptor principal y el de la carga.

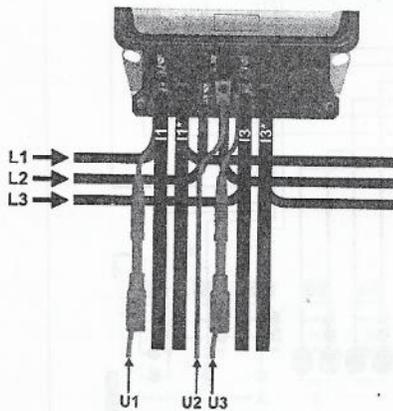
Observar las normas locales de seguridad.

#### Adaptares tipo puntas



Conexión directa  
Contador de 3-hilos  
Instalado "in situ"  
Corriente máx. de ensayo 120 A

#### Puente de tensión cerrado



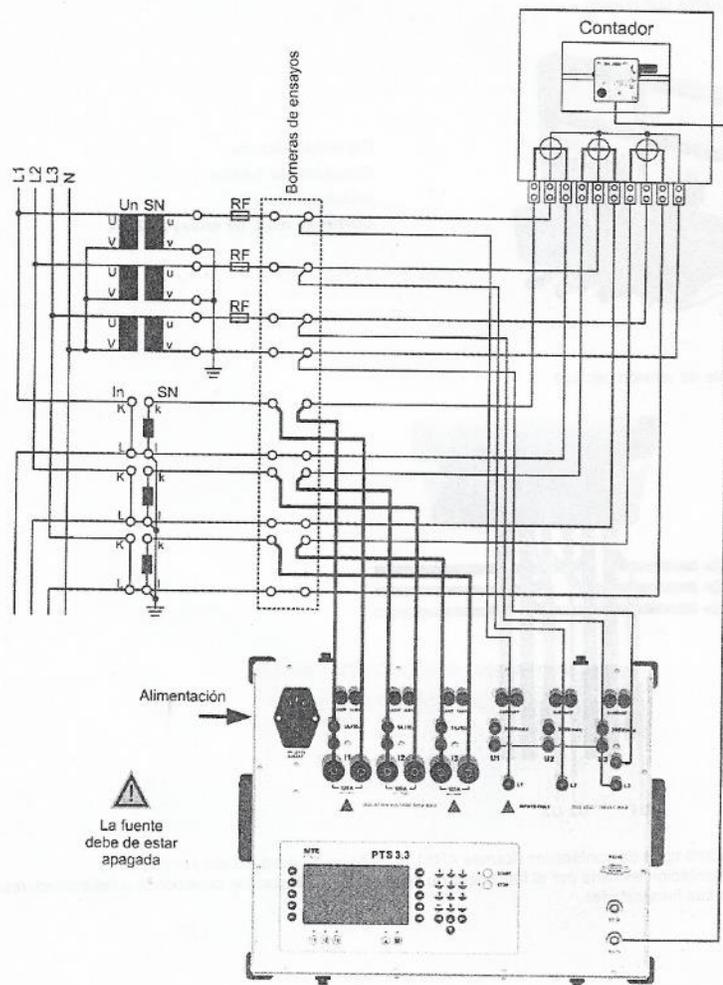
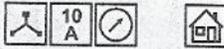
Para otros tipos de contadores (formas ANSI, A, British Standard BS etc.) consultar la documentación enviada por el fabricante de contadores y adaptar las conexiones a los contadores según sus necesidades.

Continuación del anexo 3.

## 10. Ejemplos de conexiones en el modo de medida

### 10.1 Ensayo de un contador instalado de 4-hilos operado a través de transformadores

Ajustes básicos:



### Continuación del anexo 3.

#### **Conexiones a la bornera de ensayo**

Utilice para las conexiones al PTS 3.3 los adaptadores pins y cables o si existen adaptadores y cables especiales despachados con las borneras de ensayo.



**Atención!** El transformador de intensidad debe de ser cortocircuitado en el lado secundario durante el periodo de tiempo que el circuito de corriente al contador esté abierto y las conexiones o desconexiones al PTS 3.3 se están llevando a cabo. Utilice las entradas de 120A sin fusible para medir la corriente.

Tener en cuenta las instrucciones para el uso de las borneras de ensayo instaladas y observar las normas locales de seguridad.



**Aviso!** El circuito de corriente en el lado secundario en un transformador de corriente activo siempre debe de permanecer cerrado. Si durante los ensayos el circuito de corriente está abierto, existe peligro de aparecer alta tensión y de este modo deteriorarse los transformadores de corriente y el equipo.

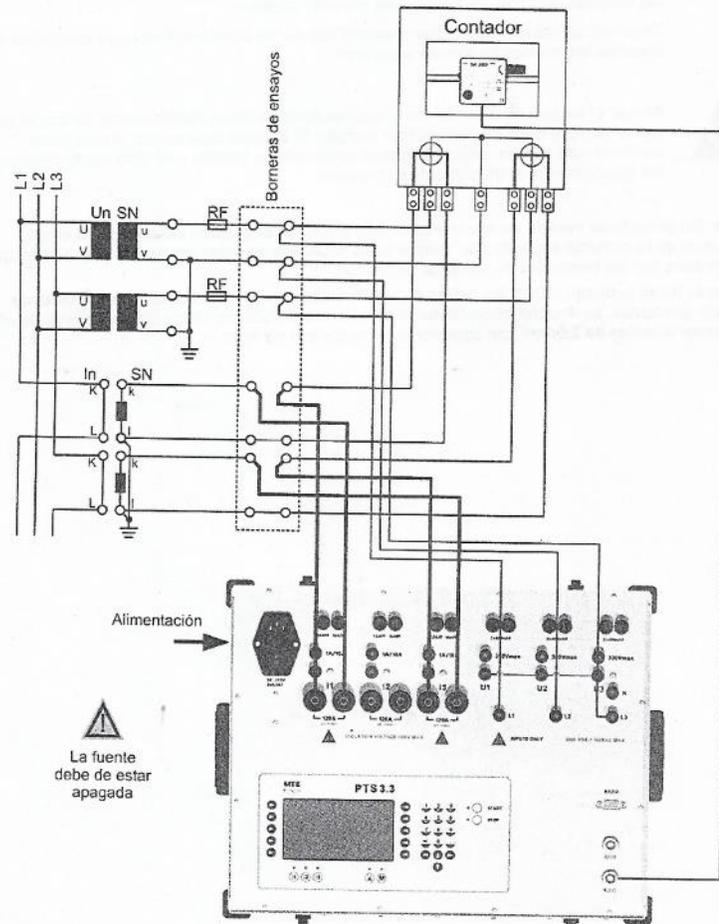
**Nota:** En el modo de medida los terminales de alto amperaje se pueden utilizar para el rango completo de la corriente especificada. Intensidades  $<10A$  son medidas con la misma precisión que si se mediera con las terminales de corriente de 1A/10A.

**Note:** Si no se pudieran utilizar los cables de alto amperaje conjuntamente con las borneras de ensayo existentes, se dispone opcionalmente de cables adaptadores desde los conectores de alto amperaje a cables de  $2.5mm^2$  con conectores de seguridad de 4mm.

Continuación del anexo 3.

10.2 Ensayo de un contador instalado de 3-hilos operado a través de transformadores

Ajustes básicos:

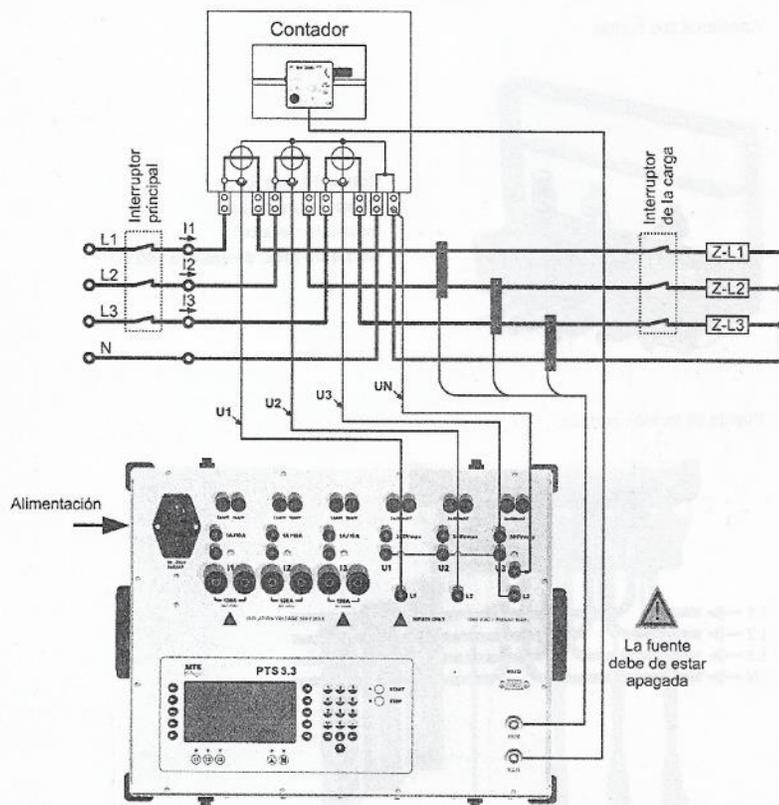


Conexiones a la bornera de ensayo (véanse explicaciones en el capítulo 10.1)

Continuación del anexo 3.

### 10.3 Ensayo de un contador instalado de 4-hilos hasta 100 A, usando transformadores de corriente tipo Pinzas

Ajustes básicos:



### Continuación del anexo 3.

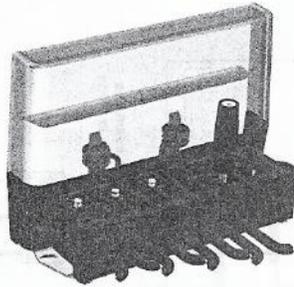
#### Conexiones de contadores bajo ensayo (ejemplo para contador tipo IEC)



**Atención!** Por razones de seguridad, siempre que sea posible, desconecte el interruptor principal durante la manipulación del contador al fijar los adaptadores tipo puntas y los omegas para las conexiones de tensión.

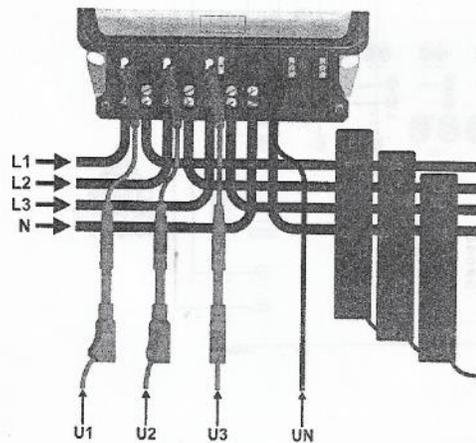
Observar las normas locales de seguridad.

#### Adaptares tipo puntas



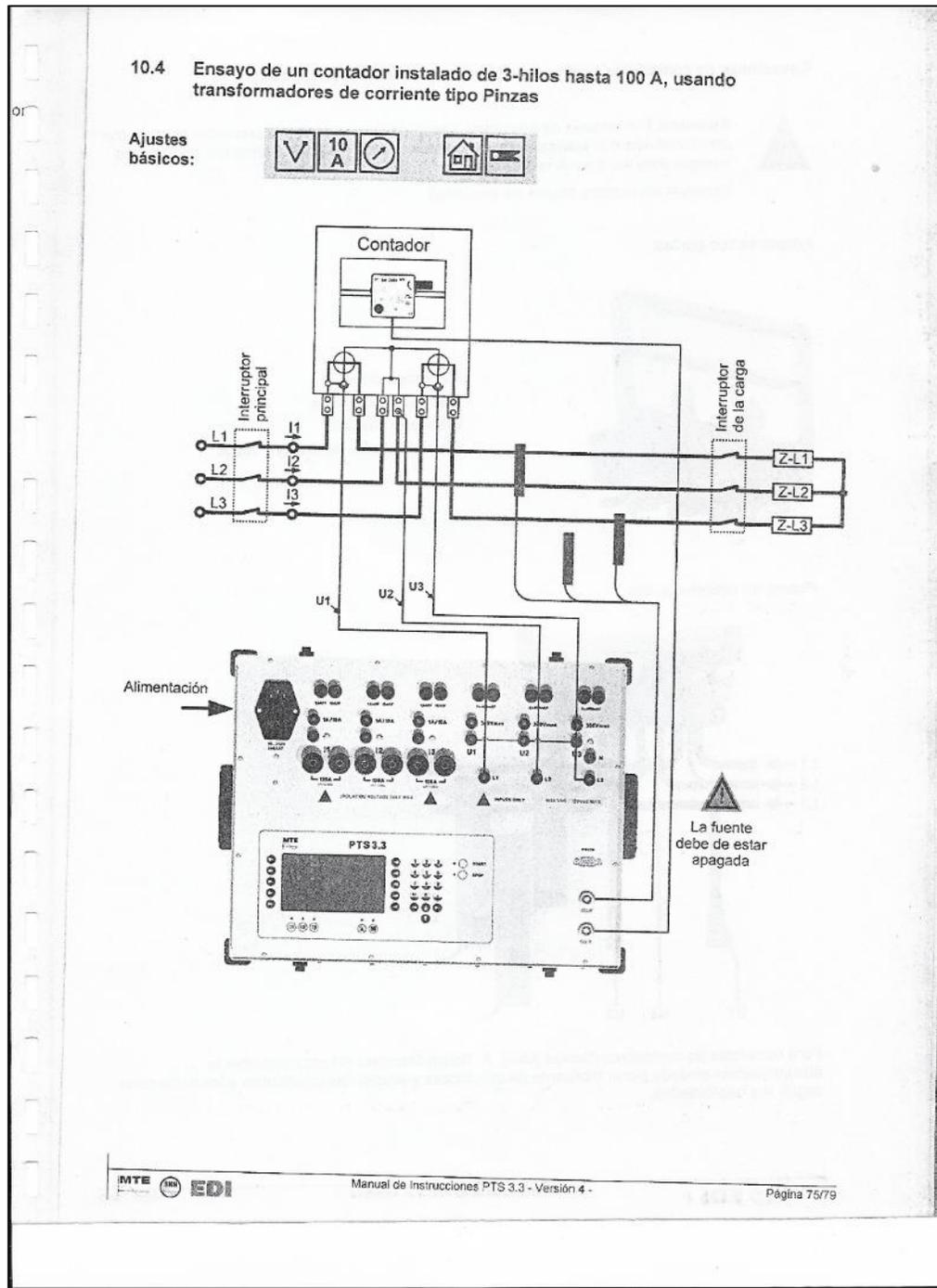
**Conexión directa**  
**Contador de 4-hilos**  
**Instalado "in situ"**  
**Corriente máx. de ensayo 100 A**

#### Puente de tensión cerrado



Para otros tipos de contadores (formas ANSI, A, British Standard BS etc.) consultar la documentación enviada por el fabricante de contadores y adaptar las conexiones a los contadores según sus necesidades.

Continuación del anexo 3.



### Continuación del anexo 3.

#### Conexiones de contadores bajo ensayo (ejemplo para contador tipo IEC)



**Atención!** Por razones de seguridad, siempre que sea posible, desconecte el interruptor principal durante la manipulación del contador al fijar los adaptadores tipo puntas y los omegas para las conexiones de tensión.

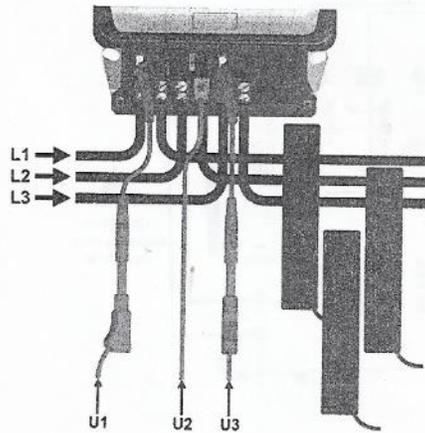
Observar las normas locales de seguridad.

#### Adaptares tipo puntas



**Conexión directa**  
Contador de 3-hilos  
Instalado "in situ"  
Corriente máx. de ensayo 100 A

#### Puente de tensión cerrado



Para otros tipos de contadores (formas ANSI, A, British Standard BS etc.) consultar la documentación enviada por el fabricante de contadores y adaptar las conexiones a los contadores según sus necesidades.

Continuación del anexo 3.

|  |   |
|--|---|
| <b>11. Datos Técnicos</b>                                      |   |
| Tensión auxiliar:  | 88 <sub>min</sub> ... 280 <sub>max</sub> VAC, 47 ... 63 Hz.   |
| Consumo de potencia:   | máx. 400 VA   |
| Caja:  | Metal   |
| Dimensiones:   | 465 x 245 x 365 mm  |
| Peso:  | aprox. 18 Kg.   |
| Influencia de la tensión auxiliar en los resultados de medida: | ≤ 0.005 % con 10 % variación  |
| Temperatura ambiente:  | 0 °C ... +50 °C   |
| Coefficiente temperatura:                                      | ≤ 0.0025 % / °C    0° C ... +40°C<br>≤ 0.0050 % / °C    -10° C ... +60°C  |
| Rango de frecuencia de las valores de medida:                  | 45 ... 66 Hz.   |
| Influencia de campos magnéticos externos:                      | ≤ 0.15 % / mT   |
| <b>Fuente de tensión</b>                                       |   |
| Rango (fase / neutral):  | 30 V ... 300 V  |
| Potencia / Distorsión:   | 50 VA (por cada fase) / <0.8 %  |
| Resolución:  | 0.1 V   |
| Precisión:   | 0.3 % (45 ... 100 Hz.)  |
| Estabilidad:   | 0.03 % (30 min.) / 0.1 % (24 h)   |
| Banda ancha:   | 30 ... 2'000 Hz. (3dB)  |
| <b>Fuente de intensidad</b>                                    |   |
| Rangos (por cada fase):  | 1 mA ... 10 A / 100 mA ... 120 A  |
| Potencia / Distorsión:   | 60 VA (por cada fase) / <0.8 %<br>Salida 120 A:    60 VA a 120 A<br>Salida 1 A / 10 A: 30 VA a 10 A / 10 VA a 1 A   |
| Resolución:  | 1 mA  |
| Precisión:   | 0.5 %   |
| Estabilidad:   | 0.03 % (30 min.) / 0.1 % (24 h)   |
| Banda ancha:   | 30 ... 1'000 Hz. (3dB)  |
| <b>Angulo de fase</b>  |   |
| Rango de ajuste:   | -180° ... +180°   |
| Resolución:  | 0.1° (1° > 100 Hz.)   |
| <b>Frecuencia</b>  |   |
| Rango:   | 45 ... 400 Hz.  |
| Resolución:  | 0.1 Hz. (1 Hz. > 100 Hz.)   |
| <b>Patrón de referencia</b>                                    |   |
| <b>Medida de intensidad (I)</b>                                |   |
| Medida directa   |   |
| Rango de intensidad:   | 1 mA ... 120 A  |
| Rango:   | 1 mA ... 40 mA    α = 3000<br>40 mA ... 120 mA    α = 1000<br>120 mA ... 400 mA    α = 300<br>400 mA ... 1.2 A    α = 100<br>1.2 A ... 4 A    α = 30<br>4 A ... 12 A    α = 10<br>12 A ... 40 A    α = 3<br>40 A ... 120 A    α = 1 |
| Rango del display:   | 1.0000 mA ... 120.0000 A  |

Continuación del anexo 3.

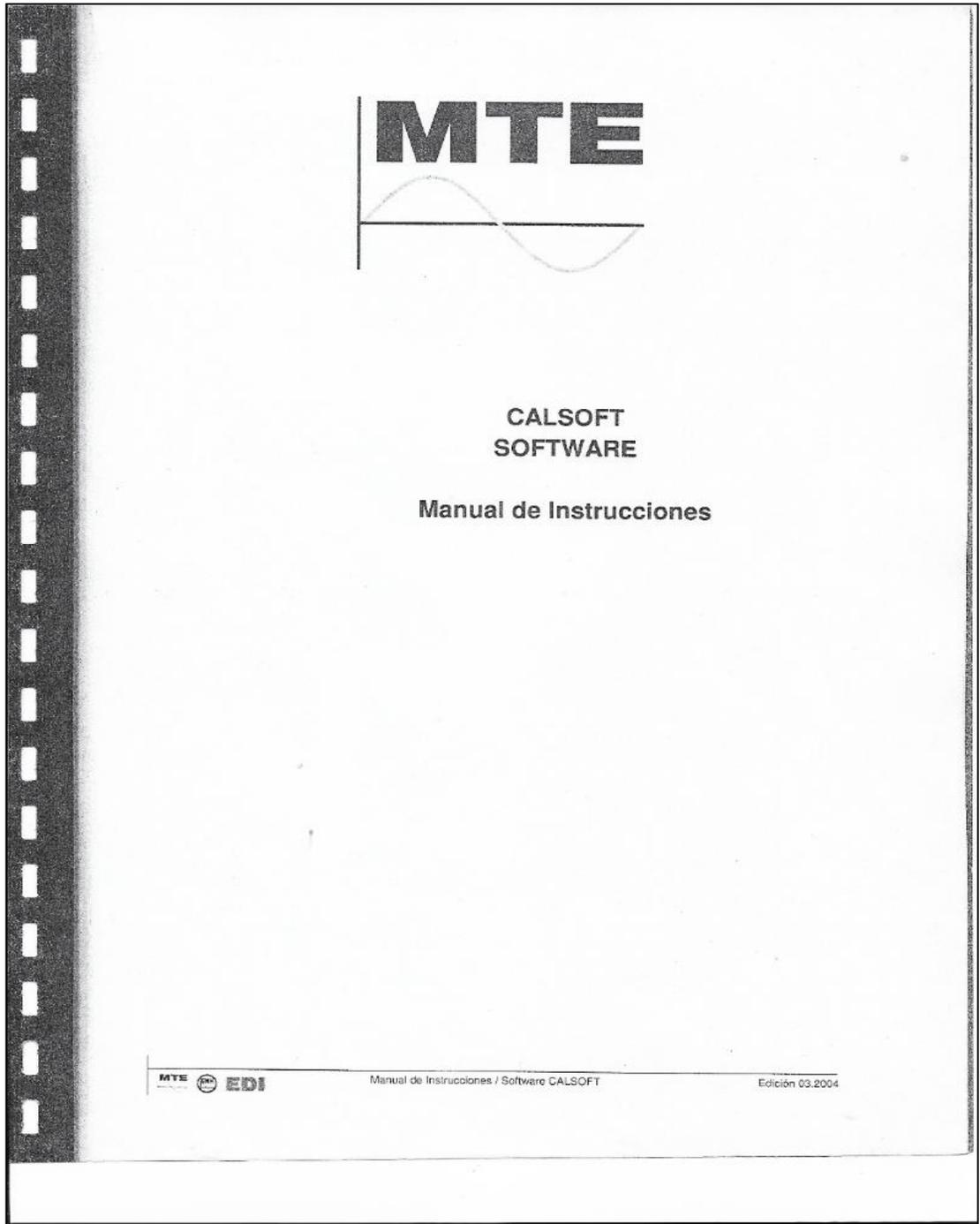
|   |   |                                     |                |
|---|---|-------------------------------------|----------------|
| Error:  | $E \leq \pm 0.05 \%$  | 40 mA ... 120 A                     |                |
|   |   | del valor de medida                 |                |
|   | $E \leq \pm 0.05 \%$  | 1 mA ... 40 mA                      |                |
|   |   | del valor final del rango de medida |                |
| <b>Transformadores tipo PINZAS compensados</b>                              |   |                                     |                |
| Rango de intensidad:  | 50 mA ...   | 100 A                               |                |
| Rango:  | 50 mA ...   | 800 mA                              | $\alpha = 125$ |
|   | 800 mA ...  | 4 A                                 | $\alpha = 25$  |
|   | 4 A ...   | 20 A                                | $\alpha = 5$   |
|   | 20 A ...  | 100 A                               | $\alpha = 1$   |
| Rango del display:  | 50.00 mA ...  | 100.00 A                            |                |
| Error:  | $E \leq \pm 0.2 \%$   | 0.5 A ... 100 A                     |                |
|   | $E \leq \pm 1.0 \%$   | 50 mA ... 499 mA                    |                |
| <b>Otros transformadores tipo PINZAS (en la entrada de 100 A)</b>           |   |                                     |                |
| Error:  | $E \leq \pm 0.5 \%$ del valor de medida + error de las PINZAS |                                     |                |
| <b>Medida de tensión (U)</b>  |   |                                     |                |
| Rango de tensión:   | 0.5 V ...   | 480 V                               |                |
| Rangos:   | 30 V ...  | 60 V                                | $\beta = 8$    |
|   | 60 V ...  | 120 V                               | $\beta = 4$    |
|   | 120 V ...   | 240 V                               | $\beta = 2$    |
|   | 240 V ...   | 480 V                               | $\beta = 1$    |
| Rango del display:  | 0.5000 ...  | 480.000 V                           |                |
| Error:  | $E \leq \pm 0.05 \%$  | 30 V ... 480 V                      |                |
|   |   | del valor de medida                 |                |
|   | $E \leq \pm 0.2 \%$   | 0.5 V ... 30 V                      |                |
|   |   | del valor final del rango de medida |                |
| <b>Medida de Potencia (P, Q, S)</b>   |   |                                     |                |
| Medida de potencia por fase en el rango 30 ... 480 V.                       |   |                                     |                |
| Error de potencia con relación a la potencia aparente                       |   |                                     |                |
| <b>Error directo (40 mA ... 120 A):</b>                                     |   |                                     |                |
| Potencia activa P:  | $E \leq \pm 0.05 \%$  |                                     |                |
| Potencia reactiva Q:  | $E \leq \pm 0.05 \%$  |                                     |                |
| Potencia aparente S:  | $E \leq \pm 0.05 \%$  |                                     |                |
| <b>Error con transformadores tipo PINZAS compensados (50 mA ... 100 A):</b> |   |                                     |                |
| Potencia activa, reactiva, aparente P, Q, S:                                | $E \leq \pm 0.2 \%$   | 500 mA ... 100 A                    |                |
|   |   | del valor de medida                 |                |
|   | $E \leq \pm 0.5 \%$   | 50 mA ... 499 mA                    |                |
|   |   | del valor final del rango de medida |                |
| Rango del display:  | 6 dígitos por cada punto de medida                            |                                     |                |

Continuación del anexo 3.

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Factor de potencia (PF)</b><br/> <math>PF = \frac{P}{S}</math></p>   | <p><b>Error directo:</b><br/> <math>E \leq \pm 0.05 \%</math> del valor final del rango de medida<br/> <b>Error con transformadores tipo PINZAS compensados:</b><br/> <math>E \leq \pm 0.20 \%</math> del valor final del rango de medida<br/>                     -1.00000 ... 1.00000</p> |
| <p>Rango del display:</p>  |   |
| <p><b>Cálculo de error (E)</b><br/>                     Rango de las constantes:</p>   | <p>1 ... 1'000'000 Imp./kWh (kvarh, kVAh)<br/>                     1 ... 1'000'000 Imp./Wh (varh, VAh)<br/>                     1 ... 10'000 Imp./VAs (vars, VAs)<br/>                     (0.001 ... 100 Wh/Imp).</p>  |
| <p>Rango del display:</p>  | <p>-100.000% ... +100.000%</p>  |
| <p><b>Display del ángulo de la fase</b><br/>                     Resolución:</p>   | <p>0.1°</p>   |
| <p><b>Entradas de frecuencia</b><br/>                     Nivel de entrada:<br/>                     Frecuencia de entrada:<br/>                     Tensión auxiliar:<br/>                     Mínima duración del impulso:</p>   | <p>4 ... 12 V (24V)<br/>                     máx. 200 KHz.<br/>                     11 ... 13 VDC (<math>I \leq 60</math> mA)<br/>                     1 <math>\mu</math>s</p>  |
| <p><b>Salidas de frecuencia (fo)</b><br/>                     Nivel de salida:<br/>                     Rango 0.05 ... 100 A<br/>                     Salida de frecuencia:</p>  | <p>5 V TTL resistente a cortocircuito<br/> <math>\Sigma C_p = 1'250</math> Imp./Wh<br/> <math>f_o = \frac{\Sigma P \cdot \Sigma C_p \cdot \alpha \cdot \beta}{3600}</math></p>  |
| <p>Relación de impulsos:</p>   | <p><math>\alpha, \beta</math> Se deben de colocar los valores más altos alcanzados de los rangos de intensidad y tensión.<br/>                     1:1</p>  |
| <p><b>Requisitos de seguridad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de aislante EN 61010-1</li> <li>• Certificado CE</li> <li>• Tipo de protección:</li> <li>• Temperatura de almacén:</li> <li>• Humedad relativa:</li> <li>• Humedad relativa repartida en 30 días / año:</li> </ul> | <p>IP-40<br/>                     - 20 ... + 60°C<br/> <math>\leq 85\%</math> a <math>T_a \leq 21^\circ\text{C}</math><br/> <math>\leq 95\%</math> a <math>T_a \leq 25^\circ\text{C}</math></p>   |

Fuente: (Meter Test Equipment AG, 2003)

Anexo 4. **Manual de operación (Software)**



Continuación del anexo 4.

## Índice

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Introducción.....  | 2  |
| 2   | Instalación del Programa.....                            | 2  |
| 2.1 | General.....   | 2  |
|     | Requisitos indispensables del sistema.....               | 3  |
| 2.2 | Configuración.....                                       | 3  |
| 3   | Funciones Principales.....                               | 5  |
| 3.1 | General.....   | 5  |
| 3.2 | Display de Resultados y Modo de Lectura de Datos.....    | 5  |
| 3.3 | Menú Principal.....                                      | 6  |
| 3.4 | Vista del Flujo de Datos.....                            | 8  |
| 3.5 | Presentación de los Resultados.....                      | 9  |
| 3.6 | Crear Protocolos.....                                    | 11 |
| 3.7 | Exportar Datos.....                                      | 12 |
| 4   | Trabajar con Secuencias de Ensayo (solo CALSOFT II)..... | 13 |
| 4.1 | Vista General.....                                       | 13 |
| 4.2 | Definición del Tipo del Contador.....                    | 13 |
| 4.3 | Definición de la Secuencia de Ensayo.....                | 16 |
| 4.4 | Ejecución de Ensayos.....                                | 20 |
| 4.5 | Resultados.....  | 21 |
| 5   | Búsqueda de Fallas / Consejos.....                       | 21 |

## Continuación del anexo 4.

### Introducción

Los paquetes de software CALSOFT I y CALSOFT II son designados para la lectura de datos y control de equipos portátiles de ensayo, así como para la presentación y el procesamiento de datos.

Ambos paquetes colectan datos de resultados, ya sea leyendo los datos guardados en la memoria de un instrumento o controlando directamente el instrumento "in situ".

CALSOFT II tiene una base de datos adicional para definiciones de tipos de contadores y secuencias de ensayo, la cual permite al operario de preparar y estandarizar ensayo de contadores. Se pueden llevar a cabo secuencias de ensayo automáticas usando el CALSOFT II conjuntamente con una fuente controlable.

En este manual se indica claramente que partes solo son válidas para el CALSOFT II. Todas las demás partes son válidas para ambos paquetes.

Este manual de instrucciones se basa en la versión 2.5.9

## 2 Instalación del Programa

### 2.1 General

Durante el proceso de instalación se necesitan los derechos de 'administrador'. Se ha de tener en cuenta, que el actual usuario durante la instalación dispone de dichos derechos, de otro modo no sería posible de llevar a cabo durante la instalación los ingresos correspondientes en el archivo del sistema.

Para comenzar la instalación del programa inserte el CD en el CD ROM drive. Si la función 'autorun' está disponible la instalación comienza automáticamente. Por el contrario si la función 'autorun' no está disponible se debe de arrancar el programa manualmente llamando en el directorio seleccionado a SETUP.EXE.

La rutina pregunta por el idioma de despliegue durante el proceso de instalación. Seleccione el idioma deseado.

La rutina pregunta por la destinación de la instalación. Confirme la sugerencia o ingrese otro destino. Por favor siga las instrucciones indicadas.

Para posteriormente arrancar CALSOFT utilice el icono (shortcut) de la pantalla (desktop) o ingrese en el menú de arranque.



Se ha de tener en cuenta que el software para PC Calsoft y los instrumentos conectados trabajan en conjunto. Controle por favor antes de arrancar el programa, si los instrumentos poseen los Firmware correctos. Las versiones actuales de Firmware se encuentran disponibles en el CD del Calsoft. La guía para cargar los Firmware se encuentra igualmente disponible en el CD del Calsoft. Por favor siga las instrucciones rigurosamente.



La carga de un nuevo Firmware se lleva a cabo a riesgo propio y solo puede ser efectuada por especialistas. El derecho de garantía caduca, en caso de que el equipo no debiera de funcionar correctamente después de cargarle el Firmware.



## Continuación del anexo 4.

### Requisitos indispensables del sistema

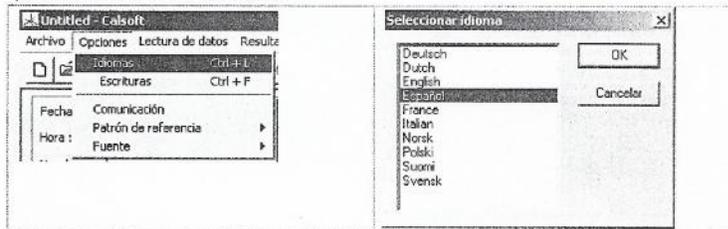
El PC debe de cumplir con las siguientes especificaciones mínimas:

- Sistema operativo Microsoft Windows 2000, XP; con el último paquete de servicio disponible
- CPU Intel Pentium 500MHz (dependiendo del sistema operativo).
- 128 MB RAM memoria principal (dependiendo del sistema operativo).
- Se requiere aproximadamente 5 MB de espacio libre en el disco duro para la instalación del programa y se requiere también espacio adicional para guardar los resultados de los ensayos.
- Un puerto de serie de comunicación RS232 para conectar el patrón de referencia. Dependiendo de la configuración del sistema, el CALSOFTII puede necesitar también de un segundo puerto de comunicación para controlar la fuente.
- Resolución del monitor VGA (800x 600)
- En caso que se desee trabajar con la función de exportar datos a Excel, deberá de estar instalado MS EXCEL.

## 2.2 Configuración

### 2.2.1 Idioma

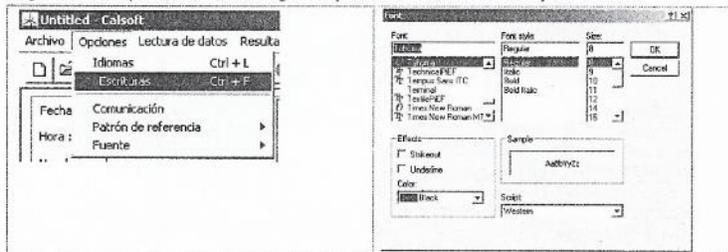
El software se provee por definición (default) en idioma inglés. A través del menú de opciones se puede seleccionar el idioma deseado:



Si el idioma deseado no está disponible, por favor contacte con su distribuidor.

### 2.2.2 Tipo de escritura

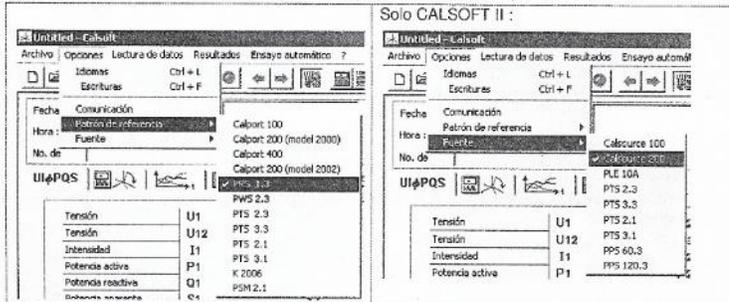
El programa permite de ajustar, a excepción de los avisos estándares de Windows, el tipo de escritura de los textos. Debido a estos ajustes puede darse, que por motivo del tamaño de la escritura no se presenten todas las impresiones completas. Para el ingreso viene utilizado un diálogo estándar de Windows. Por ello algunos espacios (por ejemplo, el tamaño de la escritura) no tienen influencia alguna sobre la presentación. La imagen abajo muestra los datos de los ajustes básicos.



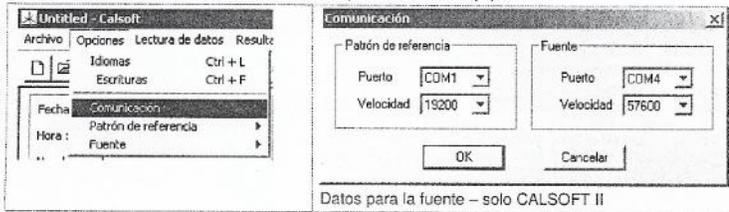
Continuación del anexo 4.

**2.2.3 Configuración del Hardware**

Es necesario de indicar al software los equipos conectados. Para ello seleccione de las correspondientes listas el patrón de referencia y la fuente (solo con CALSOFT II):



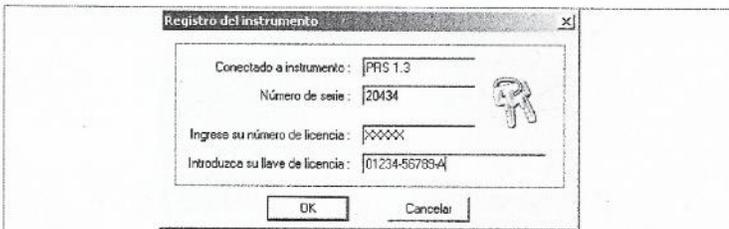
Adicionalmente deberá de definir los canales de comunicación (puertos) y Baudrate. Se pondrán para selección solamente los interfaces de serie actuales disponibles. Las velocidades de comunicación correctas se encuentran definidas en los manuales de instrucciones de los correspondientes Hardware. También se deberá de controlar el ajuste actual del equipo.



**2.2.4 Licencia**

Nada más comunicar CALSOFT la primera vez con el patrón de referencia, se le preguntará al usuario por el número de licencia y la llave de licencia. Por este medio actúa el patrón de referencia como "dongle". Dependiendo del tipo de licencia adquirida quedarán disponibles las funciones del CALSOFT I o CALSOFT II.

Un paquete de software puede ser licenciado para el control de varios instrumentos.

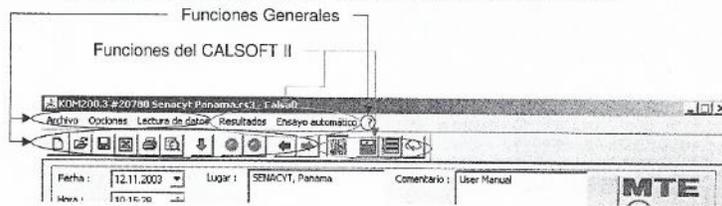


## Continuación del anexo 4.

### 3 Funciones Principales

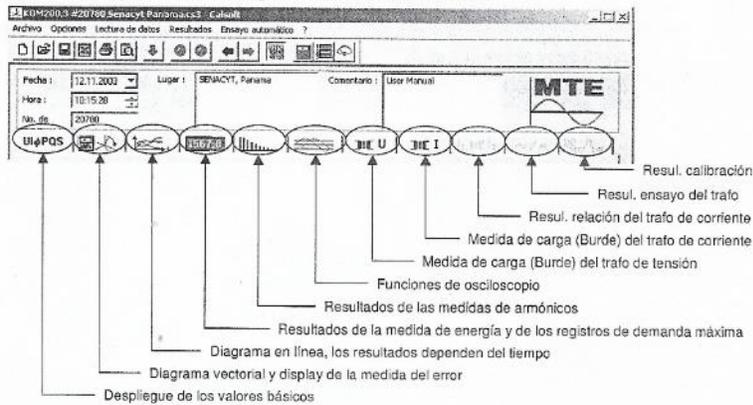
#### 3.1 General

Las funciones disponibles y los modos de display dependen de los hardware conectados.



Con CALSOFT II la información desplegada depende del modo de operación. El display de resultados y el modo de proceso de datos es idéntico al del CALSOFT I. Adicionalmente se encuentra disponible un modo para definición y ejecución de ensayos automáticos (véase capítulo 4).

#### 3.2 Display de Resultados y Modo de Lectura de Datos



Las presentaciones disponibles dependen de los patrones de referencia conectados y sus funcionalidades. Solo están activos los „display tabs“ disponibles.

**Importante:** En caso de que el instrumento conectado no disponga de la funcionalidad, y se abran resultados de un ensayo anterior, llevados a cabo con un equipo de funcionalidad superior, se mostrarán todos los resultados disponibles.

Los resultados mostrados dependen también de funciones de medida activas. Si por ejemplo no se ha comenzado la medida del error en el equipo, no se presentarán ningún resultado durante la lectura en tiempo real en la ventana correspondiente de Calsoft.

Continuación del anexo 4.

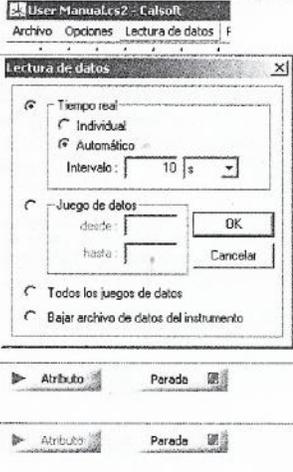
### 3.3 Menú Principal

#### 3.3.1 Funciones de Fichero

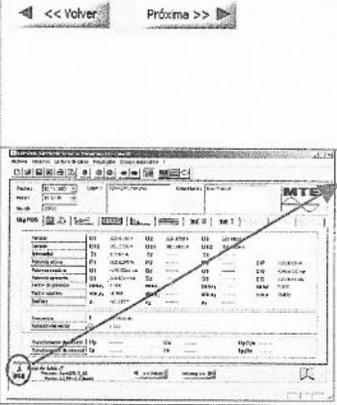
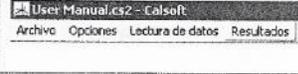
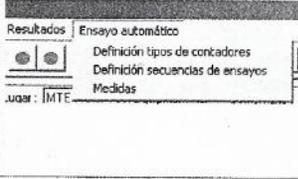
Funciones para trabajar ficheros de datos. Un fichero contiene varios juegos de datos (véase también capítulo 4.4).

|  |  |
|--|--|
|  | <p><b>Nuevo</b> : Abrir un nuevo fichero</p> <p><b>Abrir</b> : Abrir un fichero guardado anteriormente</p> <p><b>Buscar</b>: Buscar un fichero específico</p> <p><b>Guardar</b> : Guardar el fichero actual</p> <p><b>Guardar como:</b> Guardar el fichero actual con un nuevo nombre</p> <p><b>Exportar a Excel</b> : Exportar el fichero actual a Excel</p> <p><b>Vista previa</b> : Vista previa de los resultados, selección del formato de impresión</p> <p><b>Imprimir</b> : Imprimir resultados</p> <p><b>Configurar impresora:</b> Configurar impresora</p> <p><b>Salir:</b> Salir del CALSOFT</p> |
|--|--|

#### 3.3.2 Funciones de Lectura de Datos

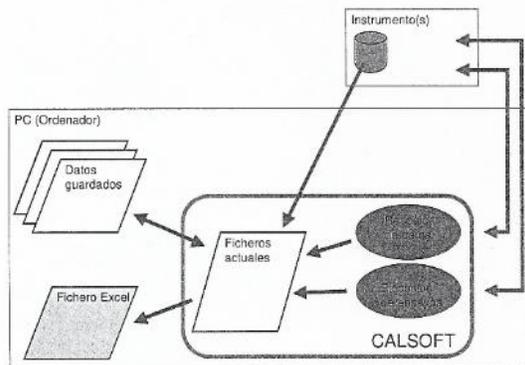
|   |   |
|---|---|
|  | <p>Definición, de cuáles y cómo deben ser leídos los datos</p> <p>Existen cinco formas diferentes de tomar los datos del instrumento conectado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura individual de los valores actuales (Tiempo real, individual)</li> <li>• Lectura periódica de los valores actuales (Tiempo real, automático, lectura periódica según el intervalo definido). Intervalo mínimo 10 segundos.</li> <li>• Lectura de un juego de datos determinados almacenados en el instrumento.</li> <li>• Lectura de todos los juegos de datos almacenados en el instrumento.</li> <li>• Lectura de un fichero del instrumento conectado (función solo disponible con el CALPORT 400 y 200 versión 2000). Acceso directo al sistema de ficheros del instrumento.</li> </ul> <p> Comienzo de la función de lectura o recogida, (la cabeza está bloqueada si la función está activa)</p> <p> Parada de la función de lectura o recogida, (la cabeza está bloqueada si la función está inactiva)</p> |
|---|---|

Continuación del anexo 4.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p><b>3.3.3 Navegación</b></p>  |    | <p>La navegación a través de los diferentes juegos de datos se lleva a cabo ya sea paso a paso con los botones debajo de los bloques de resultados, o por medio de los botones de las flechas. Los botones solo están liberados, si la lectura de datos está inactiva.</p> <p>Por medio del botón a la izquierda se pueden mostrar directamente juegos de datos individuales. Se abrirá una nueva ventana en la cual se presentan para su selección en un listado todos los juegos de datos. (Para más detalles véase capítulo 3.5.4)</p> |
| <p><b>3.3.4 Resultados (solo CALSOFT II)</b></p>  |  | <p><b>Resultados</b> : Cambia al modo del despliegue de los resultados y proceso de datos. (el botón no está liberado, si el ensayo automático esta activo)</p>  |
| <p><b>3.3.5 Ensayo Automático (solo CALSOFT II)</b></p>   |  | <p><b>Definición tipos de contadores</b> : Definición de un tipo de contador (contador a ensayar)</p> <p><b>Definición secuencias de ensayos</b> : Definición de una secuencia de ensayo</p> <p><b>Medidas</b> : Ejecución de una secuencia</p>                                  |
| <p><b>3.3.6 Sobre CALSOFT</b></p>   |  | <p><b>Sobre CALSOFT:</b>  Despliegue de información sobre el programa y la versión del CALSOFT</p>   |
| <p>   <span style="margin-left: 100px;">Manual de Instrucciones / Software CALSOFT</span> <span style="float: right;">Página 7/21</span> </p> |   |   |

Continuación del anexo 4.

3.4 Vista del Flujo de Datos



El fichero actual es base para las siguientes funciones:

- Despliegue de los resultados (pantalla del PC o impresión)
- Guardar los resultados
- Exportar los resultados a Excel

Los resultados pueden provenir de:

- La memoria interna del instrumento conectado
- Recogida de datos (lectura de los valores actuales)
- De un fichero guardado con anterioridad
- Resultados de un ensayo automático llevado a cabo (solo CALSOFT II)

Continuación del anexo 4.

**3.5 Presentación de los Resultados**

**3.5.1 General**

El modo seleccionado durante la medida, determina que formas de presentación de datos están completas.

**3.5.2 Información de la Cabeza**

| User Manual.Calsoft - Calsoft  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Archivo Opciones Lectura de datos Resultados Ensayo automático About Calsoft ... |  |   |   |
| Fecha:   | 04.06.2003   | Lugar:  | MTE Meter Test Equipment AG<br>Dammstrasse 16<br>P.O. box 4544<br>6304 Zug<br>Switzerland |
| Hora:  | 11:59:42   | Comentario:   | User Manual   |
| No. de serie:  |  |  |   |
| <b>Fecha / Hora:</b>   | Fecha y hora de cuándo los datos fueron guardados.<br>Esta información puede modificarse en todo momento.  |   |   |
| <b>Lugar / Comentario:</b>   | Información libre para complemento / aclaración de los resultados.<br>Estos datos pueden ser ingresados directamente en el instrumento durante el ensayo o con CALSOFT II en un ensayo automático.<br>Si un instrumento posee la posibilidad, introducir localmente en el equipo estos datos, estos serán leídos y presentados.<br>Esta información puede modificarse en todo momento. |   |   |
| <b>No. de serie:</b>   | Número de identificación del contador a ensayar.<br>Esta información puede modificarse en todo momento.  |   |   |

**3.5.3 Área de Estado**

| X juego de datos : 7  |   |
|---|---|
| Proceso : mem200.3_01   | << Volver      Próxima >>   |
| Punto : LI PF=0.5(lead)   |    |
| A parte de la información de estado marcada arriba en la imagen se encuentran también disponibles en la zona de estado los botones de control para el proceso de los juegos de datos. (Véase también capítulo 3.5.4). |   |
| <b>Juego de datos:</b>  | Número del juego de datos presentado  |
| <b>Proceso:</b>   | CALSOFT I lectura actual: → LOG<br>CALSOFT I datos de la memoria del instrumento: → MEM<br>CALSOFT II : Nombre de la secuencia de ensayo  |
| <b>Punto:</b>   | CALSOFT I lectura actual: → ninguna información<br>CALSOFT I datos de la memoria del instrumento:<br>→ información sobre la posición en la memoria interna<br>CALSOFT II : información sobre el punto de ensayo |
|    | Modo de conexión durante la recogida de datos   |

Continuación del anexo 4.

3.5.4 Proceso (manejo) de juego de datos

Juego de datos : 7  
 Proceso : kom200\_3\_01  
 Punto : L1 PF=0.5(lead)    << Volver    Próxima >>

Si un fichero de datos posee varios juego de datos el operario podrá navegar ya sea por medio de los botones de la línea de estado o la lista de arranque rápido.

Activando el botón  se abrirá la siguiente ventana:

| No.                      | Proceso     | Punto          | Fecha      | Hora     | No. de serie | Lugar           | Comentario             |
|--------------------------|-------------|----------------|------------|----------|--------------|-----------------|------------------------|
| <input type="checkbox"/> | kom200_3_01 | L1 PF=1        | 12.11.2003 | 10:04:59 | 20780        | SENACYT, Panama | Reparatur, Eingangslos |
| <input type="checkbox"/> | kom200_3_01 | L2 PF=1        | 12.11.2003 | 10:06:55 | 20780        | SENACYT, Panama | Reparatur, Eingangslos |
| <input type="checkbox"/> | kom200_3_01 | L3 PF=1        | 12.11.2003 | 10:06:47 | 20780        | SENACYT, Panama | Reparatur, Eingangslos |
| <input type="checkbox"/> | kom200_3_01 | L1 PF=0.5(lag) | 12.11.2003 | 10:08:16 | 20780        | SENACYT, Panama | Reparatur, Eingangslos |
| <input type="checkbox"/> | kom200_3_01 | L2 PF=0.5(lag) | 12.11.2003 | 10:09:41 | 20780        | SENACYT, Panama | Reparatur, Eingangslos |
| <input type="checkbox"/> | kom200_3_01 | L3 PF=0.5(lag) | 12.11.2003 | 10:11:05 | 20780        | SENACYT, Panama | Reparatur, Eingangslos |

Se presentarán en el listado todos los juegos de datos contenidos en el fichero de datos actual. Las informaciones de cada uno de los juegos de datos dependen de los ingresos anteriores llevados a cabo por el operario.

Si se selecciona un juego de datos, se presentarán directamente en la zona sus correspondientes resultados.

| No.                                 | Proceso     | Punto          | Fecha      | Hora     | No. de serie | Lugar           | Comentario             |
|-------------------------------------|-------------|----------------|------------|----------|--------------|-----------------|------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | kom200_3_01 | L1 PF=1        | 12.11.2003 | 10:04:59 | 20780        | SENACYT, Panama | Reparatur, Eingangslos |
| <input type="checkbox"/>            | kom200_3_01 | L2 PF=1        | 12.11.2003 | 10:06:55 | 20780        | SENACYT, Panama | Reparatur, Eingangslos |
| <input type="checkbox"/>            | kom200_3_01 | L3 PF=1        | 12.11.2003 | 10:06:47 | 20780        | SENACYT, Panama | Reparatur, Eingangslos |
| <input type="checkbox"/>            | kom200_3_01 | L1 PF=0.5(lag) | 12.11.2003 | 10:08:16 | 20780        | SENACYT, Panama | Reparatur, Eingangslos |
| <input type="checkbox"/>            | kom200_3_01 | L2 PF=0.5(lag) | 12.11.2003 | 10:09:41 | 20780        | SENACYT, Panama | Reparatur, Eingangslos |
| <input type="checkbox"/>            | kom200_3_01 | L3 PF=0.5(lag) | 12.11.2003 | 10:11:05 | 20780        | SENACYT, Panama | Reparatur, Eingangslos |

Para borrar un juego de datos se deberá de marcar la casilla de la izquierda y seguidamente activar el botón . Si se desean borrar todos los juegos de datos se deberá de marcar la casilla en la línea del título.

La ventana se cierra a través del botón .

Continuación del anexo 4.

### 3.6 Crear Protocolos

#### 3.6.1 General

Se encuentran a disposición tres tipos diferentes de formatos de protocolos.

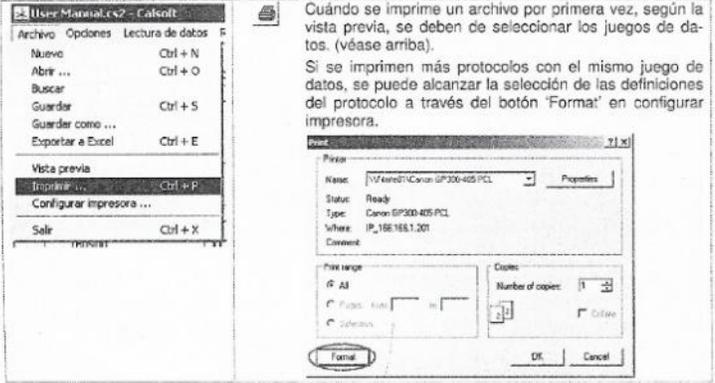
|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Standard:</b> Protocolo de un solo juego de datos en una página. La pantalla usada para iniciar el protocolo determina el formato de la información desplegada.</li> <li>• <b>Auto:</b> Protocolo de varios juegos de datos seleccionables. Dependiendo del método de ensayo (medida del error, contar, ensayo de la minutería) se determina, que datos deberán de ser protocolizados. El formato de datos para cada método de ensayo está establecido.</li> <li>• <b>Personalizado:</b> Protocolo de varios juegos de datos libremente seleccionables.</li> </ul> |
|--|--|

#### 3.6.2 Vista Previa

|  |   |
|--|---|
|  | <p>Antes de imprimir se pueden controlar todos los protocolos en la pantalla del PC. Antes de ser desplegado el protocolo, el tipo de protocolo seleccionado se muestra automáticamente (véase arriba).</p> |
|--|---|

## Continuación del anexo 4.

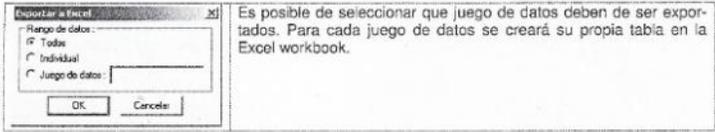
**3.6.3 Imprimir**



When printing a file for the first time, according to the preview, you must select the data sets. (see above).  
If you print more protocols with the same data set, you can reach the selection of the definitions of the protocol through the 'Format' button in the printer configuration.

**3.7 Exportar Datos**

This feature allows you to transfer data to Microsoft Excel. The current screen displays the information to be exported.

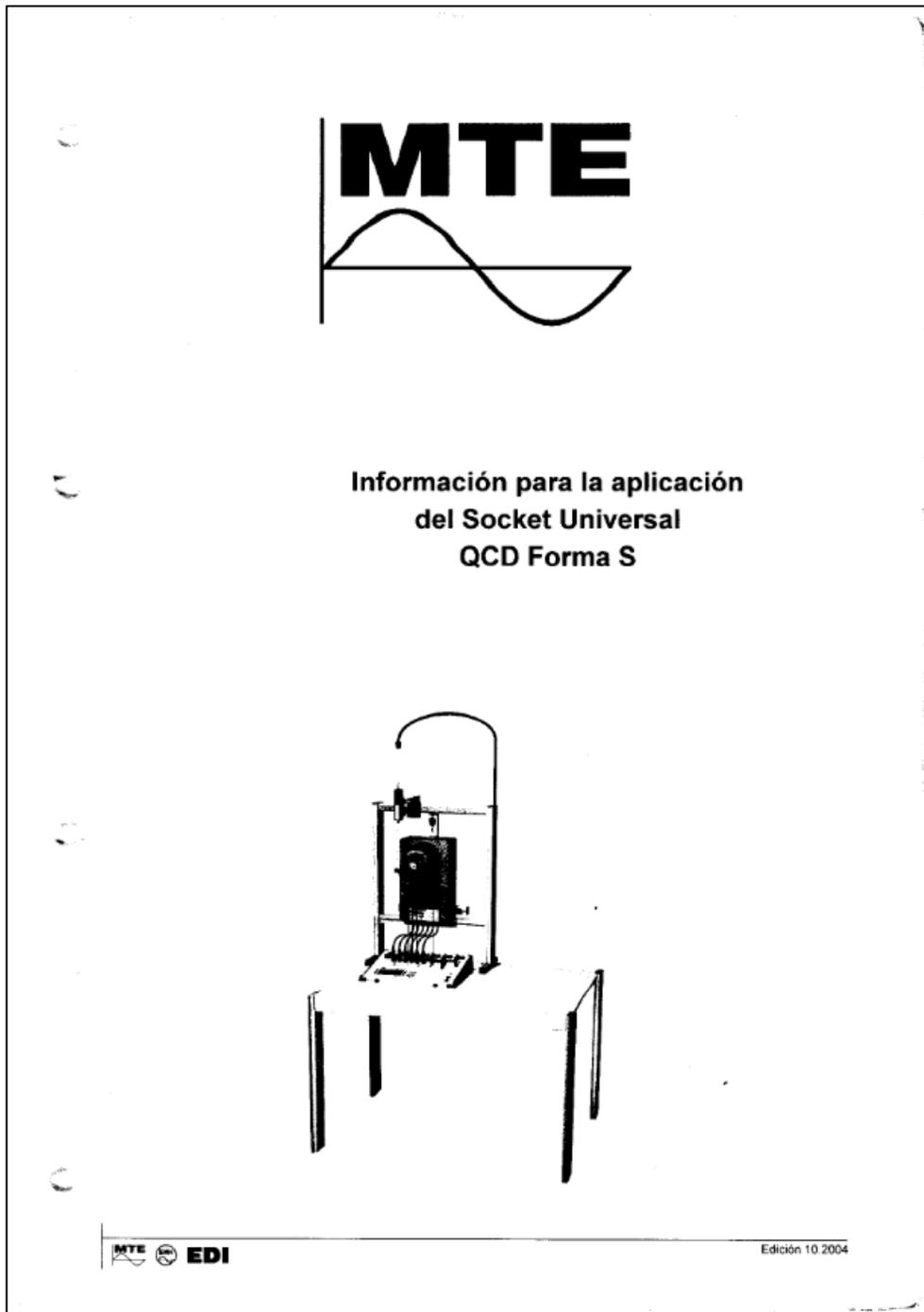


It is possible to select which data sets should be exported. For each data set, its own table will be created in the Excel workbook.

MTE EDI Manual de Instrucciones / Software CALSOFT Página 12/21

Fuente: MTE. *Portable test system maintenance Manual*. <https://docplayer.es/8248663-Pts-3-3-c-clase-0-05.html>. Consulta: 30 de noviembre de 2021.

Anexo 5. Diagramas de conexión Socket QCD



Continuación del anexo 5.

## Definición de los contactos del socket ANSI Forma S

(01.10.2004/2495-Ba)

### 1. Definición de los contactos del socket según ANSI C12.10-1987

Fig. 1 Vista frontal del socket para contadores self-contained (conectados directamente)

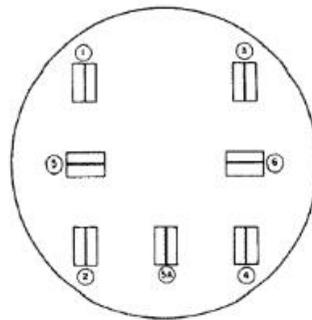
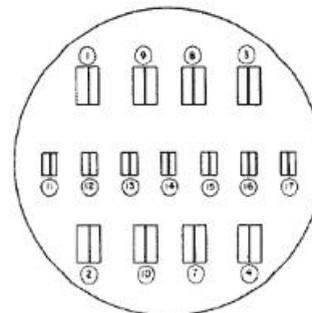


Fig. 2 Vista frontal del socket para contadores operados con CT



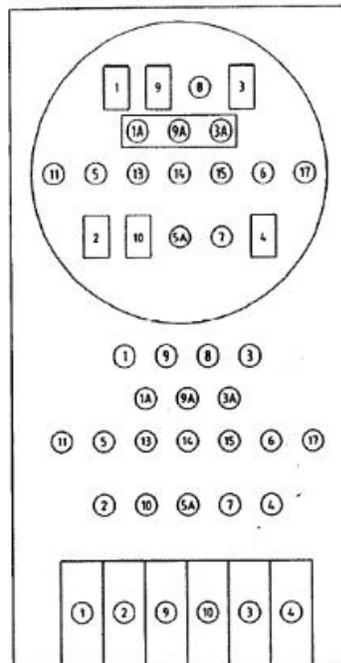
Continuación del anexo 5.

## 2. Socket Universal QCD Forma S

Socket Universal con fijación motorizada.

Alimentación del motor: 115V ó 230V, seleccionable / 45 ... 65 Hz (Fusible: 2.5A / 250V fusión lenta)

Fig. 3 Vista frontal del Socket Universal QCD Forma S



**Nota**

Contacta 5 es también contacto 12.

Contacto 6 es también contacto 16.

Continuación del anexo 5.

# MTE Meter Test Equipment AG



## Tipo de contador Socket 1S

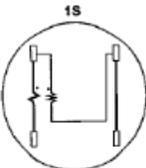
Fecha  
1º de octubre de 2004

Versión  
V2.0/2495-Ba

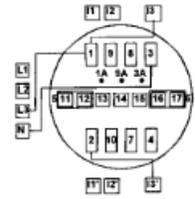
Autor  
Franz Baumeler

Dammstrasse 16  
CH-6300 Zug/Switzerland

Phone +41-41-724 24 48  
Fax +41-41-724 24 25

| Tipo de servicio  | Descripción   | Conexiones internas   |
|---|---|---|
| 1-fase 2-hilos<br><br> | 1-elemento<br>1-bobina de intensidad<br>Conexión directa(Self-Contained)<br>4-Terminales<br><br><b>Observaciones:</b><br>Dado que el puente de tensión es fijo y NO se puede abrir, es necesario que el equipo de ensayo posea una separación galvánica entre la intensidad y la tensión para una posición. Para un equipo de varias posiciones es necesario un MSVT (transformador multisecondario de tensión de varias posiciones) o ICT's. |  |

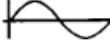
  

| Modo de ensayo | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket   |
|----------------|--------|--------|---|---------------------|---|
| 1-fase 2-hilos | -3     | -3     | Patrón de referencia:<br>2-hilos ó 4-hilos<br><br>Fuente:<br>1-fase 2-hilos ó<br>3-fases 4-hilos wye<br><br>Tensión nominal:<br>Un(fase-neutro)<br>U30 = Un | Kh                  |  |

Traducción  
B. Brezmes 2947 (01.10.2004)

Continuación del anexo 5.

# MTE Meter Test Equipment AG



## Tipo de contador Socket 2S

Fecha  
1º de octubre de 2004

Versión  
V2.0/2495-Ba

Autor  
Franz Baumeier

Dammstrasse 16  
CH-8300 Zug/Switzerland

Phone +41-41-724 24 48  
Fax +41-41-724 24 25

| Tipo de servicio       | Descripción   | Conexiones internas |
|------------------------|---|---------------------|
| 1-fase 3-hilos<br><br> | 1-elemento<br>2-bobinas de Intensidad<br>Conexión directa(Self-Contained)<br>4-Terminales<br><br><b>Observaciones:</b><br>Dado que uno de los dos puentes de tensión es fijo y NO se puede abrir, es necesario que el equipo de ensayo posea una separación galvánica entre la intensidad y la tensión para una posición. Para un equipo de varias posiciones es necesario un MSVT (transformador multisecundario de tensión de varias posiciones) o ICT's. |                     |

| Modo de ensayo | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket |
|----------------|--------|--------|---|---------------------|---|
| 1-fase 3-hilos | 12-    | 12-    | Patrón de referencia:<br>4-hilos<br><br>Fuente:<br>1-fase 3-hilos ó<br>3-fases 4-hilos delta<br><br>Tensión nominal:<br>Un(fase-fase)<br>U10 = ½ Un | Kh                  |   |

Traducción  
B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Continuación del anexo 5.

# MTE Meter Test Equipment AG



## Tipo de contador Socket 3S

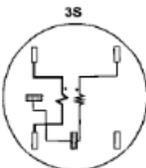
Fecha  
1º de octubre de 2004

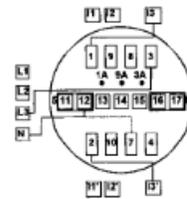
Versión  
V2.0/2495-Ba

Autor  
Franz Baumeler

Dammstrasse 16  
CH-8300 Zug/Switzerland

Phone +41-41-724 24 48  
Fax +41-41-724 24 25

| Tipo de servicio  | Descripción   | Conexiones internas   |
|---|---|---|
| 1-fase 2-hilos<br><br> | 1-elemento<br>1-bobina de intensidad<br>Conexión a través de transformadores<br>5-Terminales<br><br><b>Observaciones:</b><br>La terminal del neutro es movable, teniendo como alternativas 2 posiciones; la 5 y la 5A. La posición 5 está conectada con la terminal 12 y la posición 5A con la terminal 7 |  |

| Modo de ensayo | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket   |
|----------------|--------|--------|---|---------------------|---|
| 1-fase 2-hilos | --3    | --3    | Patrón de referencia:<br>2-hilos ó 4-hilos<br><br>Fuente:<br>1-fase 2-hilos ó<br>3-fases 4-hilos wye<br><br>Tensión nominal:<br>Un(fase-neutro)<br>U30 = Un | Kh                  |  |

**Nota:** Con el socket universal QCD Forma S la posición de 5A puede ser conectada directamente con un socket adicional de 5A en vez de del 7.

Traducción  
B. Brezmes 2947 (01.10.2004)

Continuación del anexo 5.

# MTE Meter Test Equipment AG



## Tipo de contador Socket 4S

Fecha  
1º de octubre de 2004

Versión  
V2.0/2495-Ba

Autor  
Franz Baumeler

Dammstrasse 16  
CH-6300 Zug/Switzerland

Phone +41-41-724 24 48  
Fax +41-41-724 24 25

| Tipo de servicio       | Descripción  | Conexiones internas |
|------------------------|--|---------------------|
| 1-fase 3-hilos<br><br> | 1-elemento<br>2-bobinas de intensidad<br>Conexión a través de transformadores<br>6-Terminales<br><br><b>Observaciones:</b><br>La terminal 5 está conectada con la 12<br>La terminal 6 está conectada con la 16 |                     |

| Modo de ensayo    | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket |
|-------------------|--------|--------|---|---------------------|---|
| 1-fase<br>3-hilos | 12-    | 12-    | Patrón de referencia:<br>4-hilos<br><br>Fuente:<br>1-fase 3-hilos ó<br>3-fases 4-hilos delta<br><br>Tensión nominal:<br>Un(fase-fase)<br>U10 = 1/2 Un | Kh                  |   |

Traducción  
B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Continuación del anexo 5.

# MTE Meter Test Equipment AG



## Tipo de contador Socket 5S

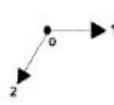
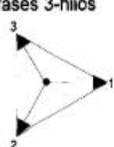
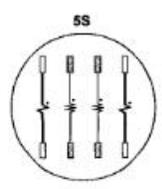
Fecha  
1º de octubre de 2004

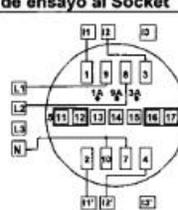
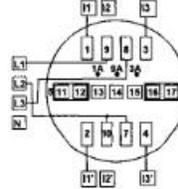
Versión  
V2.0/2495-Ba

Autor  
Franz Baumeler

Dammstrasse 16  
CH-6300 Zug/Switzerland

Phone +41-41-724 24 48  
Fax +41-41-724 24 25

| Tipo de servicio   | Descripción  | Conexiones internas   |
|--|--|---|
| 2-fases 3-hilos<br>Red (Network)<br><br><br><br>3-fases 3-hilos<br><br> | 2-elementos<br>2-bobinas de intensidad<br>Conexión a través de transformadores<br>8-Terminales |  |

| Modo de ensayo      | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket   |
|---------------------|--------|--------|---|---------------------|---|
| 2-fases 3-hilos Red | 12-    | 12-    | Patrón de referencia: 4-hilos<br><br>Fuente: 2-fases 3 hilos<br><br>Tensión nominal: $U_n$ (fase-neutro)<br>$U_{10} = U_n$          | Kh                  |  |
| 3-fases 3-hilos     | 123    | 1-3    | Patrón de referencia: 3-hilos<br><br>Fuente: 3-fases 3-hilos<br><br>Tensión nominal: $U_n$ (fase-fase)<br>$U_{10} = U_n / \sqrt{3}$ | Kh                  |  |

Traducción  
B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Continuación del anexo 5.

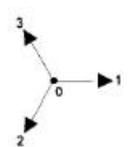
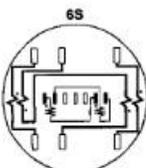
# MTE Meter Test Equipment AG

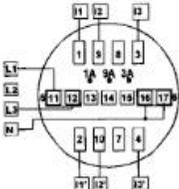


## Tipo de contador Socket 6S

Fecha: 1º de octubre de 2004  
 Versión: V2.0/2495-Ba  
 Autor: Franz Baumeier

Dammstrasse 16  
 CH-6300 Zug/Switzerland  
 Phone: +41-41-724 24 48  
 Fax: +41-41-724 24 25

| Tipo de servicio   | Descripción   | Conexiones internas  |
|--|---|--|
| 3-fases 4-hilos<br> | 2 1/2 - elementos<br>4-bobinas de intensidad<br>Conexión a través de transformadores<br>13-Terminales |  |

| Modo de ensayo  | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket  |
|-----------------|--------|--------|---|---------------------|--|
| 3-fases 4-hilos | 123    | 123    | Patrón de referencia:<br>4-hilos<br><br>Fuente:<br>3-fases 4-hilos<br><br>Tensión nominal:<br>Un(fase-neutro)<br>U10 = Un | Kh                  |  |

Traducción  
 B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Continuación del anexo 5.

# MTE Meter Test Equipment AG



## Tipo de contador Socket 8S

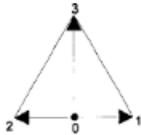
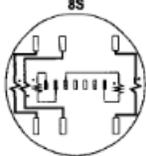
Fecha  
1º de octubre de 2004

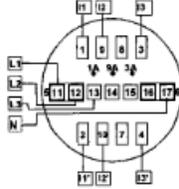
Versión  
V2.0/2495-Ba

Autor  
Franz Baumeler

Dammstrasse 16  
CH-6300 Zug/Switzerland

Phone +41-41-724 24 48  
Fax +41-41-724 24 25

| Tipo de servicio   | Descripción  | Conexiones internas   |
|--|--|---|
| 3-fases 4-hilos Delta<br> | 2-elementos<br>3-bobinas de intensidad<br>Conexión a través de transformadores<br>13-Terminals |  |

| Modo de ensayo              | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket   |
|-----------------------------|--------|--------|---|---------------------|---|
| 3-fases<br>4-hilos<br>delta | 123    | 123    | Patrón de referencia:<br>4-hilos<br><br>Fuente:<br>3-fases 4-hilos delta<br><br>Tensión nominal:<br>$U_n(\text{fase-fase})$<br>$U_{10} = U_{20} = U_n/2$<br>$U_{30} = (\sqrt{3}/2) * U_n$ | Kh                  |  |

Traducción  
B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Continuación del anexo 5.

# MTE Meter Test Equipment AG



## Tipo de contador Socket 9S

Fecha: 1º de octubre de 2004    Versión: V2.0/2495-Ba    Autor: Franz Baumeler

Dammstrasse 16  
CH-6300 Zug/Switzerland  
Phone +41-41-724 24 48  
Fax +41-41-724 24 25

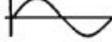
| Tipos de servicios  | Descripción   | Conexiones internas |
|---------------------|---|---------------------|
| 3-fases 4-hilos<br> | 3-elementos<br>3-bobinas de intensidad<br>Conexión a través de transformadores<br>13-Terminales |                     |

| Modo de ensayo  | Fase U | Fase I | Tipo de conexión   | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket |
|-----------------|--------|--------|--|---------------------|---|
| 3-fases 4-hilos | 123    | 123    | Patrón de referencia: 4-hilos<br><br>Fuente: 3-fases 4-hilos<br><br>Tensión nominal: Un(fase-neutro)<br>$U_{10} = U_n$ | Kh                  |   |

Traducción  
B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Continuación del anexo 5.

# MTE Meter Test Equipment AG

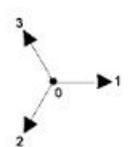
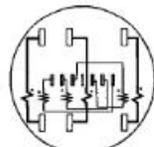


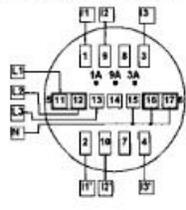
## Tipo de contador Socket 10S

Dammstrasse 16  
CH-6300 Zug/Switzerland

Fecha: 1º de octubre de 2004    Versión: V2.0/2495-Ba    Autor: Franz Baumeler

Phone: +41-41-724 24 48  
Fax: +41-41-724 24 25

| Tipos de servicios   | Descripción   | Conexiones internas   |
|--|---|---|
| 3-fases 4-hilos<br> | 3-elementos<br>3-bobinas de intensidad<br>Conexión a través de transformadores<br>13-Terminales |  |

| Modo de ensayo  | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket   |
|-----------------|--------|--------|---|---------------------|---|
| 3-fases 4-hilos | 123    | 123    | Patrón de referencia:<br>4-hilos<br><br>Fuente:<br>3-fases 4-hilos<br><br>Tensión nominal:<br>Un(fase-neutro)<br>U10 = Un | Kh                  |  |

Traducción  
B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Continuación del anexo 5.

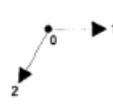
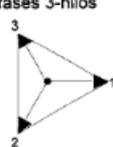
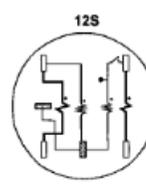


# MTE Meter Test Equipment AG

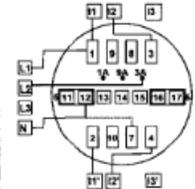
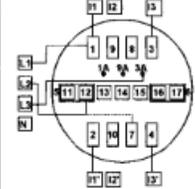
## Tipo de contador Socket 12S

Fecha: 1º de octubre de 2004  
Versión: V2.0/2495-Ba  
Autor: Franz Baumeler

Dammstrasse 16  
CH-8300 Zug/Switzerland  
Phone: +41-41-724 24 48  
Fax: +41-41-724 24 25

| Tipo de servicio   | Descripción  | Conexiones internas  |
|--|--|--|
| 2-fases 3-hilos<br>Red (Network)<br><br><br><br>3-fases 3-hilos<br><br> | 2-elementos<br>2-bobinas de intensidad<br>Conexión directa (Self-Contained)<br>5-Terminales<br><b>Observaciones:</b><br>Dado que uno de los dos puentes de tensión es fijo y NO se puede abrir, es necesario que el equipo de ensayo posea una separación galvánica entre la intensidad y la tensión para una posición. Para un equipo de varias posiciones es necesario un MSVT (transformador multisecondario de tensión de varias posiciones) o ICT's.<br>La terminal del neutro es móvil, teniendo como alternativas 2 posiciones; la 5 y la 5A. La posición 5 está conectada con la terminal 12 y la posición 5A con la terminal 7. |  |

| Modo de ensayo      | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket  |
|---------------------|--------|--------|---|---------------------|--|
| 2-fases 3-hilos Red | 12-    | 12-    | Patrón de referencia: 4-hilos<br><br>Fuente: 2-fases 3 hilos<br><br>Tensión nominal: Un(fase-neutro)<br>$U_{10} = U_n$          | Kh                  |  |
| 3-fases 3-hilos     | 123    | 1-3    | Patrón de referencia: 3-hilos<br><br>Fuente: 3-fases 3-hilos<br><br>Tensión nominal: Un(fase-fase)<br>$U_{10} = U_n / \sqrt{3}$ | Kh                  |  |

**Nota:** Con el socket universal QCD Forma S la posición de 5A puede ser conectada directamente con un socket adicional de 5A en vez de del 7.

Traducción  
B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Continuación del anexo 5.

# MTE Meter Test Equipment AG

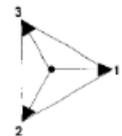
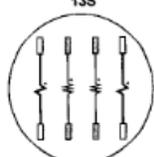


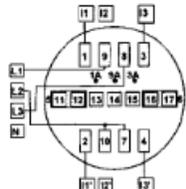
## Tipo de contador Socket 13S

Fecha: 1º de octubre de 2004      Versión: V2.0/2495-Ba      Autor: Franz Baumeler

Dammstrasse 16  
CH-6300 Zug/Switzerland

Phone: +41-41-724 24 48  
Fax: +41-41-724 24 25

| Tipo de servicio   | Descripción   | Conexiones internas   |
|--|---|---|
| 3-fases 3-hilos<br> | 2-elementos<br>2-bobinas de intensidad<br>Conexión directa (Self-Contained)<br>8-Terminales |  |

| Modo de ensayo  | Fase U | Fase I | Tipo de conexión   | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket   |
|-----------------|--------|--------|--|---------------------|---|
| 3-fases 3-hilos | 123    | 1-3    | Patrón de referencia:<br>3-hilos<br><br>Fuente:<br>3-fases 3-hilos<br><br>Tensión nominal:<br>Un(fase-fase)<br>$U_{10} = U_n / \sqrt{3}$ | Kh                  |  |

Traducción  
B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Continuación del anexo 5.

# MTE Meter Test Equipment AG

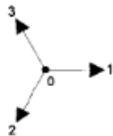
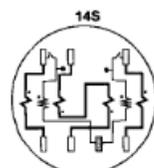


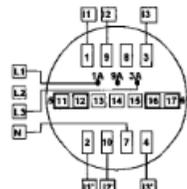
## Tipo de contador Socket 14S

Fecha: 1º de octubre de 2004  
 Versión: V2.0/2495-Ba  
 Autor: Franz Baumeler

Dammstrasse 16  
 CH-6300 Zug/Switzerland

Phone: +41-41-724 24 48  
 Fax: +41-41-724 24 25

| Tipo de servicio   | Descripción  | Conexiones internas  |
|--|--|--|
| 3-fases 4-hilos<br> | 2 1/2 - elementos<br>4-bobinas de intensidad<br>Conexión directa (Self-Contained)<br>7-Terminales<br><br><b>Observaciones:</b><br>Dos puentes de tensión |  |

| Modo de ensayo  | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket  |
|-----------------|--------|--------|---|---------------------|--|
| 3-fases 4-hilos | 123    | 123    | Patrón de referencia:<br>4-hilos<br><br>Fuente:<br>3-fases 4-hilos<br><br>Tensión nominal:<br>Un(fase-neutro)<br>$U_{10} = U_n$ | Kh                  |  |

Traducción  
 B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Continuación del anexo 5.

# MTE Meter Test Equipment AG



## Tipo de contador Socket 15S

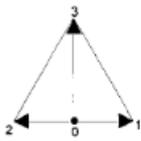
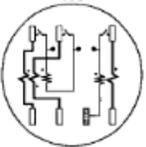
Fecha  
1º de octubre de 2004

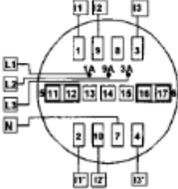
Versión  
V2.0/2495-Ba

Autor  
Franz Baumeler

Dammstrasse 16  
CH-6300 Zug/Switzerland

Phone +41-41-724 24 48  
Fax +41-41-724 24 25

| Tipo de servicio   | Descripción  | Conexiones internas   |
|--|--|---|
| 3-fases 4-hilos Delta<br> | 2-elementos<br>3-bobinas de corriente<br>Conexión directa (Self-Contained)<br>7-Terminales<br><br><b>Observaciones:</b><br>Tres puentes de tensión |  |

| Modo de ensayo        | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket   |
|-----------------------|--------|--------|---|---------------------|---|
| 3-fases 4-hilos delta | 123    | 123    | Patrón de referencia:<br>4-hilos<br><br>Fuente:<br>3-fases 4-hilos delta<br><br>Tensión nominal:<br>$U_n(\text{fase-fase})$<br>$U_{10} = U_{20} = U_n/2$<br>$U_{30} = (\sqrt{3}/2) \cdot U_n$ | Kh                  |  |

Traducción  
B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Continuación del anexo 5.

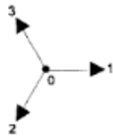
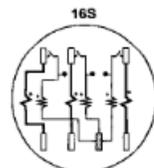
# MTE Meter Test Equipment AG

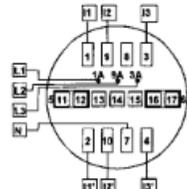


## Tipo de contador Socket 16S

Fecha: 1º de octubre de 2004  
 Versión: V2.0/2495-Ba  
 Autor: Franz Baumeler

Dammstrasse 16  
 CH-8300 Zug/Switzerland  
 Phone: +41-41-724 24 48  
 Fax: +41-41-724 24 25

| Tipo de servicio   | Descripción   | Conexiones internas  |
|--|---|--|
| 3-fases 4-hilos<br> | 3-elementos<br>3-bobinas de intensidad<br>Conexión directa (Self-Contained)<br>7-Terminales<br><br><b>Observaciones:</b><br>Tres puentes de tensión |  |

| Modo de ensayo  | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/Imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket  |
|-----------------|--------|--------|---|---------------------|--|
| 3-fases 4-hilos | 123    | 123    | Patrón de referencia:<br>4-hilos<br><br>Fuente:<br>3-fases 4-hilos<br><br>Tensión nominal:<br>Un(fase-neutro)<br>U10 = Un | Kh                  |  |

Traducción  
 B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Continuación del anexo 5.

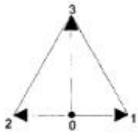
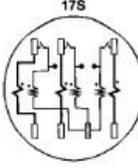
**MTE Meter Test Equipment AG**

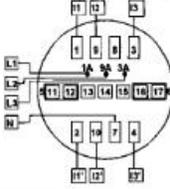


**Tipo de contador Socket 17S**

Dammstrasse 16  
CH-6300 Zug/Switzerland  
Phone +41-41-724 24 48  
Fax +41-41-724 24 25

Fecha 1º de octubre de 2004      Versión V2.0/2495-Ba      Autor Franz Baumeler

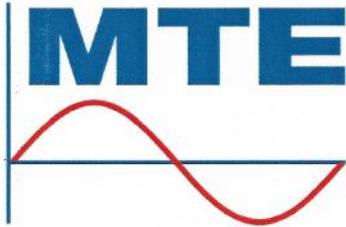
| Tipo de servicio   | Descripción   | Conexiones internas   |
|--|---|---|
| 3-fases 4-hilos Delta<br><br> | 3-elementos<br>3-bobinas de intensidad<br>Conexión directa (Self-Contained)<br>7-Terminales<br><br><b>Observaciones:</b><br>Tres puentes de tensión |  |

| Modo de ensayo              | Fase U | Fase I | Tipo de conexión  | Constante [Wh/imp.] | Conexiones del equipo de ensayo al Socket   |
|-----------------------------|--------|--------|---|---------------------|---|
| 3-fases<br>4-hilos<br>delta | 123    | 123    | Patrón de referencia:<br>4-hilos<br><br>Fuente:<br>3-fases 4-hilos delta<br><br>Tensión nominal:<br>$U_n$ (fase-fase)<br>$U_{10} = U_{20} = U_n/2$<br>$U_{30} = (\sqrt{3}/2) \cdot U_n$ | Kh                  |  |

Traducción  
B. Brezmes 2947 (01.10.04)

Fuente: MTE. *Portable test system maintenance Manual*. <https://docplayer.es/8248663-Pts-3-3-c-clase-0-05.html>. Consulta: 30 de noviembre de 2021.

Anexo 6. **Manual de mantenimiento**



**PTS 3.3  
Portable Test System  
Maintenance Manual**





## Continuación del anexo 6.

### 1. Safety

The following symbol appears on the product and in the operation manual with the meaning:



**Caution! Please consult the operation manual before using the instrument.**

Failure to follow or carry out instructions preceded by this symbol may result in personal injury or damage of the device and the installation.



#### General precautions for use



To prevent electric shock:

- ◆ This product has to be only used by qualified personnel practicing applicable safety precautions.
- ◆ Use caution during installation and use of this product; high voltages and currents may be present in circuit under test.
- ◆ Local safety regulations must be observed.



#### Precautions for repairs



- ◆ Only persons with knowledge in servicing electronic equipment should open the PTS3.3 to localize errors and defective parts
- ◆ Modifications or own repairs by the customer during the warranty time without permission and instructions by the manufacturer will lead to the loss of the warranty
- ◆ Before opening the unit, disconnect all cables, including power supply cable.
- ◆ Take care not to touch the connections of big capacitors in the supply section of the unit. They can still be loaded long time after power is switched off.
- ◆ Before touching any printed circuit board, electronic components or connectors inside the unit take precautions, to prevent damages to the components by Electro Static Discharge (ESD). Ground your wrist with an anti-static kit

## Continuación del anexo 6.

### 2. General

The PTS 3.3 portable test system consists of integrated three-phase current and voltage sources and a three-phase accuracy class 0.05% electronic reference standard. Characteristic features of the PTS 3.3 are its wide measuring range, high accuracy and high tolerance to unwanted external influences.

The PTS 3.3 allows the monitoring of meter installations as well as analysis of the local mains conditions.

#### Maintenance

The PTS3.3 is designed in a way, that no maintenance is necessary during normal operation. In case of a defect, please regard the instructions in Chapter 3.

### 3. Error localization and repair

In case of an error, before you contact your local distributor or the manufacturer, try to localize the source of your problem as good as possible. This will help to shorten the time to solve your problem.

#### Check the following points:

- 1 Correct application:** If the instrument does not work correctly, check the connections between the device under test, the PTS3.3, following the explanations in the operation manual. Check if the cables are inserted in the correct way and well pushed in.
- 2 Cables:** Experience has shown, that the majority of defects are located in cable-connections and broken or short-circuited cables. Check cable continuity with an ohmmeter. Use cables of other units of same type, if available.
- 3 Fuses:** If the unit shows no reaction after power switched on, check the built-in fuses in the power supply connector and replace a broken one with the same type of fuse and try again. If the fuse is blown again, don't replace it again. Contact the local distributor or the manufacturer for further instructions. In the same way check also the different fuses for the voltage and current outputs.
- 4 Localize defective part:** In case that only a part of the unit is not working correctly, try to localize the defective parts as good as possible:
  - Is it a permanent effect or only happening from time to time (interval, conditions)?
  - Which function is not working?
  - Which phase is bad?
  - Which voltage- and current-ranges are bad?
  - Etc...

For more detailed error localizations see chapter 6

When you contact your local distributor or the manufacturer, always mention the **exact type and serial number** of your equipment. A **detailed description of the error** will help to shorten the repair time and makes it possible for the manufacturer to estimate the repair time and costs.

#### Return of defective equipment for repair

After contacting your local distributor or the manufacturer and if finally the unit needs to go back to the manufacturer for repair, send the defective equipment together with a detailed error description direct to the manufacturer (address see below).

Take care of a good, shockproof packaging of the equipment!

#### Manufacturer

EMH Energie-Messtechnik GmbH  
Vor dem Hassel 2  
D-21438 Brackel  
Germany  
Phone: +49 - 4185 - 5857-0  
Fax: +49 - 4185 - 5857-68  
e-mail: [info@emh.de](mailto:info@emh.de)

#### Distributor

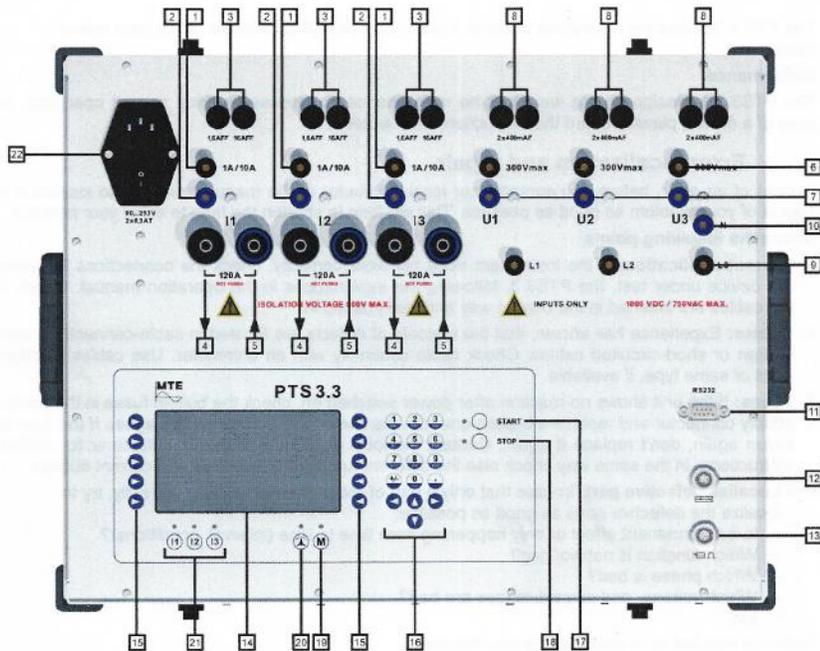
MTE Meter Test Equipment AG  
Dammstrasse 16  
CH-6300 Zug  
Switzerland  
Phone: +41 - 41 - 724 24 48  
Fax: +41 - 41 - 724 24 25  
e-mail: [info@mte.ch](mailto:info@mte.ch)

Continuación del anexo 6.

#### 4. Connections and Start-up

The various connections are accessible on the front panel of the instrument after opening the outer cover. Operation may be carried out via the integrated keyboard or through the serial interface.

##### 4.1 Connections and control elements



- [1] **1A/10A black current connectors for I1, I2, I3**  
Current flow direction out of PTS 3.3,  $I_{max}=10A$ , protected with fuses (see [3])  
Connection: 4 mm insulated sockets



**Function**  
Output: Test Mode, Source Mode  
Back wire: Measurement Mode

- [2] **1A/10A blue current connectors for I1, I2, I3**  
Current flow direction into PTS 3.3,  $I_{max}=10A$ , protected with fuses (see [3])  
Connection: 4 mm insulated sockets



**Function**  
Back wire: Test Mode, Source Mode  
Input: Measurement Mode

- [3] **1A/10A fuses for current connections I1, I2, I3**

For 1A internal range: Fuse 1.6A fast acting  
For 10A internal range: Fuse 16A fast acting

Continuación del anexo 6.

[4] **120A black current connectors for I1, I2, I3**  
Current flow direction out of PTS 3.3,  $I_{max}=120A$ , no fuses  
Connection: 6 mm high current connector



**Function**  
Output: Test Mode, Source Mode  
Back wire: Measurement Mode

[5] **120A blue current connectors for I1, I2, I3**  
Current flow direction into PTS 3.3,  $I_{max}=120A$ , no fuses  
Connection: 6 mm high current connector



**Function**  
Back wire: Test Mode, Source Mode  
Input: Measurement Mode

 **ISOLATION VOLTAGE 500V MAX.** 

The voltage between all current connectors of one phase ([1], [2], [4], [5]) and the current connectors of the other phases, the voltage connectors, all other connectors, the case and protecting earth may not exceed 500 VAC.

 **Warning!** When testing meters with closed voltage links, the current paths are connected with the voltage paths. Dangerous line voltages are present on the current paths in this case!

[6] **Black voltage output phase connectors for U1, U2, U3**  
 $U_{max}=300VAC$   
Connection: 4 mm insulated sockets



[7] **Blue voltage output neutral connectors U1, U2, U3**  
All three connectors are internally connected together and connected to N [10]  
Connection: 4 mm insulated sockets



[8] **Fuses for 300Vmax voltage output connection for U1, U2, U3**  
Fuses: 2 x 400mAF

 **Attention!** U1, U2, U3 are outputs only, used in Source Mode and Test Mode. Do not connect to line voltage.

   **EDI** PTS 3.3 Maintenance Manual Page 5/19

Continuación del anexo 6.

- [9] **Black voltage input phase connector for L1, L2, L3**  
 U<sub>max</sub>=1000VDC/750VAC  
 Connection: 4 mm insulated sockets



- [10] **Blue voltage input neutral connector N**  
 Internally connected with [7]  
 Connection: 4 mm insulated socket



**INPUTS ONLY 1000 VDC / 750 VAC MAX.**

**Attention!** The connectors L1, L2, L3, N are inputs only, solely used in the measurement mode. The phase - neutral voltages L1-N, L2-N, L3-N may not exceed the maximum values 1000 VDC / 750 VAC.

Do not alter these connectors with the voltage output connectors U1, U2, U3 of the instrument.

- [11] **RS232 Serial Line Interface**  
 Connection: 9 pole SUB-D connector



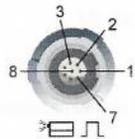
|       |   |     |
|-------|---|-----|
| Pin 2 | ⇔ | TxD |
| Pin 3 | ⇔ | RxD |
| Pin 5 | ⇔ | GND |
| Pin 7 | ⇔ | CTS |
| Pin 8 | ⇔ | RTS |

- [12] **Connection for 100A electronically compensated clamp-on current transformers**

Connection: 14 pole Redel socket, suitable exclusively for a set of 3 electronically compensated MTE clamp-on current transformers.



- [13] **Connector for Scanning head, impulse input / output**  
 Connection: 8 pole Redel socket,



|           |   |      |
|-----------|---|------|
| Pin 1,8   | ⇔ | GND  |
| Pin 2     | ⇔ | +12V |
| Pin 3     | ⇔ | fout |
| Pin 4,5,6 | ⇔ | NC   |
| Pin 7     | ⇔ | fin  |

- [14] **LCD-Display with 112 x 232 Dots**

- [15] **Soft keys to display**

- [16] **Alphanumeric keypad with cursor keys**

- [17] **Start key**

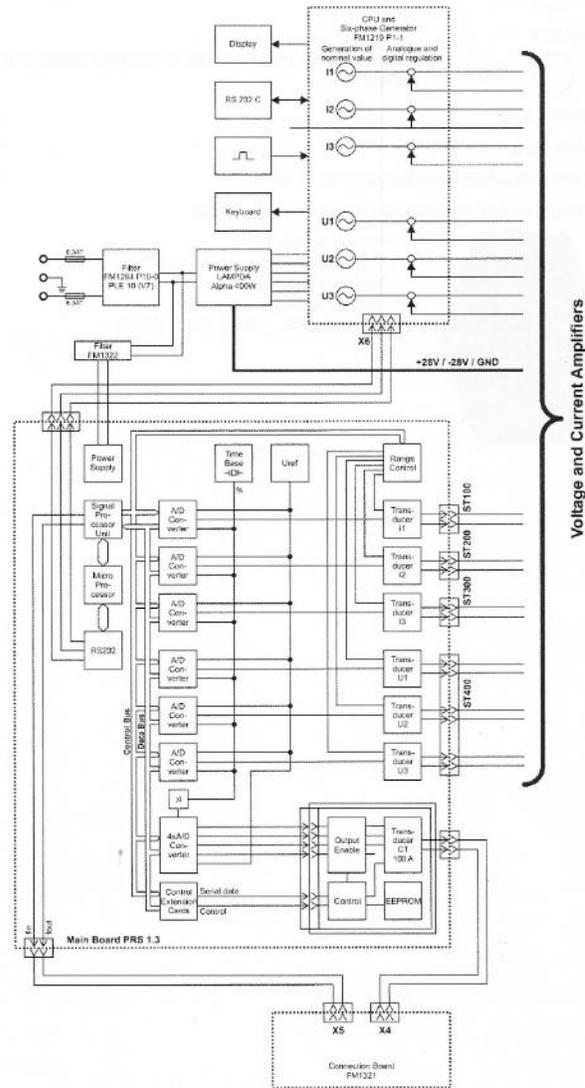
Continuación del anexo 6.

|      |   |   |              |  |
|------|---|---|--------------|--|
|      |  |  | <b>START</b> | LED becomes green, if source is activated  |
| [18] | <b>Stop key</b>   |   |              |  |
|      |  |  | <b>STOP</b>  | LED becomes red, if source is stopped (voltage and current switched off)                     |
| [19] | <b>Memory key</b>   |   |              |  |
| [20] | <b>Phase sequence key</b>   |   |              |  |
| [21] | <b>Phase activation keys for current I1, I2, I3</b>                               |   |              |  |
| [22] | <b>Supply voltage connection, mains switch, fuses</b>                             |   |              |  |
|      |  |   |              |  |
|      |   |   |              | 1 ⇨ Mains switch   |
|      |   |   |              | 2 ⇨ Fuses 2 x 6.3A / 250 V slow blow (below the cover)                                       |
|      |   |   |              | 3 ⇨ Supply voltage connection:<br>88 <sub>min</sub> ... 264 <sub>max</sub> VAC, 47 ... 63 Hz |

  **EDI** PTS 3.3 Maintenance Manual Page 7/19

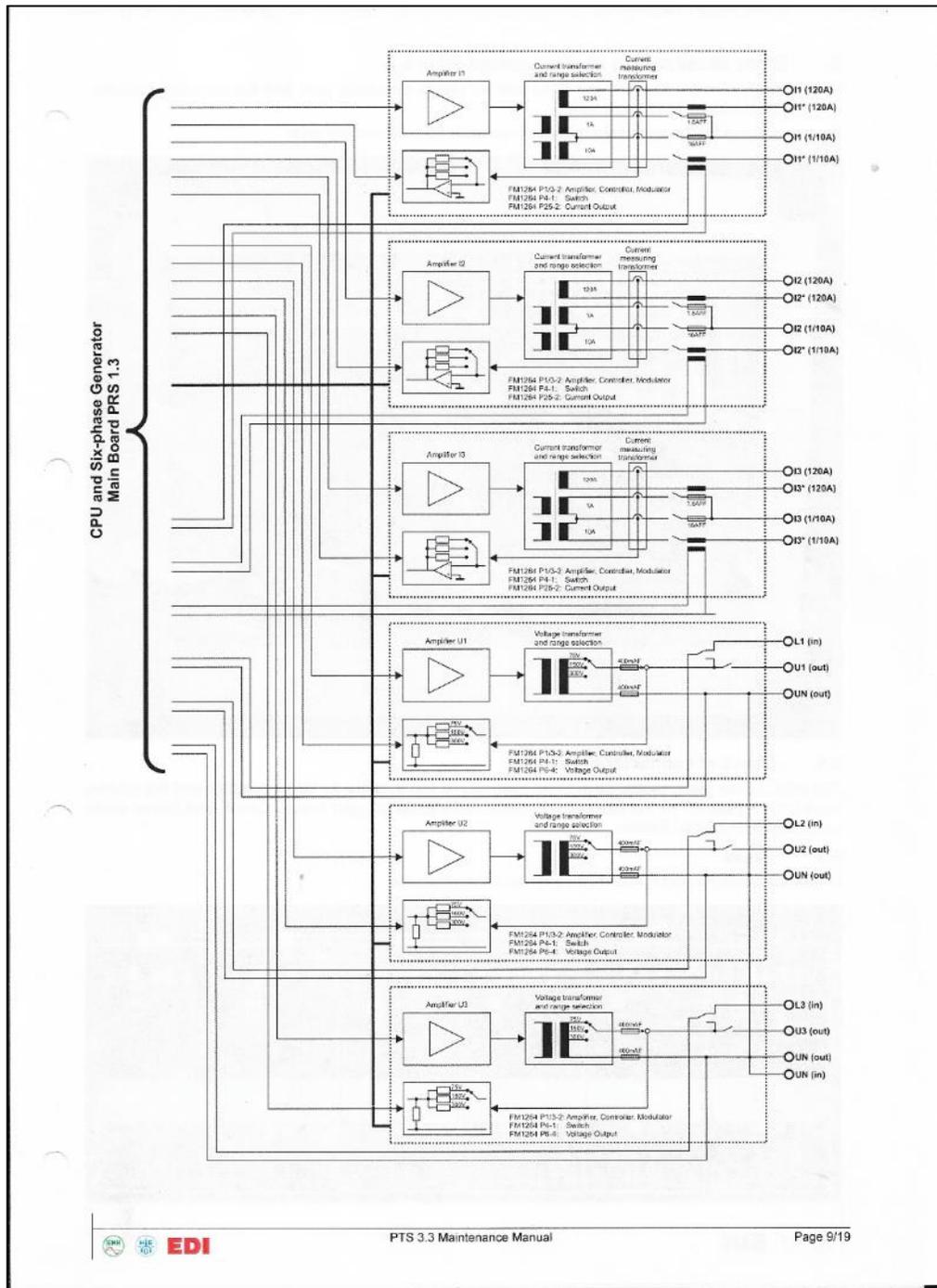
Continuación del anexo 6.

#### 4.2 Block diagram



Voltage and Current Amplifiers

Continuación del anexo 6.

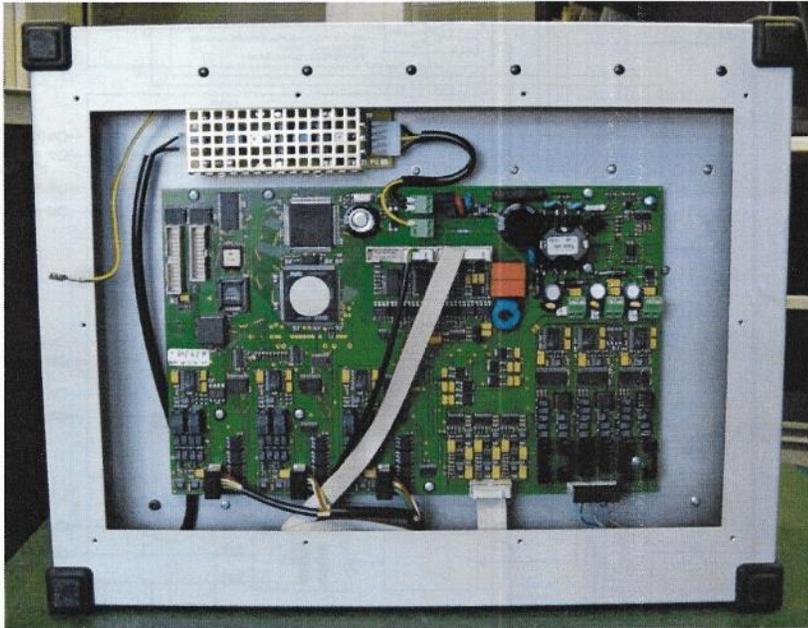


Continuación del anexo 6.

## 5. Error localization at dismantled PTS 3.3

For checking's on the Display, the CPU and six phase generator print and the amplifier modules, only the front panel has to be removed.

The main board for the error calculation is reachable from the bottom side.



### 5.1 Check of connector links

The optical fibre glass cables have to be pushed into the sockets as far as possible and the screws have to be tightened. All the BUS-cable sockets have to be plugged in well. Check also further cable connections on correct fixation.

### 5.2 Fuses

Check the fuses F1 and F2 (2AT) on each amplifier module.



## Continuación del anexo 6.



### Warning



- ♦ The further checks can only be done, when the equipment is out of the housing and switched on.



### Safety precautions



- ♦ Authorized personnel may only open the equipment. Also authorized personnel may only do the mounting and dismounting of components. Repair or maintenance operations are to be practiced by authorized personnel only
- ♦ Repair or maintenance operations are to be practiced by authorized personnel only
- ♦ The operator may never touch live parts if the test values are switched on. Danger of live.

### 5.3 Mains

When the mains switch is switched ON, the mains supply for the multiple „LAMBDA“ Power supply can be checked on the input filter on X93.

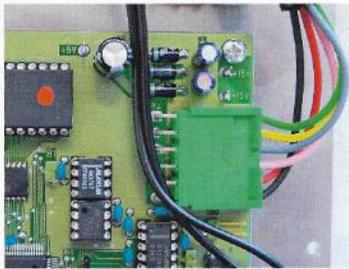
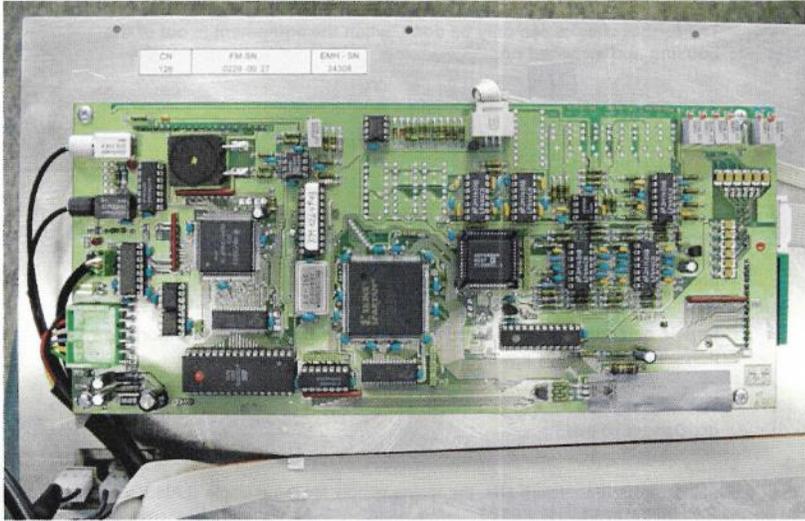
The following voltage supplies are coming direct from the „LAMBDA“ Power supply.



Continuación del anexo 6.

#### 5.4 Test of the voltage supplies

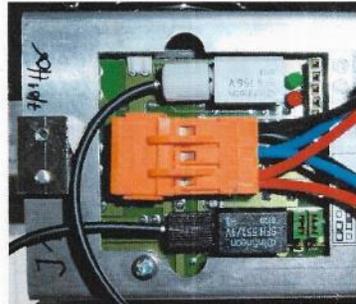
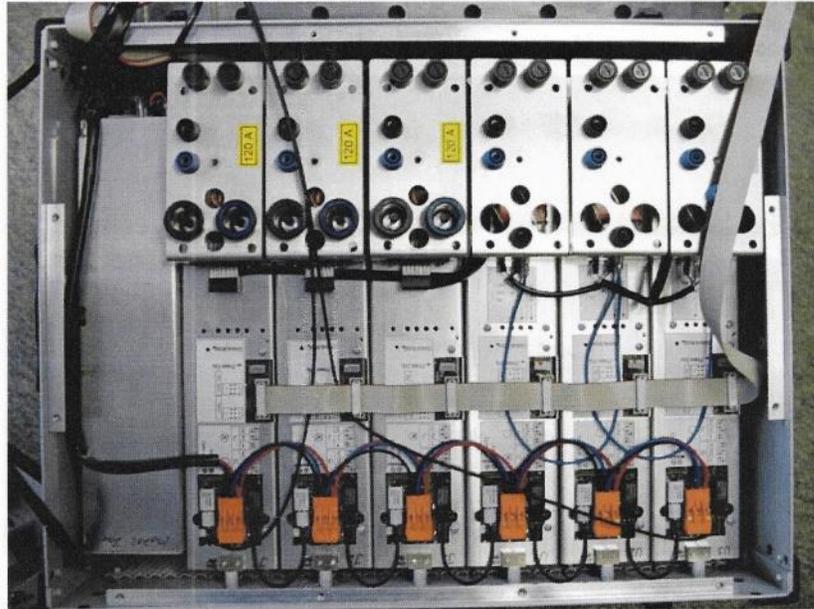
##### 5.4.1 On the CPU and generator print FM1219 P1-1



On X2 Pin 1: -15V (green)  
Pin 2: +15V (yellow)  
Pin 3: GND (violet)  
Pin 4: +24V (rose)  
Pin 5: +5V (red)  
Pin 6: GND (black)

Continuación del anexo 6.

5.4.2 On the voltage – and current amplifier modules FM 1264 P1-1



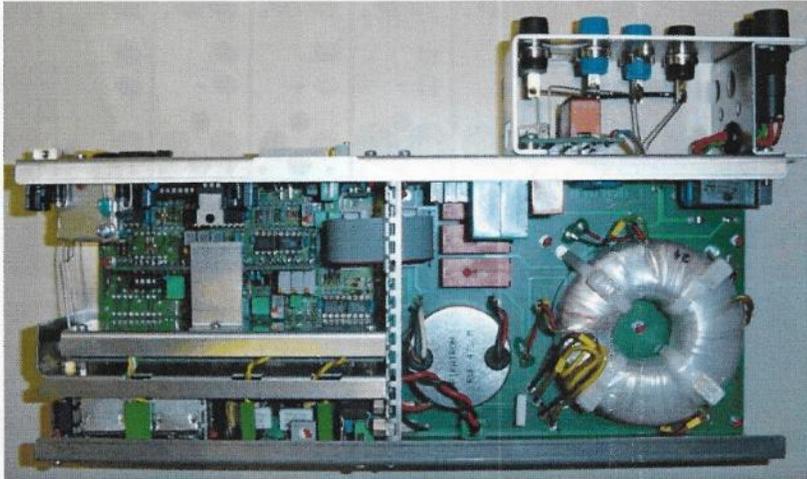
On X1 Pin 1 +28V (red)  
Pin 2 -28V (blue)  
Pin 3 GND (black)

Continuación del anexo 6.

### 5.5 Configuration settings on the voltage- and current amplifier modules

The voltage- and current amplifier modules are different only in the printed circuit board for the output circuit.

FM 1264P6-4 is the printed circuit board for the voltage output.

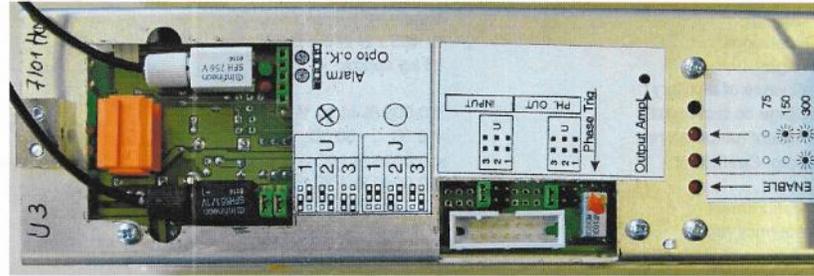


FM1264 P25-2 is the printed circuit board for the current output.

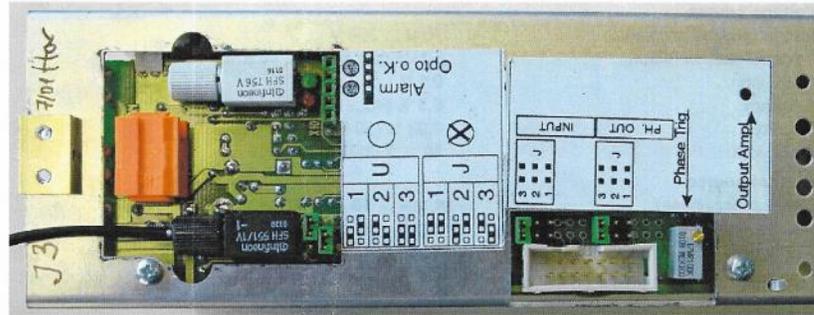


## Continuación del anexo 6.

Beside the difference in the output circuit, each amplifier module is with jumpers as a different amplifier module configured.  
Example voltage phase U3



Example current phase I3



To locate an error on the amplifier module, it is possible to exchange the amplifier modules. But only voltage amplifier modules with voltage amplifier modules and current amplifier modules with current amplifier modules. Of course the jumper configuration has also to be changed. After the error localization, all the modules and the jumper configurations have to be brought back on its original places.

### 5.6 LED display on the amplifier modules

**Alarm / Opto o. K:** At the start up, the PTS3.3 makes a self-test.

If the optical fibre glass cable wiring is correct, the red blinking LED "Alarm" switches off and the green LED "Opto o.K." is lightning. Is there an error in the circuit, the red LED "Alarm" is blinking there where the fault is. Parallel on the display appears the message „FAIL" accompanied with a beep.

#### Voltage step indicator LED's

On the voltage amplifier modules LED's indicates the selected voltage step.

No voltage selected            No LED is on

As soon a voltage is selected, the LED „ENABLE" is on.

The further LED's switches on according the table on the voltage amplifier modules.

Continuación del anexo 6.

|   |  |            |
|---|--|------------|
| <b>6. Technical data</b>  |  |            |
| Auxiliary voltage:  | 88 <sub>min</sub> ... 264 <sub>max</sub> VAC, 47 ... 63 Hz               |            |
| Power consumption:  | 400 VA max.  |            |
| Housing:  | Metal  |            |
| Dimensions:   | W 465 x H 245 x D 365 mm   |            |
| Weight:   | 18 kg approx.  |            |
| Influence of auxiliary voltage on test results  | ≤ 0.005 % at 10 % variation  |            |
| Ambient temperature:  | -10 °C ... +60 °C  |            |
| Temp. Coefficient:  | ≤ 0.0025 % / °C    0° C ... +40°C<br>≤ 0.0040 % / °C    -10° C ... +60°C |            |
| Measurement frequency range:  | 45 ... 66 Hz   |            |
| Influence of magnetic induction of external origin:   | ≤ 0.15 % / mT  |            |
| <b>Voltage source</b>   |  |            |
| Range (phase / neutral):  | 30 V ... 300 V   |            |
| Power/Distortion factor:  | 50 VA (per phase) / <0.8 %   |            |
| Resolution:   | 0.1 V  |            |
| Accuracy:   | 0.3 % (45 ... 100 Hz)  |            |
| Stability:  | 0.03 % (30 min) / 0.1 % (24 h)   |            |
| Bandwidth:  | 30 ... 2'000 Hz (3dB)  |            |
| <b>Current source</b>   |  |            |
| Ranges (per phase):   | 1 mA ... 10 A / 100 mA ... 120 A   |            |
| Power/Distortion factor:  | 60 VA (per phase) / <0.8 %   |            |
| Resolution:   | 1 mA   |            |
| Accuracy:   | 0.5 %  |            |
| Stability:  | 0.03 % (30 min) / 0.1 % (24 h)   |            |
| Bandwidth:  | 30 ... 1'000 Hz (3dB)  |            |
| <b>Phase angle</b>  |  |            |
| Adjustment range:   | -180° ... +180°  |            |
| Resolution:   | 0.1° (1° > 100 Hz)   |            |
| <b>Frequency</b>  |  |            |
| Range:  | 45 ... 400 Hz  |            |
| Resolution:   | 0.1 Hz (1 Hz > 100 Hz)   |            |
| <b>Reference standard</b>   |  |            |
| <b>Current measurement (I)</b>  |  |            |
| <b>Direct</b>   |  |            |
| Current range:  | 1 mA ... 120 A   |            |
| Ranges:   | 1 mA ... 40 mA   | α = 3000   |
|   | 40 mA ... 120 mA   | α = 1000   |
|   | 120 mA ... 400 mA  | α = 300    |
|   | 400 mA ... 1.2 A   | α = 100    |
|   | 1.2 A ... 4 A  | α = 30     |
|   | 4 A ... 12 A   | α = 10     |
|   | 12 A ... 40 A  | α = 3      |
|   | 40 A ... 120 A   | α = 1      |
| Display range: 1.0000 mA ... 120.0000 A   |  |            |
|    |  |            |
| PTS 3.3 Maintenance Manual  |  | Page 16/19 |

Continuación del anexo 6.

|  |  |                                  |                |
|--|--|----------------------------------|----------------|
| Measurement error:   | $E \leq \pm 0.05 \%$   | 40mA...120A                      |                |
|  |  | of the measured value            |                |
|  | $E \leq \pm 0.05 \%$   | 1mA...40mA                       |                |
|  |  | of the measurement range maximum |                |
| <b>Electronically compensated Clip-on CT's</b>   |  |                                  |                |
| Current range:   | 50 mA ...  | 100 A                            |                |
| Range:   | 50 mA ...  | 800 mA                           | $\alpha = 125$ |
|  | 800 mA ...   | 4 A                              | $\alpha = 25$  |
|  | 4 A ...  | 20 A                             | $\alpha = 5$   |
|  | 20 A ...   | 100 A                            | $\alpha = 1$   |
| Display range:   | 50.00 mA ...   | 100.00 A                         |                |
| Measurement error:   | $E \leq \pm 0.2 \%$  | 0.5 A ... 100 A                  |                |
|  | $E \leq \pm 1.0 \%$  | 50 mA ... 499 mA                 |                |
| <b>Other Clip-on CT's (10A Input)</b>  |  |                                  |                |
| Measurement error:   | $E \leq \pm 0.5 \%$ of the measured value<br>+ error of the clip-on CT's |                                  |                |
| <b>Voltage measurement (U)</b>   |  |                                  |                |
| Voltage range:   | 0.5 V ...  | 480 V                            |                |
| Ranges:  | 30 V ...   | 60 V                             | $\beta = 8$    |
|  | 60 V ...   | 120 V                            | $\beta = 4$    |
|  | 120 V ...  | 240 V                            | $\beta = 2$    |
|  | 240 V ...  | 480 V                            | $\beta = 1$    |
| Display range:   | 0.5000 ...   | 480.000 V                        |                |
| Measurement error:   | $E \leq \pm 0.05 \%$   | 30 V ... 480 V                   |                |
|  |  | of the measured value            |                |
|  | $E \leq \pm 0.2 \%$  | 0.5 V ... 30 V                   |                |
|  |  | of the measurement range maximum |                |
| <b>Power measurement (P, Q, S)</b>   |  |                                  |                |
| Per phase on range 30 ... 480 V.   |  |                                  |                |
| The accuracy of the power is related to apparent power.                                  |  |                                  |                |
| <b>Measurement error direct (40 mA ... 120 A):</b>                                       |  |                                  |                |
| Active power P:  | $E \leq \pm 0.05 \%$   |                                  |                |
| Reactive power Q:  | $E \leq \pm 0.05 \%$   |                                  |                |
| Apparent power S:  | $E \leq \pm 0.05 \%$   |                                  |                |
| <b>Measurement error with electronically compensated clip-on CT's (50 mA ... 100 A):</b> |  |                                  |                |
| Active, reactive, apparent power P, Q, S:  | $E \leq \pm 0.2 \%$  | 500 mA ... 100 A                 |                |
|  |  | of the measured value            |                |
|  | $E \leq \pm 0.5 \%$  | 50 mA ... 499 mA                 |                |
|  |  | of the measurement range maximum |                |
| Display range:   | 6-digit for each measuring point   |                                  |                |

Continuación del anexo 6.

|  |  |
|--|--|
| <b>Power factor measurement (PF)</b>           |  |
| $PF = \frac{P}{S}$                             |  |
|  | <b>Measurement error direct:</b><br>E ≤ ± 0.05 % of the measurement range maximum  |
|  | <b>Measurement error with electronically compensated clip-on CT's:</b><br>E ≤ ± 0.20 % of the measurement range maximum  |
| Display range:                                 | -1.00000 ... 1.00000   |
| <b>Error calculation (E)</b>                   |  |
| Constant range:                                | 1 ... 1'000'000 Imp./kWh (kvarh, kVAh)<br>1 ... 1'000'000 Imp./Wh (varh, VAh)<br>1 ... 10'000 Imp./Ws (vars, VAs)<br>(0.001 ... 100 Wh/Imp).   |
| Display range:                                 | -100.000% ... +100.000%  |
| <b>Phase angle display</b>                     |  |
| Resolution:                                    | 0.1°   |
| <b>Frequency inputs</b>                        |  |
| Input level:                                   | 4 ... 12 V (24V)   |
| Input frequency:                               | max. 200 kHz   |
| Auxiliary voltage:                             | 11 ... 13 VDC (I ≤ 60 mA)  |
| Minimum pulse width                            | 1 μs   |
| <b>Frequency outputs (fo)</b>                  |  |
| Output level:                                  | 5 V TTL short-circuit proof  |
| Range 0.05 ... 120 A                           | $\Sigma C_p = 1250 \text{ Imp./Wh}$  |
| Output frequency:                              | $f_o = \frac{\Sigma P \cdot \Sigma C_p \cdot \alpha \cdot \beta}{3600}$<br>α, β The factors as shown above for the highest current and voltage range reached are used here.<br>Output frequency: 30 kHz maximum. |
| At mark to space ratio:                        | 1:1  |
| <b>Safety requirements</b>                     |  |
| • Isolation protection                         | EN 61010-1   |
| • CE-certified                                 |  |
| • Degree of protection                         | IP-40  |
| • Storage temperature:                         | - 20 ... + 60°C  |
| • Relative humidity:                           | ≤ 85% at Ta ≤ 21°C   |
| • Relative humidity for 30 days / year spread: | ≤ 95% at Ta ≤ 25°C   |

Continuación del anexo 6.

| 7. Part list             |   |   |          |
|--------------------------|---|---|----------|
| Component                | Use   | Type  | Supplier |
| Fuse                     | Main switch   | T6.3A / L / 250 V<br>5x20mm   | Schurter |
| Fuse F1                  | Current output 1A   | FF1.6A FF / 500 V<br>6x32mm   | ESKA     |
| Fuse F2                  | Current output 10A  | FF16A / 500V<br>6x32mm  | ESKA     |
| Fuse F1, F2              | Voltage output  | F400mA /H / 500V<br>6x32mm  | ESKA     |
| Fuse F1, F2              | U / I amplifier module<br>Print FM1264 P1-2                         | T2A / 250V<br>5x20mm  | Schurter |
| Varistor R2              | Voltage output<br>Print FM1264 P6-4B                                | SIOV-S20K300 / D=20<br>300V   | Siemens  |
| Relays<br>K3, K4, K5, K6 | Voltage output<br>Voltage step circuit<br>Print FM1264 P6-4A, P6-4B | RT 424024<br>1 double contact to switch<br>open or close<br>8A, 29x12.7mm | Schrack  |
| Relays<br>K7, K8         | Voltage output<br>Voltage Step circuit<br>Print FM1264 P6-4A, P6-4B | V23057-B0006-A101<br>1 contact to open<br>10.4x28mm                       | Siemens  |
| Relays<br>K5, K6, K7     | Current output<br>Current step circuit<br>Print FM1264 P25-2B       | RT 314024<br>+24V / 1 contact to close<br>29x12.7 / H 15.7mm              | Schrack  |

Fuente: Meter Test Equipment, MTE. *Portable test system maintenance Manual*.  
<https://docplayer.es/8248663-Pts-3-3-c-clase-0-05.html>. Consulta: 30 de noviembre de 2021.

