



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

**APLICACIÓN DEL CONCEPTO DE DOMÓTICA EN
UNA INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA**

Noé Josué Villegas de León

Asesorado por el Ing. Helmut Federico Chicol Cabrera

Guatemala, mayo de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN DEL CONCEPTO DE DOMÓTICA EN
UNA INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

NOÉ JOSUÉ VILLEGAS DE LEÓN

ASESORADO POR EL ING. HELMUNT FEDERICO CHICOL CABRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

GUATEMALA, MAYO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Aníbal Silva de los Ángeles
EXAMINADORA	Inga. María Magdalena Puente Romero
EXAMINADOR	Ing. Jorge Gilberto González Padilla
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:

APLICACIÓN DEL CONCEPTO DE DOMÓTICA EN UNA INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 15 de noviembre de 2013.

Noé Josué Villegas de León

Guatemala, 15 de marzo de 2016

Ingeniero
Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador de Área de Electrónica
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

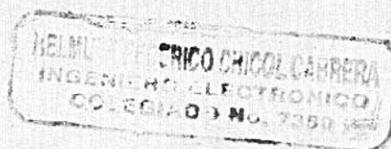
Ingeniero Guzmán:

Por este medio me complace dar aprobación al Trabajo de Graduación titulado: **"APLICACIÓN DEL CONCEPTO DE DOMÓTICA EN UNA INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA"**, desarrollado por el estudiante Noé Josué Villegas de León con carné 200212852, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos, por lo que el autor y mi persona somos responsables del contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente


Ing. Helmut Federico Chicol Cabrera
Asesor
Colegiado No. 7,350





REF. EIME 24. 2016.
Guatemala, 12 de ABRIL 2016.

FACULTAD DE INGENIERIA

Señor Director
Ing. Francisco Javier González López
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
APLICACIÓN DEL CONCEPTO DE DOMÓTICA EN UNA
INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA, del estudiante Noé
Josué Villegas de León, que cumple con los requisitos establecidos
para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
DID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador Área Electrónica



STO



REF. EIME 24. 2016.

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; NOÉ JOSUÉ VILLEGAS DE LEÓN Titulado: APLICACIÓN DEL CONCEPTO DE DOMÓTICA EN UNA INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA, procede a la autorización del mismo.

Ing. Francisco Javier González López



GUATEMALA, 3 DE MAYO 2016.

Universidad de San Carlos
De Guatemala

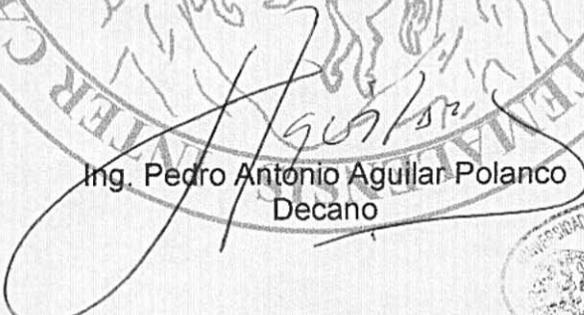


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.D.263-2016

El Decano 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: **APLICACIÓN DEL CONCEPTO DE DOMÓTICA EN UNA INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA**, presentado por el estudiante universitario: **Noé Josué Villegas de León**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, mayo de 2016

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por la gracia que me brinda de alcanzar esta meta, por sus dones y bendiciones.
- Mis padres** Ángel Noé Villegas Ochoa y Alberta de León Molina de Villegas, por su incondicional apoyo, amor, dedicación y comprensión, sin ustedes no hubiese sido posible llegar a este punto de mi vida.
- Mis hermanas** Marcia, Ariana, Otilia y Adela Villegas de León, por su cariño, consejo y motivación, me han fortalecido más de una vez durante estos años de estudio.
- Mis hermanos** Ángel y Antoni Villegas de León, por su cercanía, amistad y amor filial. La determinación y esmero ha sido una cualidad aprendida de ustedes.
- Mis sobrinos** Bryan y Dylan Sanders, Alejandra Asturias, Marco Vinicio y Rodrigo García, su inocencia y sencillez han sido una motivación para ser una mejor persona para ustedes cada día.

Mis cuñados

Scott Sanders y Marco García, por su apoyo en los momentos difíciles y haberme brindado su ayuda cuando me avoqué a ustedes.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser el lugar donde adquirí las herramientas necesarias para mi crecimiento profesional.

Mis catedráticos

Por transmitir sus conocimientos e inculcar el valor de la perseverancia y dedicación.

Ing. Helmunt Chicol

Por su asesoría, confianza y profesionalismo compartido durante el proceso de elaboración del presente trabajo de graduación.

**Mis amigos de la
Facultad de Ingeniería**

Carlos Alvarado, Marlon Tovar, Brian Molina, Edgar Castañeda, Marlon Choc, Diego Cifuentes, Didier Tenas, Diego Dávila y todos aquellos con quien a lo largo de los años compartimos proyectos y buenos momentos de arduo trabajo, aprendizaje, diversión y amistad sincera.

Mis amigos y conocidos

Por todo su cariño y cercanía, por alentarme en los momentos complicados y darme ánimos para cumplir mis metas y sueños.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Conceptos básicos de la investigación	1
1.1.1. Infraestructura hospitalaria	1
1.1.1.1. Elementos de un hospital	2
1.1.1.1.1. Sistema Asistencial.....	2
1.1.1.1.2. Sistema Administrativo	
Contable	2
1.1.1.1.3. Sistema Gerencial	3
1.1.1.1.4. Sistemas de	
Información	3
1.1.1.1.5. Sistema Técnico	3
1.1.1.1.6. Docencia e	
Investigación.....	3
1.2. Domótica y sus alcances	4
1.2.1. Accesibilidad.....	4
1.2.2. Seguridad	5
1.2.3. Confort.....	5
1.2.4. Ahorro energético	6

	1.2.4.1.	Climatización	6
	1.2.4.2.	Gestión eléctrica.....	6
	1.2.4.3.	Iluminación	6
	1.2.4.4.	Comunicación.....	7
1.3.	Sensores		7
	1.3.1.	Fundamentos físicos	8
		1.3.1.1. Parámetros de medición.....	8
	1.3.2.	Clasificación de los sensores	10
		1.3.2.1. Sensores de luz.....	11
		1.3.2.2. Sensores de seguridad	13
		1.3.2.3. Sensores de movimiento y presencia...	14
		1.3.2.4. Sensores de temperatura	15
		1.3.2.5. Sensores de humedad	17
1.4.	Actuadores		23
	1.4.1.	Actuadores hidráulicos	23
	1.4.2.	Actuadores neumáticos	25
		1.4.2.1. Actuadores lineales de efecto simple ...	25
		1.4.2.2. Actuadores lineales de efecto doble.....	26
		1.4.2.3. Actuadores rotatorios	27
1.5.	Estaciones de control		29
	1.5.1.	Estaciones de control centralizada.....	29
	1.5.2.	Estaciones de control descentralizada y distribuida	30
2.	NORMATIVAS, ESTÁNDARES Y PROTOCOLOS		35
	2.1.	Protocolos y estándares internacionales.....	35
		2.1.1. InBus	36
		2.1.2. OSGi	36
		2.1.3. Universal Plug and Play (UPnP).....	36

2.1.4.	Modbus.....	37
2.1.5.	BUSing	37
2.1.6.	INSTEON.....	37
2.1.7.	X10	37
2.1.8.	KNX/EIB	39
2.1.9.	LonWorks.....	40
2.1.10.	ZigBee	41
2.2.	Medios de transmisión de la información.....	45
2.2.1.	Transmisión con cable.....	45
2.2.1.1.	Líneas de distribución de energía eléctrica	45
2.2.1.2.	Cable coaxial	45
2.2.1.3.	Cable de par trenzado	46
2.2.1.4.	Cable de fibra óptica.....	46
2.2.2.	Transmisión sin cable.....	46
2.2.2.1.	Radiofrecuencia.....	47
2.2.2.2.	Infrarrojos.....	47
3.	PROPUESTA DE MODELO DOMÓTICO APLICABLE A INFRAESTRUCTURAS HOSPITALARIAS	51
3.1.	Descripción de sensores	72
3.1.1.	Sensores de presencia	72
3.1.2.	Sensores de humo y calor	76
3.1.3.	Sensor de inundación	77
3.1.4.	Sensor de temperatura	79
3.1.5.	Sensores de gas natural, butano y propano	82
3.1.6.	Sensor crepuscular.....	84
3.2.	Descripción de la estación de control.....	85
3.3.	Sistema integrado de seguridad y circuito cerrado.....	87

3.4.	Descripción de los actuadores	92
3.5.	Descripción del software de configuraciones	97
4.	ANÁLISIS FINANCIERO	107
	CONCLUSIONES.....	127
	RECOMENDACIONES	129
	BIBLIOGRAFÍA.....	131

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Onda electromagnética	11
2.	Espectro electromagnético	12
3.	Psicrómetro normal	18
4.	Sensor óptico de espejo frío.....	19
5.	Sensor fibra de cabello.....	20
6.	Estructura sensor capacitivo	21
7.	Sensor integrado de humedad y temperatura	22
8.	Sistema de transmisión de energía eléctrica o mecánica a energía hidráulica.....	24
9.	Actuador hidráulico tipo cilindro	24
10.	Actuador cilíndrico de efecto simple tipo normalmente dentro	26
11.	Actuador cilíndrico de efecto doble	27
12.	Composición de un motor neumático	28
13.	Concepto de estación de control centralizada.....	30
14.	Estación de control centralizado interactuando con los sensores y actuadores	30
15.	Estación de control descentralizada y distribuida en secciones.....	32
16.	Estación de control distribuida por medio de un bus de datos	32
17.	Estación de control con arquitectura híbrida o mixta.....	33
18.	Onda portadora para sistemas X10 en América Latina.....	39
19.	Complejo hospitalario planta baja	52
20.	Complejo hospitalario segundo nivel.....	53
21.	Complejo hospitalario sótano	54

22.	Habitación hospitalaria.....	54
23.	Topología KNX.....	55
24.	Modelo habitación hospitalario	57
25.	Lobby de hospital.....	58
26.	Sala de emergencia	59
27.	Área de jardín, cafetería, accesos área verde	60
28.	Área de clínicas, baños y entretenimiento	61
29.	Área de laboratorio general	62
30.	Área de parqueo externo	63
31.	Segunda planta. Área común 1	64
32.	Segunda planta. Área común 2	65
33.	Segunda planta. Área común 3	66
34.	Segunda planta. Área común 4	67
35.	Segunda planta. Laboratorios especializados	68
36.	Segunda planta. Área común 5	69
37.	Sótano	70
38.	Sensor KNX detector de presencia modelo 3361 WW	74
39.	Campo de detección de 360° del detector KNX 3361ww.....	75
40.	Campo de detección del sensor KNX 3361 ww	75
41.	Sensor de humo RWM 100 WW	77
42.	Diagrama de conexión sonda AE98/IN	78
43.	Esquema de conexión y funcionamiento sonda AE98/IN	79
44.	Termostato modelo TR UD A 231	82
45.	Sensores de gas butano	83
46.	Sensor de luminosidad Luna 134 KNX	85
47.	Módulo de control principal modelo FP 701 CT IP	87
48.	KNX Interface to Alarm Panel L240	88
49.	Dispositivo L240/PT	89
50.	Dispositivo de control de errores modelo SMB/S1.1	90

51.	Switch modelo ISM/S 5	91
52.	Cámara D24M-SEC	91
53.	Interruptor modelo 802w Jung.....	92
54.	Actuador modelo 2308.16 REGCHM	96
55.	Modelo de fuente NT/S 24.800	96
56.	Sensor de energía KNX	97
57.	Pasos para instalación de ETS5	99
58.	Paso 2. Instalación de ETS5	99
59.	Paso 3. Uso de ETS5.....	100
60.	Paso 4. Creación de una instalación KNX.....	100
61.	Paso 5. Ajuste de parámetros del producto	101
62.	Pasos 6 y 7. Apertura de proyectos	101
63.	Diagrama lógico de la infraestructura.....	103
64.	Protocolos y redes de datos.....	104
65.	Redes de control y automatización	105
66.	Flujos de caja de proyecto	123
67.	Flujos de caja de proyecto comparativo.....	124

TABLAS

I.	Principales actuadores de rotación y sus características	28
II.	Estándares y protocolos internacionales.....	42
III.	Domótica/especificaciones y estándares de red-propietarios	44
IV.	Medios de transmisión	48
V.	Tipos de cable coaxial.....	48
VI.	Categorías de cable para trenzado	49
VII.	Rango de trabajo de los niveles físicos inalámbricos.....	49
VIII.	Áreas de distribución.....	56
IX.	Elementos domóticos en habitación de hospital	57

X.	Elementos domóticos en área de <i>lobby</i> de hospital.....	58
XI.	Elementos domóticos en área de emergencia.....	59
XII.	Área de jardín, cafetería y accesos área verde	60
XIII.	Área de clínicas, servicios sanitarios y entretenimiento.....	61
XIV.	Área de laboratorio general	62
XV.	Área de parqueo externo	63
XVI.	Segunda planta. Área común 1	64
XVII.	Segunda planta. Área común 2	65
XVIII.	Segunda planta. Área común 3	66
XIX.	Segunda planta. Área común 4.....	67
XX.	Segunda planta. Laboratorios especializados	68
XXI.	Segunda planta. Área común 5	69
XXII.	Sótano de hospital	71
XXIII.	Costos de habitación hospitalaria	108
XXIV.	Elementos domóticos en área de <i>lobby</i> de hospital.....	109
XXV.	Elementos domóticos en área de emergencia.....	110
XXVI.	Área de laboratorio general	110
XXVII.	Área de jardín, cafetería y accesos área verde	111
XXVIII.	Área de parqueo externo	112
XXIX.	Segunda planta. Área común 1	113
XXX.	Segunda planta. Área común 2	114
XXXI.	Segunda planta. Área común 3	114
XXXII.	Segunda planta. Área común 4.....	115
XXXIII.	Segunda planta. Laboratorios especializados	116
XXXIV.	Segunda planta. Área común 5	117
XXXV.	Sótano de hospital	118
XXXVI.	Costo total de elementos domóticos	119
XXXVII.	Tabla de la determinación de los honorarios mínimos profesionales..	120
XXXVIII.	Costo total del proyecto	121

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperios
Cd	Candela
CA	Corriente alterna
CD	Corriente directa
dB	Decibelio
°C	Escala de grados centígrados
gr	Gramos
HZ	Hertz
<i>i</i>	Interés
IP	Internet Protocol
λ	Lambda—longitud de onda
m	Metro
μf	Microfaradios
mA	Miliamperios
mm	Milímetro
nm	Nanómetro
V	Voltios
W	Watts

GLOSARIO

Amplitud	En una magnitud oscilatoria, valor máximo o elongación que alcanza la onda.
Automatización	Conversión de un movimiento corporal o de un acto mental en un acto automático o involuntario.
Capacitivo	Circuitos electrónicos basado en capacitores o sus similares. Los sensores capacitivos (KAS) reaccionan ante metales y no metales que al aproximarse a la superficie activa sobrepasan una determinada capacidad.
Decibeles	El decibelio (dB) es una unidad que se utiliza para medir la intensidad del sonido y otras magnitudes físicas. Un decibelio es la décima parte de un belio (B), unidad que recibe su nombre por Graham Bell, el inventor del teléfono.
Deflexión	Cambio de dirección que sufre un haz de electrones o partículas cargadas a causa de un campo magnético.
Digital	Que suministra los datos mediante dígitos o elementos finitos o discretos.

Dispositivo	Pieza o conjunto de piezas o elementos preparados para realizar una función determinada y que generalmente forman parte de un conjunto más complejo.
Eeprom	Son las siglas de Erasable Programmable Read-Only Memory (ROM programable borrable). Es un tipo de chip de memoria ROM no volátil inventado por el ingeniero Dov Frohman de Intel.
Firmware	Es un sistema que se desarrolla para establecer un “firme” lazo entre el hardware y el software.
Frecuencia	Número de vibraciones, ondas o ciclos de un fenómeno periódico realizados en una unidad de tiempo determinada.
Impedancia	Resistencia aparente de un circuito dotado de capacidad y autoinducción al flujo de una corriente eléctrica alterna, equivalente a la resistencia efectiva cuando la corriente es continua.
Inductivo	Circuitos electrónicos basados en inductancias, las cuales se oponen a los cambios de la corriente similar a las resistencias eléctricas.
Led	Sigla de la expresión inglesa <i>light-emitting diode</i> , ‘diodo emisor de luz’, que es un tipo de diodo

empleado en computadoras, elaborado a base de silicio o germanio.

Longitud de onda

La longitud de una onda es el período espacial o la distancia que hay de pulso a pulso. Normalmente se consideran dos puntos consecutivos que poseen la misma fase: dos máximos, dos mínimos, dos cruces por cero.

Modelo OSI

Es el modelo de interconexión de sistemas abiertos más conocido como “modelo OSI”, (Open System Interconnection). Es referencia para los protocolos de la red de arquitectura en capas, creado en 1980, por la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Onda

Conjunto de partículas que, en la propagación del movimiento vibratorio dentro de un medio o cuerpo elástico, se encuentran en fases distintas intermedias entre dos fases iguales.

PC

Personal computer.

Piezoeléctrico

Conjunto de fenómenos eléctricos que se manifiestan en algunos cuerpos sometidos a presión u otra acción mecánica.

Resistivo

Circuito eléctrico basado en resistencias eléctricas, y es la oposición que presenta un conductor al paso de la corriente eléctrica.

Termoeléctrico

Electricidad producida por la acción del calor.

Ubicuidad

Capacidad de estar presente en todas partes al mismo tiempo.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló para la aplicación del concepto domótico en una infraestructura hospitalaria, teniendo como fin la obtención de beneficios para las personas que utilizan las instalaciones como aquellas que ejercen una labor profesional en ella.

La aplicación de tal concepto responde a la necesidad de optimizar una infraestructura hospitalaria, en la que se mejore la calidad de vida de los pacientes, del personal que labora y de aquellos usuarios que harán uso de la instalación. Asimismo se espera mejorar la salubridad del establecimiento, por la implementación de sistemas automatizados que ayuden al personal médico en la manipulación de objetos limitando el contacto con perillas, puertas, iluminación, llaves de lavamanos, dispensadores de jabón, entre otros.

Para la elaboración del modelo domótico se realizó una serie de diseños arquitectónicos colocando de forma estratégica los elementos domóticos que interactuarían con los usuarios, y los elementos de respuesta/control que modificarían o adecuarían las estancias de la instalación. Estos diseños orientan al usuario a poder utilizar la tecnología para la adecuación de su ambiente, buscando la comodidad y confort dentro del mismo.

Al analizar el proceso investigativo y análisis económico, se indicará la factibilidad del proyecto, se enumerarán los beneficios o puntos en contra de la viabilidad de construir este tipo de establecimientos.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un modelo domótico con su respectivo análisis económico que sea aplicable a instalaciones hospitalarias.

Específicos

1. Recopilar la documentación pertinente de los sensores, actuadores y sistemas utilizables en un sistema domótico.
2. Investigar las normativas y regulaciones de la domótica aplicables a infraestructuras hospitalarias.
3. Proponer un sistema domótico aplicables a infraestructuras hospitalarias.
4. Elaborar un análisis económico.

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos en la actualidad han ido evolucionando la manera de como interactúa el ser humano socialmente, haciendo de la vida cotidiana un mundo de facilidades y conocimientos nuevos. Tales avances han manifestado su presencia en el desarrollo de infraestructuras que brindan a las personas ambientes confortables, seguras, automatizadas y con un alto potencial de ahorro energético.

Durante la investigación se pretende desarrollar un modelo domótico conceptual que pueda ser aplicable a una infraestructura hospitalaria, cumpliendo con los estándares nacionales e internacionales que puedan brindar una mayor comodidad a las personas, mayor seguridad sanitaria y un mayor control energético de las instalaciones.

Se desarrollará un análisis económico con base en la propuesta del modelo y los costos que este genera desde la inversión inicial hasta el costo de mantenimiento durante cinco años, posteriormente se realizará una comparación con un caso teórico para ver las ventajas o desventajas de implementar este concepto.

Al final del proceso investigativo se obtendrán resultados que indicarán el impacto que este concepto puede tener a nivel social. Sus beneficios, las complejidades de su incorporación a sistemas vigentes y la viabilidad de invertir en este tipo de diseño arquitectónicos, que favorecen al desarrollo y crecimiento tecnológico.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Conceptos básicos de la investigación

A continuación se explicarán los conceptos básicos de la investigación.

1.1.1. Infraestructura hospitalaria

“Una infraestructura es el conjunto de elementos o servicios que están considerados como necesarios para que una organización pueda funcionar o bien para que una actividad se desarrolle efectivamente”.¹

“Otra de las referencias que presenta la palabra “infraestructura” habla del conjunto de estructuras de ingeniería e instalaciones, generalmente de larga vida útil, que constituyen la base sobre la cual se produce la prestación de servicios que se consideran necesarios para el desarrollo de fines productivos, personales, políticos y sociales”.²

“La estructura de un hospital está especialmente diseñada para cumplir las funciones de prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades”,³ en donde se le brinde a un individuo denominado paciente, una serie de atenciones médicas con fines de brindar una recuperación de la enfermedad que le atañe.

¹ *Infraestructura general*. <http://www.definicionabc.com/general/infraestructura.php#ixzz36vpRQ3bU>. Consulta: enero de 2016.

² *Ibíd.*

³ *Hospital*. <http://es.Wikipedia.org/wiki/Hospital>. Consulta: enero de 2016.

Las estructuras hospitalarias deben por lo tanto brindar espacios donde se desarrolle la medicina, se le brinde al paciente los espacios adecuados para su recuperación, y un lugar propicio para que el personal que labora en dichas instalaciones pueda tener un ambiente agradable de trabajo.

1.1.1.1. Elementos de un hospital

Las funcionalidades de un hospital radican en su estructura y sus elementos organizacionales, los cuales son los siguientes:

1.1.1.1.1. Sistema Asistencial

Engloba a todas las áreas del hospital que tienen una función asistencial, es decir atención directa del paciente por parte de profesionales del equipo de salud. Hay dos áreas primordiales en la asistencia directa del paciente: los consultorios externos para atender pacientes con problemas ambulatorios (que no requieren internación) y las áreas de internación, para el cuidado de problemas que sí requieren hospitalización. Además, las áreas de laboratorios, rayos x, ultrasonidos, y otros más.

1.1.1.1.2. Sistema Administrativo Contable

Este sistema tiene que ver con las tareas administrativas de un hospital, en él se encuentran áreas como Admisión y Egreso de pacientes, otorgamiento de turnos para consultorios externos, Departamento de Recursos Humanos, oficinas de Auditoría, Farmacia, entre otras. En sí toda oficina que trabaja con el público en algún proceso o trámite con documentación, es una oficina administrativa.

El área contable del hospital se encarga primariamente de la facturación de las prestaciones dadas a las entidades de cobertura correspondientes.

1.1.1.1.3. Sistema Gerencial

Está compuesto según los hospitales por gerencias o direcciones. La más destacada es la Gerencia Médica, que organiza o dirige el funcionamiento global del hospital, sus políticas de prevención, diagnóstico y tratamiento, y el presupuesto, entre otros temas.

1.1.1.1.4. Sistemas de Información

Se refiere al sistema informático que tiene el hospital y que soporta su funcionamiento en redes de computadoras y programas diseñados especialmente para el correcto funcionamiento de todas las áreas. Es manejada generalmente por un departamento o Gerencia de Sistemas de Información.

1.1.1.1.5. Sistema Técnico

Engloba a todas las dependencias que proveen soporte, mantenimiento preventivo y bioingeniería en una institución.

1.1.1.1.6. Docencia e Investigación

La docencia en un hospital es un punto clave en la formación de profesionales. La docencia y la investigación están ligadas en varios aspectos. Muchos hospitales poseen sistemas de capacitación y formación de nuevos profesionales como residencias y becarios, con programas bien organizados

para que el nuevo profesional del equipo de salud obtenga la mejor formación posible.

1.2. Domótica y sus alcances

Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del lugar. Se podría definir como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto cerrado. El término domótica viene de la unión de las palabras domus (que significa casa en latín) y tica (de automática, palabra en griego, 'que funciona por sí sola').⁴

Los servicios que ofrece la domótica se pueden agrupar según cuatro aspectos o ámbitos principales.

1.2.1. Accesibilidad

Bajo este epígrafe se incluyen las aplicaciones o instalaciones de control remoto del entorno que favorecen la autonomía de personas con limitaciones funcionales, o discapacidad, bajo un diseño que favorezca la movilidad de todos a lo interno o externo de la infraestructura.

El concepto “diseño” para todos es un movimiento que pretende crear la sensibilidad necesaria para que al diseñar un producto o servicio se tengan en cuenta las necesidades de todos los posibles usuarios, incluyendo las personas con diferentes capacidades o discapacidades, es decir, favorecer un diseño accesible para la diversidad humana. La inclusión social y la igualdad son términos o conceptos más generalistas y filosóficos.

⁴ *Domótica*. <http://es.Wikipedia.org/wiki/Dom%C3%B3tica>. Consulta: enero de 2016.

La domótica aplicada a favorecer la accesibilidad es un reto ético y creativo pero sobre todo es la aplicación de la tecnología en el campo más necesario, para suplir limitaciones funcionales de las personas. El objetivo no es que las personas con discapacidad puedan acceder a estas tecnologías, porque las tecnologías en si no son un objetivo, sino un medio. El objetivo de estas tecnologías es favorecer la autonomía personal. Los destinatarios de estas tecnologías son todas las personas, ya que por enfermedad o envejecimiento, las personas serán algún día discapacitadas, más pronto o más tarde.

1.2.2. Seguridad

Consiste en una red de seguridad encargada de proteger tanto los bienes patrimoniales como la seguridad personal. Alarmas de intrusión (antiintrusión) que se utilizan para detectar o prevenir la presencia de personas extrañas en una vivienda o edificio. Detección de un posible intruso (detectores volumétricos o perimetrales). Cierre de persianas puntual y seguro. Simulación de presencia. Alarmas de detección de incendios, fugas de gas, escapes de agua, concentración de monóxido cuando se usan vehículos de combustión. Alerta médica. Comunicación con centros policíacos en caso de emergencias, detener otros procesos como elevadores o gradas eléctricas, para seguridad de las personas, acceso a cámaras IP, realizando cada uno de estos procesos de manera simultánea.

1.2.3. Confort

“El confort conlleva todas las actuaciones que se puedan ejecutar para ampliar la comodidad de un espacio físico. Dichas actuaciones pueden ser de carácter pasivo, como activo o mixtas”.⁵

⁵ *Domótica*. <http://es.Wikipedia.org/wiki/Dom%C3%B3tica>. Consulta: enero de 2016.

1.2.4. Ahorro energético

Es un concepto que va enfocado hacia el uso adecuado de los recursos para obtener el mayor beneficio de los mismos. En muchos casos es posible utilizar los mismos equipos eléctricos/electrónicos realizando una gestión eficiente. Esta eficiencia energética abarca:

1.2.4.1. Climatización

Es la aplicación de dispositivos ambientales que conllevan una programación y zonificación con la que puedan brindar información importante y al mismo tiempo, un ajuste de control para regular las características ambientales donde se encuentran funcionando.

1.2.4.2. Gestión eléctrica

Es el uso razonable de cargas eléctricas, tales como la desconexión de equipos de uso no prioritario en función del consumo eléctrico en un momento dado por medio de conectores eléctricos, aplicación de sensores que puedan nivelar las cargas de luz de acuerdo a la cantidad luminosa que se tenga, gestionar las tarifas derivando el funcionamiento de algunos aparatos a horas específicas del día, la regulación de humedad o calor en espacios cerrados, estos escenarios y muchos más favorecen a una gestión eléctrica propicia para la aplicación de la domótica.

1.2.4.2.1. Iluminación

El apartado abarca la automatización del apagado/encendido en cada punto de luz, regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad del

ambiente, automatización de los sistemas/instalaciones/equipos, dotándolos de control eficiente y fácil manejo, en si todos aquellos componentes lumínicos capaces de brindar a los usuarios la luz suficiente y necesaria para que ejecuten sus actividades día con día.

1.2.4.3. Comunicación

Son los sistemas o infraestructuras de comunicaciones que posee un lugar o infraestructura. Ubicuidad en el control tanto externo como interno, control remoto desde internet, PC, mandos inalámbricos (p.ej. PDA con wifi), paralaje eléctrico, tele asistencia, tele mantenimiento, informes de consumo y costes, transmisión de alarmas, intercomunicaciones, entre otros.

1.3. Sensores

En este punto de la investigación, se adentra en el tema de los sensores, los cuales brindan respuestas electrónicas de acuerdo a sus funciones y diseños.

El concepto básico de un sensor está definido como “un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como una RTD o resistencia detectora de temperatura), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), entre otros.⁶

⁶ *Sensor*. <http://es.Wikipedia.org/wiki/sensor>. Consulta: enero de 2016.

1.3.1. Fundamentos físicos

Un sensor es un dispositivo para detectar y señalar una condición de cambio. Con frecuencia, una condición de cambio, se trata de la presencia o ausencia de un objeto o material (detección discreta). También puede ser una cantidad capaz de medirse, como un cambio de distancia, tamaño o color (detección analógica). Los sensores posibilitan la comunicación entre el mundo físico y los sistemas de medición o de control, tanto eléctricos como electrónicos, utilizándose extensivamente en todo tipo de procesos industriales y no industriales para propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento.

1.3.1.1. Parámetros de medición

Al utilizar un sensor para una aplicación, se requiere que los elementos del sensor posean unos parámetros para que ejecuten y realicen una correcta medición de las señales externas. A continuación se describirán algunos elementos importantes para tal objetivo:

- Distancia nominal de detección: corresponde a la distancia de operación para la que se ha diseñado un sensor, la cual se obtiene mediante criterios estandarizados en condiciones normales.
- Distancia efectiva de detección: corresponde a la distancia de detección inicial (o de fábrica) del sensor que se logra en una aplicación instalada. “Esta distancia se encuentra más o menos entre la distancia de detección nominal, que es la ideal, y la peor distancia de detección posible”.⁷

⁷ BRADLEY, Allen. *Fundamentos de la detección de presencia*. p. 26.

- Histéresis: o desplazamiento diferencial, “es la diferencia entre los puntos de operación (conectado) y liberación (desconectado) cuando el objeto se aleja de la cara del sensor y se expresa como un porcentaje de la distancia de detección.”⁸ Sin una histéresis suficiente, el sensor de proximidad se conecta y desconecta continuamente al aplicar una vibración excesiva al objeto o al sensor, aunque se puede ajustar mediante circuitos adicionales.
- Repetibilidad: es la capacidad de un sensor de detectar el mismo objeto a la misma distancia de detección nominal y se basa en una temperatura ambiental y voltaje eléctrico constantes.
- Linealidad: es la aproximación de la curva de calibración de un instrumento, a una línea recta especificada.
- Sensibilidad: es el mínimo valor de entrada que genera un cambio a la salida.
- Precisión: la precisión es el máximo error esperado en la medida.
- Tiempo de respuesta: es el tiempo que transcurre entre la detección de un objeto y el cambio de estado del dispositivo de salida. También es el tiempo que el dispositivo de salida tarda en cambiar de estado cuando el sensor ya no detecta el objeto. El tiempo de respuesta necesario para una aplicación específica se establece en función del tamaño del objeto y la velocidad a la que este pasa ante el sensor.

⁸ BRADLEY, Allen. *Fundamentos de la detección de presencia*. p. 26.

- Resolución: la resolución de un sensor es el menor cambio en la magnitud de entrada que se aprecia en la magnitud de salida. La resolución puede ser de menor valor que la precisión.

1.3.2. Clasificación de los sensores

La variedad de sensores existentes en el mundo es tan vasto que es algo complicado poder hacer una clasificación genérica de los mismos, por lo que se estable la siguiente segmentación, con el fin de delimitar la investigación y orientar a aquellos que serán de utilidad para la elaboración del diseño en capítulos posteriores.

- Según el aporte de energía: se tienen los moduladores, que requieren de una fuente externa de alimentación y los generadores que toman únicamente la energía del medio de donde miden.
- Según la señal de salida: son los analógicos, los cuales su salida varía de forma continua, la información se encuentra generalmente en la amplitud, cuando se encuentra en la frecuencia se denominan cuasi digitales. Y los digitales, los cuales la salida varía en pasos discretos.
- Según el modo de funcionamiento: se tienen los de deflexión, son aquellos en los que la magnitud medida genera un efecto físico (deflexión) y los de comparación, son aquellos en los que se intenta mantener nula la deflexión mediante la aplicación de un efecto opuesto al generado por la magnitud medida.
- Según la relación entrada-salida: son aquellos que poseen un grado de relación en su respuesta, pueden ser de orden cero, de primer orden y de segundo orden. En otras palabras pueden ser con una respuesta constante, una respuesta lineal, una respuesta de grado dos.
- *Según el principio físico:* Son aquellos que de acuerdo a su naturaleza física brindan una respuesta de medición, estos pueden ser resistivos, capacitivos, inductivos, termoelectrónicos, piezoelectrónicos y muchos más.
- Según la magnitud medida: aquellos que según la medición medida de su entorno, como lo son la temperatura,⁹ presión, aceleración, pH, y otras unidades de medición en el ambiente.

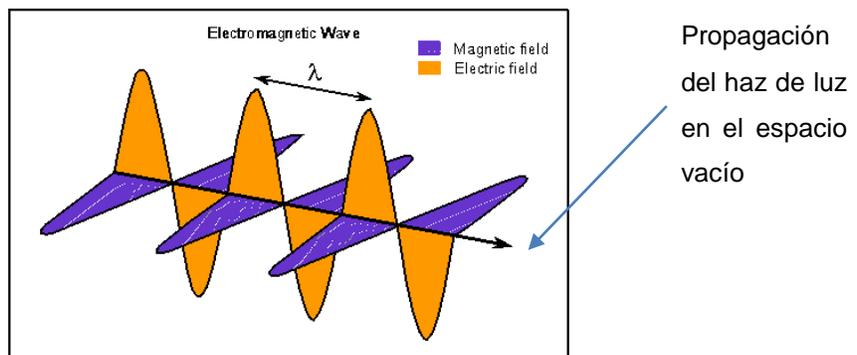
A partir de la clasificación anteriormente descrita, se mencionarán algunos sensores importantes que se usarán en el diseño demótico que se planteará.

⁹ BRADLEY, Allen. *Fundamentos de la detección de presencia*. p. 30.

1.3.2.1. Sensores de luz

Los sensores de luz se usan para detectar el nivel de luz y producir una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada. La luz es una onda transversal ya que se propaga de manera perpendicular al plano formado por los campos magnéticos y eléctricos. “Su velocidad aproximada es de $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ en el espacio vacío. Su unidad de medida es la candela (cd) y se define como la intensidad luminosa de una fuente en una dirección determinada”.¹⁰

Figura 1. Onda electromagnética



Fuente: *Movimiento de onda*. <https://cuentoscuanticos.files.wordpress.com/2015/06/emanim.gif>.
Consulta: 25 de agosto de 2015.

Si se habla de luz en sentido estricto se refiere a radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda es capaz de ser captada por el ojo humano, pero técnicamente, el ultravioleta, las ondas de radio o las microondas también son luz, pues la única diferencia con la luz visible es que su longitud de onda queda fuera del rango que se puede detectar con los ojos; simplemente

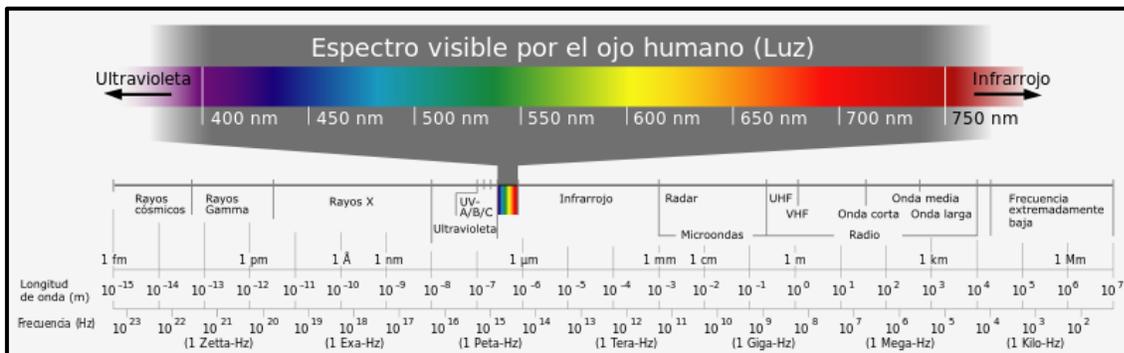
¹⁰ WHITE. R.M. *A sensor classification scheme*. <https://ijlahaider.pbworks.com/w/fetch/64130986/A%20Sensor%20Classification%20Sheme.pdf>. Consulta: agosto de 2015.

son “colores” que resultan invisibles, pero se puede detectar mediante instrumentos específicos.

“El rango completo de longitudes de onda forma el espectro electromagnético, del cual la luz visible no es más que un minúsculo intervalo que va desde la longitud de onda correspondiente al violeta (380 nm) hasta la longitud de onda del rojo (780 nm)”.¹¹

Un sensor de luz incluye un transductor fotoeléctrico para convertir la luz en una señal eléctrica, esta señal eléctrica puede ser tratada con electrónica, acondicionamiento de la señal, compensación y formateo de la señal de salida. Están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas.

Figura 2. **Espectro electromagnético**



Fuente: *Espectro electromagnético*.

https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico#/media/File:Electromagnetic_spectrum-es.svg. Consulta: 25 de agosto de 2015.

¹¹ *Sensor fotográfico*. https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_fotorl%C3%A9ctrico; Consulta: agosto de 2015.

1.3.2.2. Sensores de seguridad

La seguridad dinámica consiste en la protección de domicilios, oficinas o infraestructuras por medio de sistemas electrónicos. Existen todo tipo de sensores de intrusión a través de puertas, ventanas y demás, o detección de entrada de intrusos en zonas determinadas mediante sistemas perimetrales y volumétricos. Asimismo, hay sensores de humo, de fuego, de inundación, entre otros.

Todos estos sensores van conectados a una central de alarmas que puede reaccionar de formas diversas: haciendo sonar una sirena, encendiendo luces, poniendo en marcha una instalación contra incendios, tomando fotografías de los intrusos, avisando por teléfono a ciertos números ya previstos o avisando a la central receptora de alarmas, que pone en marcha todas las medidas deseadas: aviso a policía, bomberos, entre otros.

Los sensores juegan un papel importante en el desarrollo y planteamiento de los sistemas de seguridad, ya que las variaciones eléctricas enviadas por los sensores son recogidas por la unidad de control, que una vez convenientemente captadas dan lugar a la activación de sirenas o los dispositivos que se fijan para la corrección y aviso de las anomalías que se estén generando a lo interno del sistema cerrado. Las actuaciones a detector para estos sensores serán:

- Apertura de puertas, ventanas. persianas
- Paso por lugares determinados
- Roturas en escaparates o cristaleras
- Agujeros en paredes
- Cajas fuertes

- Entre otros

El sensor a efectos de funcionamiento de activación o desactivación de la alarma, se puede considerarlo como un interruptor que está abierto o cerrado y cuando hay que instalar varios sensores, estos se colocan todos en serie para provocar que el sistema se interrumpa con la mínima variación del sistema general.

Los principales sensores utilizados en la seguridad de ambientes son:

- Contacto magnético debido a que permiten un control de la apertura de puertas, ventanas, persianas, y lugares donde se coloquen por medio de campos magnéticos, lo que hace que sean de bajo costo y de fácil instalación.
- Sensores microfónicos de rotura de vidrio debido a que brindan un gran campo de aplicación con un funcionamiento bien eficaz y son poco propensos a falsas alarmas.
- El sensor de doble tecnología, que se basa en la detección por infrarojo y por microonda, activándose el sensor cuando ambas situaciones (infrarojo y microonda) se activen, evitando las falsas alarmas y por último los sensores infra rojos convencionales.

1.3.2.3. Sensores de movimiento y presencia

Pueden coexistir y ser complementarios de un buen sistema de seguridad, pero que logran tener otros enfoques aparte de este ámbito. Estos se utilizan con el propósito de realizar adecuaciones en el sistema cerrado, para ajustar

una situación en la infraestructura y obtener un ahorro de energía tales como economizar luz artificial, apagar sistemas de aire acondicionado, cerrar puertas, desacelerar o suspender la energía, para las gradas eléctricas cuando no sea necesario el uso de las mismas, entre otros.

Estos sensores son denominados sensores volumétricos y son aquellos que actúan por detección de movimiento alguno dentro de un volumen determinado, la cobertura del sensor dependerá de las características físicas propias, del campo de sensado que este posea y de las otras propiedades que fueron expuestas al inicio, esto lleva a concluir que su alcance es limitado y se tendrá que usar más de uno cuando la zona a proteger sea amplia o formada por varios recintos o secciones habitacionales (algo que suele ser normal).

Además de este tipo, se tiene el sensor por radar o microondas, el detector de microondas está compuesto de dos partes: un emisor y un receptor, el emisor emite unas ondas electromagnéticas que se reflejan por los objetos existentes en el área que estemos protegiendo y vuelven éstas al receptor. Una vez funcionando en condiciones normales, el detector tiene en cuenta las ondas reflejadas (queda en situación estable); cuando varía un objeto dentro de la zona protegida, varían las ondas reflejadas captadas y esa variación es utilizada por el detector para activar la alarma.¹²

1.3.2.4. Sensores de temperatura

Los sensores de temperatura, son aquellos dispositivos que transforman los cambios de temperatura en señales eléctricas que son procesados por equipo electrónico o eléctrico, para el autoajuste de la temperatura por medio de los mismos actuadores. El sensor de temperatura, típicamente suele estar formado por el elemento sensor, el cobertor que lo envuelve y que está rellena de un material muy conductor de la temperatura, para que los cambios se transmitan rápidamente al elemento sensor y del cable al que se conectarán el

¹² *Espectro electromagnético*. https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico#/media/File:Electromagnetic_spectrum-es.svg. Consulta: agosto de 2015.

equipo electrónico. Hay tres tipos de sensores de temperatura, los termistores, los RTD y los termopares.

El termistor está basado en que el “comportamiento de la resistencia de los semiconductores es variable en función de la temperatura. Existen los termistores tipo NTC”¹³y los “termistores tipo PTC”¹⁴. En los primeros, al aumentar la temperatura, disminuye la resistencia. En los PTC, al aumentar la temperatura, aumenta la resistencia. La limitante de estos termistores es que su comportamiento no es lineal, por lo que hay que realizar ajustes matemáticos para determinar sus variaciones, lo que complica su calibración.

Un RTD (resistance temperature detector) está basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura. Los metales empleados normalmente como RTD son platino, cobre, níquel y molibdeno. Los sensores de platino son los más comunes por tener mejor linealidad, más rapidez y mayor margen de temperatura.

El termopar está formado por dos metales, usando como principio de funcionamiento el termoelectrico. Este principio permite transformar directamente el calor en electricidad o bien generar frío cuando se le aplica una corriente eléctrica. El termopar genera una tensión que está en función de la temperatura que está siendo aplicada al sensor. Su inconveniente radica en su precisión, que es pequeña en comparación con los RTD o los termistores.

Enfocándose en el ambiente hospitalario, estos sensores son muy útiles en varios ambientes de la infraestructura, tales como las salas de neonatos, donde se tiene que mantener una temperatura entre los 26,5 y 37 °C, como

¹³ WHITE. R.M *Técnicas y procesos de instalaxiones singulares-sistemas de seguridad*. p. 17.

¹⁴ MEJÍA ORTEGA, Iván Darío. Negative temperatura coeficiente. *Sensor por radar de microonda*. p. 20.

parte de una regulación térmica en el neonato que evite que este desarrolle una neumonía u otras enfermedades relacionadas a los cambios bruscos de temperatura.

Otra de las aplicaciones de los sensores de temperatura es en los ambientes de refrigeración, donde se guardan muestras médicas y que tienen que estar bajo una temperatura adecuada entre los 3° y 7°, para la conservación de las cepas u otro “compuesto químico que son de utilidad en el análisis químico y biológico”.¹⁵

Existen varias aplicaciones de estos sensores aparte de los anteriores, tales como el sensado en los quirófanos, adecuando la sala a una temperatura que brinde el bienestar tanto del personal médico como del paciente y como último ejemplo, por terminar de citar algunos de sus usos, está el uso en las cocinas de los hospitales para el almacenaje y cocción de alimentos a altas temperaturas para brindar a los pacientes o personal médico.

1.3.2.5. Sensores de humedad

La humedad es un fenómeno natural que se presenta a nivel de moléculas y se encuentra relacionada con la cantidad de moléculas de agua presentes en una determinada sustancia, que puede estar en estado sólido o gaseoso. El grado de concentración del agua en el ambiente es relevante para procesos químicos, físicos y biológicos, los cuales requieren de atención e innovación para incorporarlos en los procesos de la industria y para este caso en particular el ambiente hospitalario.

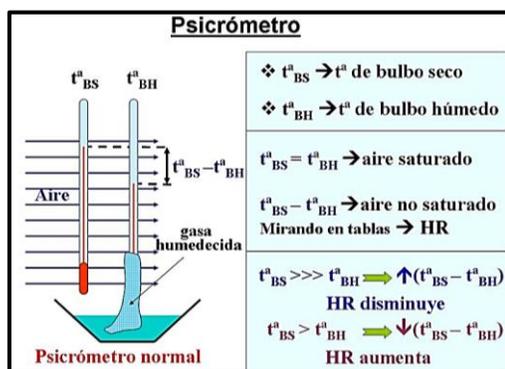
¹⁵ *Sensores de humedad*. <http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-08-05-sensores-de-humedad.pdf>. Consulta: 18 de enero de 2016.

Las moléculas de agua cambian la longitud de materiales orgánicos, la conductividad y peso de materiales higroscópicos y absorbentes químicos, y en general la impedancia de casi cualquier material. Estos cambios son utilizados por los métodos o principios de medición de la humedad relativa, por lo que los instrumentos se construyen basándose en los efectos: psicrométricos, condensación, deformativos, resistivos, capacitivos y algunos otros tipos para aplicaciones más específicas.¹⁶

- **Psicrometría por bulbo húmedo/bulbo seco**

Consiste de un par de termómetros eléctricos o de líquido en vidrio acoplado, uno de los cuales opera en estado húmedo. Cuando el dispositivo funciona la evaporación del agua enfría el termómetro humedecido, resultando una diferencia medible con la temperatura ambiente o la temperatura del bulbo seco. Cuando el bulbo húmedo alcanza su máxima caída de temperatura la humedad puede determinarse comparando la temperatura de los dos termómetros en una tabla psicrométrica o mediante cálculos.

Figura 3. **Psicrómetro normal**



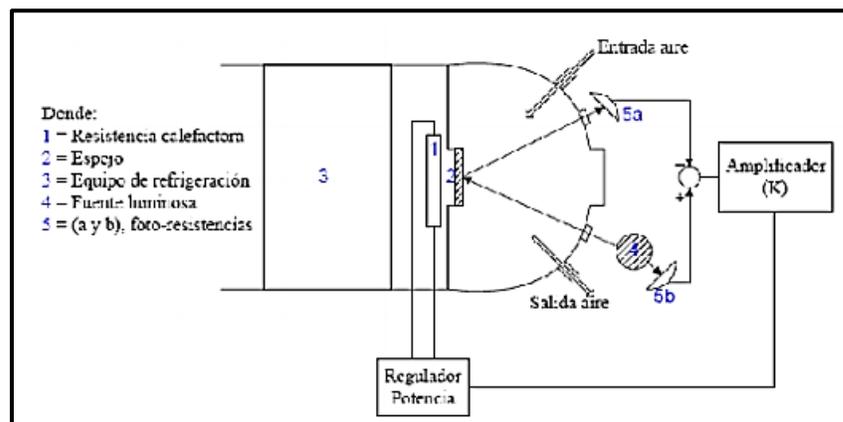
Fuente: *Esquema psicrométrico*. http://ocw.upm.es/produccion-animal/produccion-avicola/contenidos/TEMA_3/esquema_psicrometro.jpg. Consulta: 18 de enero de 2016.

¹⁶ *Normas generales para tratamiento de muestras biológicas*. <https://eccpn.aibarra.org/temario/seccion2/capitulo38/capitulo38.htm>. Consulta: 18 de enero de 2016.

- Sensor por condensación

El punto de rocío es una variable que permite encontrar la humedad relativa; para lograr esta medición se utiliza un dispositivo llamado comúnmente higrómetro óptico de espejo frío, y funciona de la siguiente manera.

Figura 4. Sensor óptico de espejo frío



Fuente: *Sensor de humedad*. <http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-08-05-sensores-de-humedad.pdf>. Consulta: 18 de enero de 2016.

Se hace circular la mezcla gaseosa por una cámara provista en su interior de un espejo (2). El cual puede ser enfriado o calentado por un equipo de refrigeración (3) o calefactor (1) respectivamente, con la finalidad de poder lograr que el vapor se condense en el espejo o el agua se evapore de él. Se cuenta con una fuente luminosa (4) que es proyectada sobre el espejo, el cual refleja el haz hacia una foto-resistencia (5^a).

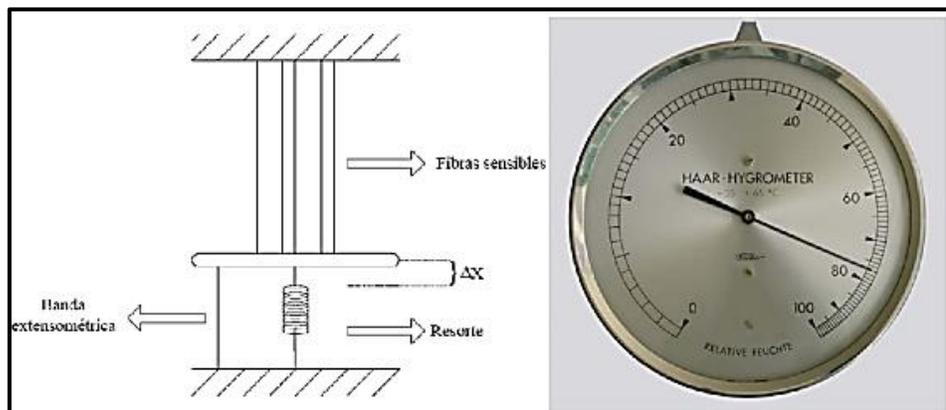
La luz incide en una segunda foto-resistencia (5b) en forma directa. Se tiene entonces una medición de la intensidad luminosa real (5b), y una distorsionada según la cantidad de condensación presente en el espejo (5^a), la diferencia entre ambas es amplificada y sirve de actuación sobre el regulador de potencia que controla el calefactor¹⁷.

¹⁷ *La independencia*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Independencia>. Consulta: mayo de 2015.

- Sensores mecánicos (por absorción o deformación)

Con estos sensores se utiliza las dimensiones de cambio que sufren ciertos materiales ante la presencia de la humedad, los más sensibles son el cabello humano, pelo de animal, madera, papel y *nylon*. Ante el aumento de la humedad relativa, las fibras aumentan de tamaño, ese alargamiento debe ser tratado o amplificado y graduado de acuerdo a la proporcionalidad con la humedad relativa. Este procedimiento puede realizarse por medio de palancas mecánicas o circuitos mecánicos.

Figura 5. **Sensor fibra de cabello**



Fuente: *Sensor de humedad*. <http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-08-05-sensores-de-humedad.pdf>. Consulta: 18 de enero de 2016.

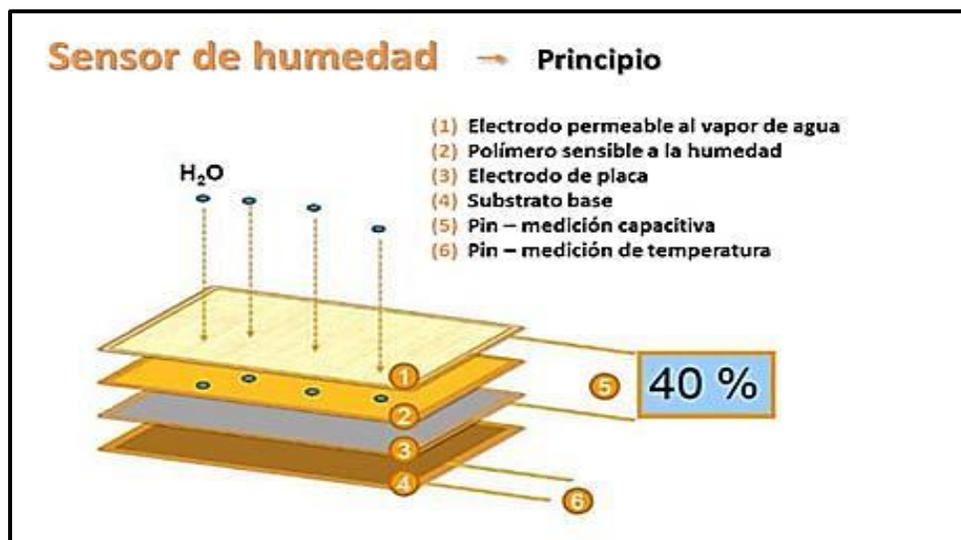
- Sensores capacitivos (polímero orgánico capacitivo)

Son diseñados normalmente con platos paralelos con electrodos porosos o con filamentos entrelazados en el sustrato. El material dieléctrico absorbe o elimina vapor de agua del ambiente con los cambios del nivel de humedad. Los cambios resultantes en la constante dieléctrica causa una variación en el valor de la capacitancia eléctrica del dispositivo por lo que resulta una impedancia que varía con la humedad.

El material sensor es muy delgado para alcanzar grandes cambios en la señal con la humedad. Esto permite al vapor de agua entrar y salir fácilmente y el secado rápido para la sencilla calibración del sensor. Este tipo de sensor es especialmente apropiado para ambiente de alta temperatura porque el coeficiente de temperatura es bajo y el polímero dieléctrico puede soportar altas temperaturas.¹⁸

Los sensores capacitivos son también apropiados para aplicaciones que requieran un alto grado de sensibilidad a niveles bajos de humedad, donde proveen una respuesta relativamente rápida. Un cambio en la constante dieléctrica de aproximadamente el 30 % corresponde a una variación de 0...100 %HR en la humedad relativa, a valores de humedad superiores al 85 %HR el sensor tiene una tendencia a saturar y se transforma en no lineal.

Figura 6. Estructura sensor capacitivo



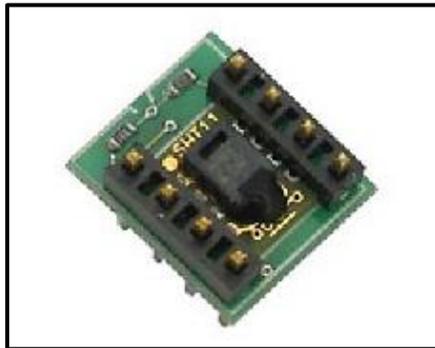
Fuente: *Sensores de humedad*. <http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-08-05-sensores-de-humedad.pdf>. Consulta: 18 de enero de 2016.

¹⁸ *Sensores de humedad*. <http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-08-05-sensores-de-humedad.pdf>. Consulta: 18 de mayo de 2016.

- **Sensor de temperatura y humedad integrado**

El uso de procesos de fabricación CMOS industriales, permite la integración en un chip, del sensor y la parte del proceso electrónico de la señal, también asegura la confiabilidad más alta y la estabilidad a largo plazo excelente. Este sensor permite la toma de los valores de: temperatura y humedad del medio ambiente, básicamente son sensores capacitivos para la medición de humedad y termistores para la temperatura.¹⁹

Figura 7. Sensor integrado de humedad y temperatura



Fuente: *Sensores de humedad*. <http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-08-05-sensores-de-humedad.pdf>. Consulta: 18 de mayo de 2016.

Ahora bien, hasta este punto se han conocido aquellos elementos que brindarán la información necesaria del cómo está el entorno, por consiguiente, es necesario dar paso a los elementos que ayudarán a realizar los movimientos físicos en función de ejecutar una acción correctiva o preventiva en los sistemas automatizados.

Tales elementos ayudan a actuar y darle sentido a la acción de estar sensando y monitoreando las variables que el ambiente hospitalario posee. A continuación se verán el tema de los actuadores.

¹⁹ *Sensores de humedad*. <http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-08-05-sensores-de-humedad.pdf>. Consulta: 18 de mayo de 2016.

1.4. Actuadores

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.²⁰

La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: presión neumática, presión hidráulica y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”. Además, se encuentran los actuadores electrónicos, los cuales son muy utilizados en los aparatos mecatrónicos, como por ejemplo, en los robots. Los servomotores CA sin escobillas se utilizarán en el futuro como actuadores de posicionamiento preciso, debido a la demanda de funcionamiento sin tantas horas de mantenimiento.

1.4.1. Actuadores hidráulicos

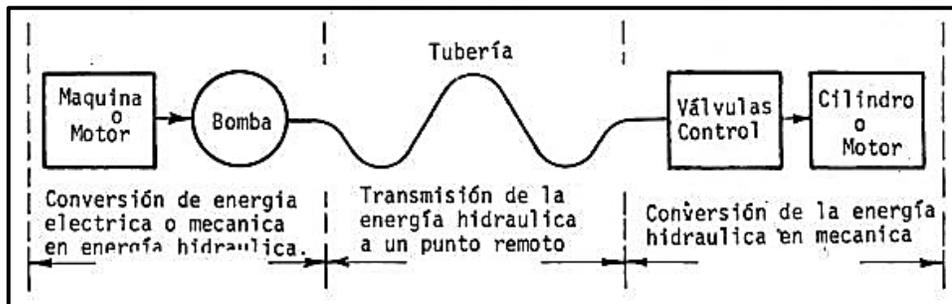
Su funcionamiento se basa en la presión ejercida por un líquido, generalmente un tipo de aceite. Los equipos que normalmente se encuentran conformados por este tipo de actuadores son más rápidos y de mayor resistencia mecánica, además son de mayor tamaño, por lo que son empleados para uso industrial en el levantamiento de cargas pesadas. Todos los equipos hidráulicos están sellados herméticamente a modo que el líquido interno no se esparza, evitando así grandes riesgos.

Sus principales aplicaciones en el campo hospitalario son en camillas, sillas, instrumental odontológico y quirúrgico, mesas de operaciones, maquinaria para almacenar los suministros. Sin embargo, estos elementos funcionan independientemente al medio físico donde están siendo operados, pero pueden llegar a ser controlados vía remota o en otras palabras, automáticamente. A

²⁰ MEJÍA ORTEGA, Iván Darío. *Actuadores*. <http://www.domoticaviva.com/Tienda/CamarasIPMobotix/images/D24web.jpg>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

continuación se presenta el flujo dinámico de la conversión de energía mecánica a hidráulica.²¹

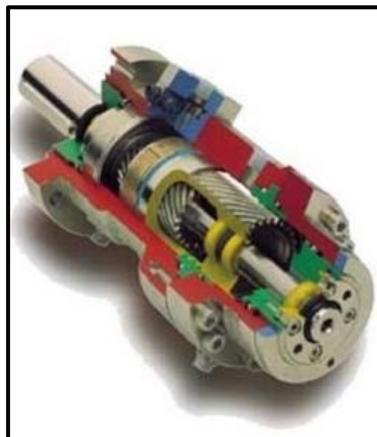
Figura 8. **Sistema de transmisión de energía eléctrica o mecánica a energía hidráulica**



Fuente: *Neumática*. http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica2.htm.

Consulta: 19 de enero de 2016.

Figura 9. **Actuador hidráulico tipo cilindro**



Fuente: *Sistemas Hidráulicos*. <http://mecanikr.blogspot.com/2013/12/circuitos-hidraulicos-en-general-y-en.html>. Consulta: 19 de enero de 2016.

²¹ DELGADO DÍEZ, Antonio. *Actuadores hidráulicos*. http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/SALES_INFORMATION/EMS_3161_FL_EN_V11_2CDC505119D0201.PDF. Consulta: 22 de febrero de 2016.

1.4.2. Actuadores neumáticos

Son aquellos mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico, en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor para estos casos. Además, que son más utilizados en la industria por el alto valor que se obtiene de ellos por el hecho de que su mantenimiento es más económico. Para este enfoque, el uso de actuadores neumáticos brinda un aspecto de seguridad cuando son utilizados en ambientes o lugares donde existen líquidos o sustancias (en cualquier estado) que sean inflamables, ya que no existe riesgo alguno de que una chispa detone o produzca un incendio o un desastre mucho mayor.

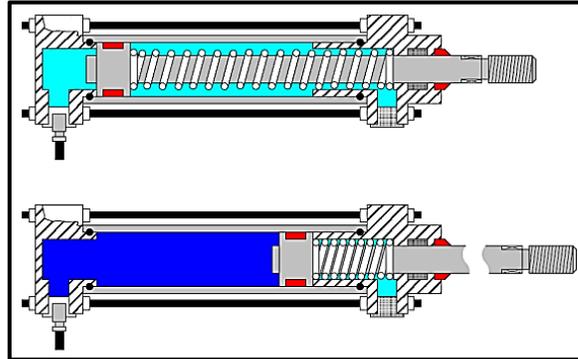
El trabajo que realice un actuador neumático puede ser lineal o rotativo. El movimiento lineal se obtiene de cilindros de émbolo. Los actuadores lineales generan una fuerza en línea recta, tal como haría un pistón. Los actuadores rotatorios generan una fuerza rotatoria, como lo haría un motor eléctrico.

1.4.2.1. Actuadores lineales de efecto simple

En este tipo de actuadores, el embolo se desplaza en un sentido como resultado del empuje ejercido por el aire a presión, mientras que en el otro sentido se desplaza como consecuencia del efecto de un muelle, en otras palabras, la barra está solo en un extremo del pistón, el cual se contrae mediante resortes o por la misma gravedad. “La carga puede colocarse solo en un extremo del cilindro para el funcionamiento del actuador y este puede ser del tipo normalmente dentro o normalmente fuera”.²²

²² DELGADO DÍEZ, Antonio. *Actuadores hidráulicos*. http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/SALES_INFORMATION/EMS_3161_FL_EN_V11_2CDC505119D0201.PDF. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Figura 10. **Actuador cilíndrico de efecto simple tipo normalmente dentro**



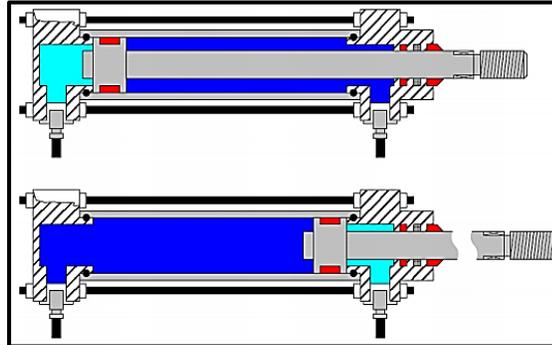
Fuente: *Actuadores neumáticos*. <http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Manuel%20Jesus%20Esacalera-Antonio%20Rodriguez-Actuadores%20Neumaticos.pdf>. Consulta: 19 de enero de 2016.

1.4.2.2. Actuadores lineales de efecto doble

Los actuadores de efecto doble son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su nombre se debe a que utilizan ambas caras del émbolo, por lo que estos componentes si pueden realizar trabajo en ambos sentidos.

Este elemento posee un orificio roscado para realizar la inyección de aire comprimido, teniendo como función la comunicación con la atmosfera a fin de no producir comprensiones en el interior de la cámara del émbolo.

Figura 11. **Actuador cilíndrico de efecto doble**

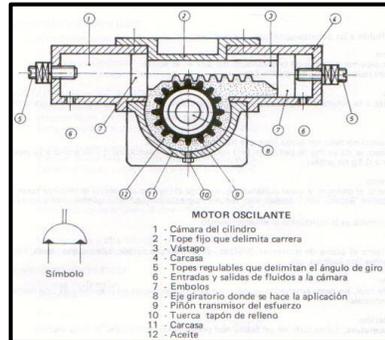


Fuente: *Actuadores neumáticos*. <http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Manuel%20Jesus%20Esacalera-Antonio%20Rodriguez-Actuadores%20Neumaticos.pdf>. Consulta: 19 de enero de 2016.

1.4.2.3. Actuadores rotatorios

Los actuadores rotatorios son los que transforman la energía neumática en energía mecánica de rotación. Para el caso de los de giro limitado, proporcionan movimiento de giro pero no llegan a producir una revolución. Existen de simple y doble efecto para ángulos de giro de 90°, 180°, hasta un valor máximo de 360°. En contraposición a los de giro limitado están los motores neumáticos y son los que proporcionan un elevado número de revoluciones por minuto.

Figura 12. **Composición de un motor neumático**



Fuente: *Partes de un motor neumático.*

<https://www.google.com.gt/imgres?imgurl=http://html.rincondelvago.com/000316247.jpg&imgrefurl=http://html.rincondelvago.com/actuadores.html&h=484&w=598&tbnid=ucDMexeD3mW9XM:&docid=F1YcgPbnXbqhiM&ei=TTYhVpvsIIrteoHPjJAG&tbnid=isch&ved=0ahUKEwjbxpiT3LvKAhWKth4KHYEaA2IQMwgJKAeWwAQ>. Consulta: 21 de enero de 2016.

A continuación se observa una tabla con los principales actuadores de rotación y sus características de rotación.

Tabla I. **Principales actuadores de rotación y sus características**

Tipo	Rango de Movimiento	Tipo de Torque	Rango de Torque
Piñón y cremallera	0° a 90° (180° y 270°)	Constante	Torques Bajos y Medios
Yugo Escocés	0° a 90°	Variable	Torques Medios y Altos
Veleta	0° a 90° (180° y 270°)	Constante	Torques Bajos

Fuente: *Actuadores.* <https://www.google.com.gt/imgres?imgurl=http://html.rincondelvago.Com/000316247.jpg&imgrefurl=http://html.rincondelvago.com/actuadores.html&h=484&w=598&tbnid=ucDMexeD3mW9XM:&docid=F1YcgPbnXbqhiM&ei=TTYhVpvsIIrteoHPjJAG&tbnid=isch&ved=0ahUKEwjbxpiT3LvKAhWKth4KHYEaA2IQMwgJKAeWwAQ>. Consulta: 21 de enero de 2016.

Como paso siguiente y último de este capítulo, se conocerán los elementos que ayudan en la comunicación entre los sensores y los actuadores, ayudando en la interpretación de las señales emitidas y transmitidas por los sensores y recibidas o ejecutadas por los diversos actuadores.

1.5. Estaciones de control

Esta es la parte medular de la infraestructura domótica, ya que concentra a todos los sensores y emisores de señales para un adecuado funcionamiento. Las estaciones de control pueden poseer diversas arquitecturas, pero básicamente se resumen en estaciones de control centralizado y las estaciones de control distribuido.

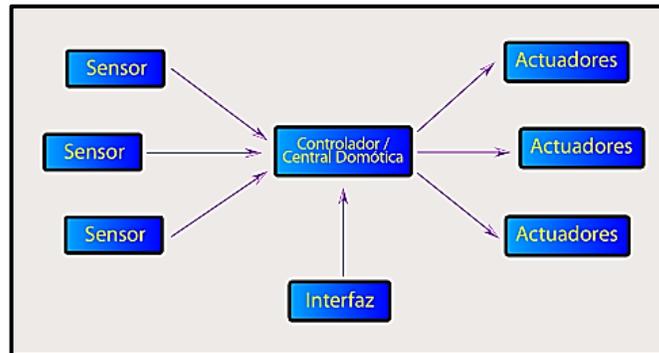
1.5.1. Estaciones de control centralizada

La estación de control centralizada está organizado de tal forma que el controlador es el eje central del sistema, recibiendo la información de los sensores, analizándola y enviando una orden a los actuadores, según este configurado o según la información que el mismo usuario le brinde. Tiene la ventaja de ser de bajo costo ya que no se necesitan elementos sumamente sofisticados para la interacción entre las centrales y lo sensores, sin embargo, se tiene mucho cableado presente porque los elementos a controlar y supervisar (sensores, luces, válvulas, etc.) han de cablearse hasta el sistema de control de la infraestructura (PC o similar).²³

Otra característica importante es que por estar centralizado, al existir una falla en algún elemento de la estación, todo el sistema fallará. No es compatible con la instalación eléctrica convencional, es poco modular o expandible y se debe prever esta arquitectura desde sus inicios de construcción.

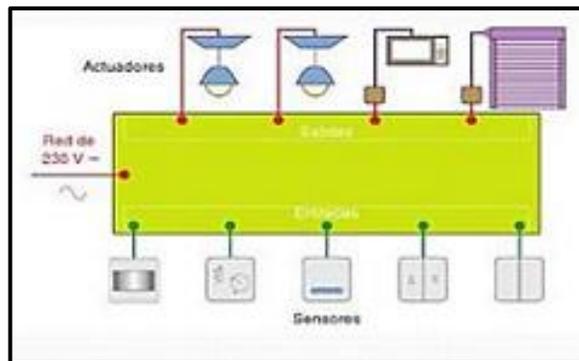
²³ *Estaciones de control.* <http://www.jung.de/es/online-catalogo/255932220/>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Figura 13. **Concepto de estación de control centralizada**



Fuente: *Arquitectura de los sistemas*. <https://domoticaudem.wordpress.com/arquitectura-de-los-sistemas/>. Consulta: 21 de enero de 2016.

Figura 14. **Estación de control centralizado interactuando con los sensores y actuadores**



Fuente: *Sensores*. http://images.slideplayer.es/8/2316560/slides/slide_5.jpg.
Consulta: 21 de enero de 2016.

1.5.2. Estaciones de control descentralizada y distribuida

Es aquella en la que el elemento de control se sitúa próximo al elemento a controlar. Hay sistemas que son de arquitectura distribuida en cuanto a la

capacidad de proceso, pero no lo son en cuanto a la ubicación física de los diferentes elementos de control y viceversa, sistemas que son de arquitectura distribuida en cuanto a su capacidad para ubicar elementos de control físicamente distribuidos, pero no en cuanto a los procesos de control, que son ejecutados en uno o varios procesadores físicamente centralizados.

En los sistemas de arquitectura distribuida que utilizan como medio de transmisión el cable, existe un concepto a tener en cuenta, que es la topología de la red de comunicaciones. La topología es definida como la distribución física de los elementos de control respecto al medio de comunicación, dependiendo de dicha distribución la topología puede ser de variadas clases o tipos.

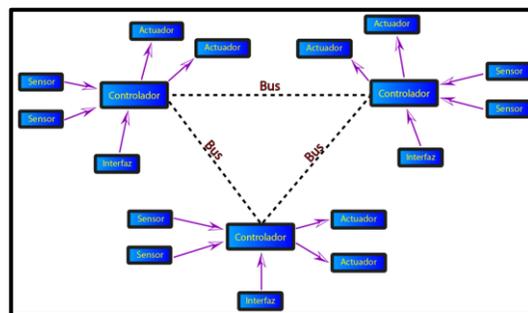
Otra particularidad de este sistema, es que hay varios controladores conectados entre sí por medio de un bus de datos, que envía la información entre ellos y los actuadores e interfaces que estén conectados a los controladores, según el programa, configuración e información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y de los mismos usuarios.

Esta arquitectura se diferencia por tener sensores y actuadores que son a su vez controladores, es decir que son capaces de analizar la información y realizar los ajustes y modificaciones necesarias para una pronta respuesta del sistema en forma eficaz y eficiente. Esto requiere de una interacción más sofisticada entre los sensores, actuadores y controladores, elevando un poco más los costos en el uso de este sistema de control.

Las grandes ventajas de este sistema es que son modulares, fáciles para adecuarse a una expansión y que al existir un fallo en los controladores el sistema aun así seguirá funcionando porque no depende de un solo sistema de control para la ejecución de las instrucciones correctivas, preventivas o de

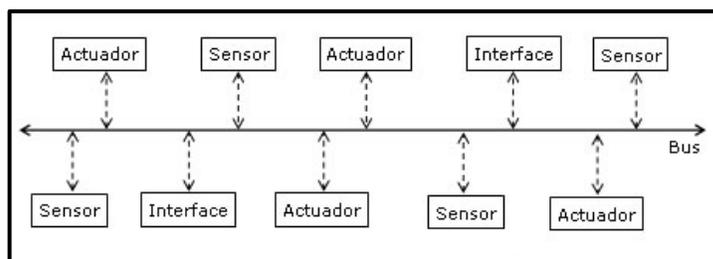
monitoreo. A continuación, se muestran dos imágenes de este sistema de control conformado por la descentralización de los controladores y la distribución del mismos a través de un bus de datos.

Figura 15. **Estación de control descentralizada y distribuida en secciones**



Fuente: *Arquitectura descentralizada*. <https://domoticaudem.files.wordpress.com/2012/05/arquitectura-descentralizada-01.png>. Consulta: 21 de enero de 2016.

Figura 16. **Estación de control distribuida por medio de un bus de datos**

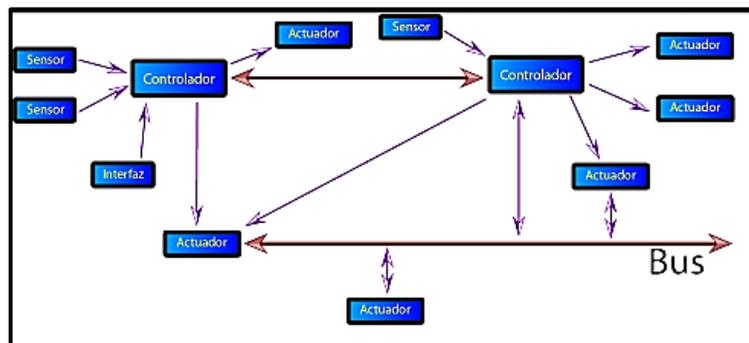


Fuente: *Domótica vivienda*. <http://www.monografias.com/trabajos93/domotica-vivienda/image005.png>. Consulta: 21 de enero de 2016.

En un sistema de domótica de arquitectura híbrida (también denominado arquitectura mixta) se combinan las arquitecturas de los sistemas centralizadas,

descentralizadas y distribuidas. A la vez que puede disponer de un controlador central o varios controladores descentralizados, los dispositivos de interfaces, sensores y actuadores pueden también ser controladores (como en un sistema “distribuido”) y procesar la información según el programa, configuración e información que capta por sí mismo, tanto para actuar como para enviarla a otros dispositivos de la red, sin que necesariamente pase por otro controlador. Esto agiliza los procesos de reacción y hace más complejo la integración a nivel de software.

Figura 17. **Estación de control con arquitectura híbrida o mixta**



Fuente: *Arquitectura mixta*. <https://domoticaudem.files.wordpress.com/2012/05/arq-mixta.png?w=474&h=204>. Consulta: 21 de enero de 2016.

Para concluir este tema, es necesario mencionar que la integración de los sensores y actuadores hacia los controladores puede ser realizada por medio de los siguientes medios de comunicación física, como lo es el cableado de par trenzado, cable coaxial, *power line* o corriente de portadoras o por medios inalámbricos como lo es radiofrecuencias (*bluetooth, Zigbee,*) o infrarrojos y por protocolos de internet IPV4, o wifi.

2. **NORMATIVAS, ESTÁNDARES Y PROTOCOLOS**

Parte de los principios de la automatización es que se basa en estándares, protocolos y normas que facilitan la integración de los diversos componentes del sistema domótico. Una clasificación característica de los sistemas de gestión técnica para la edificación (SGTE), se basa en el medio de transmisión (nivel físico) utilizado entre los elementos que conforman el sistema, independiente del lenguaje o protocolo que estén utilizados. Se definirá primeramente el término de protocolo.

2.1. **Protocolos y estándares internacionales**

En informática y telecomunicación, un protocolo de comunicaciones es un sistema de reglas que permiten que dos o más entidades de un sistema de comunicación se comuniquen entre ellas para transmitir información por medio de cualquier tipo de variación de una magnitud física. Se trata de las reglas o el estándar que define la sintaxis, semántica y sincronización de la comunicación, así como también los posibles métodos de recuperación de errores. Los protocolos pueden ser implementados por hardware, por software, o por una combinación de ambos.²⁴

Los protocolos pueden ser propietarios o cerrados, en el primer caso, son protocolos específicos de una marca en particular y que solo son usados por dicha marca, pueden ser variantes de protocolos estándar. En el segundo caso, son protocolos cerrados aquellos en los que solo el fabricante puede realizar mejoras y fabricar dispositivos que hablen el mismo idioma. Esto protege los derechos del fabricante, pero limita la aparición de continuas evoluciones en los sistemas domóticos.

²⁴ GOMEZ PÉREZ, Claudia Beleika. *Protocolos de red y sus funciones*. <http://www.jung.de/es/online-catalogo/255938778/>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Otra particularidad de los protocolos, es que pueden ser del tipo estándar o del tipo abierto. Para la primera situación, los protocolos estándar son aquellos definidos entre varias compañías con el fin de unificar los criterios de comunicación. Los protocolos abiertos, son aquellos en los que no existe una patente sobre el protocolo, de manera que cualquier fabricante puede desarrollar aplicaciones y productos que lleven implícito el protocolo de comunicación.²⁵

En un sistema estándar, no impacta mucho en el mercado el que una empresa desaparezca o deje de fabricar ciertos productos, porque habrán otras empresas cubriendo las necesidades comerciales. Los protocolos estándar para aplicaciones domóticas más extendidos en la actualidad son:

2.1.1. InBus

Es un protocolo que permite la comunicación entre distintos módulos electrónicos, no solo con funciones para la domótica, sino de cualquier tipo.

2.1.2. OSGi

Open Services Gateway Initiative. Especificaciones abiertas de software que permita diseñar plataformas compatibles que puedan proporcionar múltiples servicios. Ha sido “pensada para su compatibilidad con Jini”²⁶ o UPnP.

2.1.3. Universal Plug and Play (UPnP)

Arquitectura “software abierta y distribuida que permite el intercambio de información y datos a los dispositivos conectados a una red”.²⁷

²⁵ GOMEZ PÉREZ, Claudia Beleika. *Protocolos de red y sus funciones*. <http://www.jung.de/es/online-catalogo/255938778/>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

²⁶ VAQUERA, Martín Adrian. e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/7526/PFC_Adrian_Martin_Vaquera.pdf?. Consulta: 22 de febrero de 2016.

²⁷ GOMEZ PÉREZ, Claudia Beleika. *Protocolos de red y sus funciones*. <http://www.jung.de/es/online-catalogo/255938778/>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

2.1.4. Modbus

Protocolo abierto que permite la comunicación a través de RS-485 (Modbus RTU) o a través de Ethernet (Modbus TCP). Es el protocolo libre que lleva más años en el mercado y que dispone de un mayor número de fabricantes de dispositivos, lejos de desactualizarse, los fabricantes siguen lanzando al mercado dispositivos con este protocolo continuamente.

2.1.5. BUSing

Es una tecnología de domótica distribuida, donde cada uno de los dispositivos conectados tiene autonomía propia, es “útil” por sí mismo.

2.1.6. INSTEON

Protocolo de comunicación con topología de malla de banda doble a través de corriente portadora y radiofrecuencia.

2.1.7. X10

Protocolo de comunicaciones para el control remoto de dispositivos eléctricos, hace uso de la línea eléctrica (220 y 110v) como único medio, sin necesidad de nuevo cableado. Puede funcionar correctamente para la mayoría de los usuarios domésticos. “Es de código abierto y el más difundido. Poco fiable frente a ruidos eléctricos”.²⁸

²⁸ *Flyers.* https://www.knx.org/media/docs/Flyers/ETS5-For-Beginners/ETS5-For-Beginners_es.pdf. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Las señales de control de X10 se basan en la transmisión de ráfagas de pulsos de RF (120 kHz) que representan información digital. Estos pulsos se sincronizan en el cruce por cero de la señal de red (50 o 60 Hz). Primero se transmite una orden con el código de casa y el número de módulo que direccionan el módulo en cuestión. Luego se transmite otro orden con el código de función a realizar (Function Code).

Hay 256 direcciones soportadas por el protocolo. El protocolo está formado de tal forma que la señal portadora es captada por cualquier módulo receptor conectado a la línea de alimentación eléctrica, traduciéndose en un evento ON, Off, DIM. El sistema X-10 utiliza la señal senoidal de 50 o 60 Hz de la vivienda para que transporte las señales X-10 utilizando la técnica de “Corrientes portadoras” (Power Line Carrier).²⁹

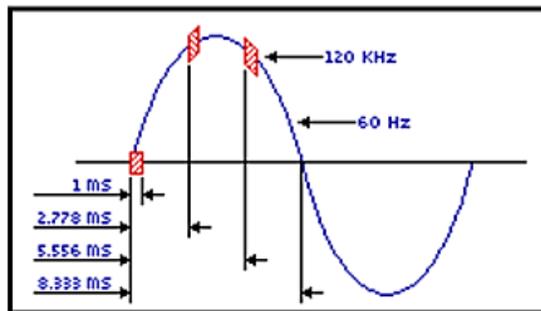
El concepto de onda portadora se refiere a que se puede insertar la señal X-10 en el semiciclo positivo o en el negativo de la onda senoidal. La codificación de un bit 1 o de un bit 0, depende de cómo se inyecte esta señal en los dos semiciclos. Un 1 binario se representa por un pulso de 120 KHz durante 1 milisegundo y el 0 binario se representa por la ausencia de ese pulso de 120 KHz.

En un sistema trifásico el pulso de 1 milisegundo se transmite con el paso cero para cada una de las tres fases. Por lo tanto, el tiempo de bit coincide con los 20 ms que dura el ciclo de la señal, de forma que la velocidad binaria de 50 bps viene impuesta por la frecuencia de la red eléctrica.

²⁹ *Flyers.* https://www.knx.org/media/docs/Flyers/ETS5-For-Beginners/ETS5-For-Beginners_es.pdf. Consulta: 22 de febrero de 2016.

La transmisión completa de una orden X-10 necesita once ciclos de corriente alterna. Esta trama se divide en tres campos de información: los dos primeros representan el código de inicio, los cuatro siguientes el código de casa (letras A-P), y los cinco últimos código numérico (1-16) o bien el código función (encendido, apagado, aumento o disminución de intensidad).

Figura 18. **Onda portadora para sistemas X10 en América Latina**



Fuente: *Domótica sistemas*. <http://www.monografias.com/trabajos104/domotica-sistemax-10/image005.png>. Consulta: 22 de enero de 2016.

2.1.8. KNX/EIB

Bus de Instalación Europeo con más de 20 años y más de 100 fabricantes de productos compatibles entre sí. Basado en las especificaciones de EIB (European Installation Bus) y completada con los mecanismos de configuración y medios físicos nuevos originalmente desarrollados por BatiBus y EHS.

La tecnología está respaldada por la asociación KNX Association (compañías líderes en áreas de aplicación y control de edificios). Los estándares internacionales en los que esta soportada la tecnología son la ISO/IEC 14543-3, así como estándar Europeo (CENELEC 50090 y CEN EN 13321-1), estándar Chino (GB/Z 20965) y el estándar Norteamericano (ANSI/ASHRAE 135). Los objetivos de esta iniciativa, son:

- Crear un único estándar para la domótica e inmótica que cubra todas las necesidades y requisitos de las instalaciones profesionales y residenciales.
- Aumentar la presencia de estos bus es domóticos en áreas como la climatización o HVAC (heating, ventilation, and air conditioning).
- Mejorar las prestaciones de los diversos medios físicos de comunicación sobre todo en la tecnología de radiofrecuencia.
- Introducir nuevos modos de funcionamiento que permitan aplicar una filosofía Plug&Play a muchos de los dispositivos típicos de una vivienda.
- Contactar con empresas proveedoras de servicios como las empresas de telecomunicaciones y las empresas eléctricas, con el objeto de potenciar las instalaciones de telegestión técnica de las viviendas.³⁰

Actualmente, la KNX Association tiene más de 170 empresas de 29 países, que ofrecen más de 7 000 grupos de productos certificados KNX en sus catálogos, englobando más del 80 % de los dispositivos vendidos en Europa para el control de casas y edificios.

2.1.9. LonWorks

Protocolo abierto estándar ISO 14908-3 para el control distribuido de edificios, viviendas, industria y transporte. Define los niveles de protocolos en el modelo OSI y la interconexión con los medios físicos de un sistema domótico.

Consta de una mezcla de hardware y *firmware* sobre un chip de silicio llamada Neuron Chip fabricado por Toshiba y Cypress. Cualquier dispositivo LonWork es también llamado nodo y se basa en este microcontrolador.

Su arquitectura es un sistema abierto a cualquier fabricante que quiera usar esta tecnología, sin depender de sistemas propietarios, permitiendo reducir los costos y aumentar la flexibilidad de la aplicación. Del Neuron Chip se destacan las siguientes particularidades:

- Tiene un identificador único, el Neuron ID, que permite direccionar cualquier nodo de forma unívoca dentro de una red de control LonWorks. Este identificador, con 48 bits de ancho, se graba en la memoria EEPROM durante la fabricación del circuito.

³⁰ *Flyers.* https://www.knx.org/media/docs/Flyers/ETS5-For-Beginners/ETS5-For-Beginners_es.pdf. Consulta: 22 de febrero de 2016.

- Tiene un modelo de comunicaciones que es independiente del medio físico sobre el que funciona, esto es, los datos pueden transmitirse sobre cables de par trenzado, ondas portadoras, fibra óptica, radiofrecuencia y cable coaxial, entre otros.
- El firmware que implementa el protocolo LonTalk, proporciona servicios de transporte y routing extremo-a-extremo. Está incluido un sistema operativo que ejecuta y planifica la aplicación distribuida y que maneja las estructuras de datos que intercambian los nodos.
- Estos circuitos se comunican entre sí enviándose telegramas que contienen la dirección de destino, información para el *routing*, datos de control, así como los datos de la aplicación del usuario y un *checksum* como código detector de errores. Todos los intercambios de datos se inician en un Neuron Chip y se supervisan en el resto de los circuitos de la red. Un telegrama puede tener hasta 229 octetos de información neta para la aplicación distribuida.
- Los datos pueden tener dos formatos, un mensaje explícito o una variable de red. Los mensajes explícitos son la forma más sencilla de intercambiar datos entre dos aplicaciones residentes en dos Neuron Chips del mismo segmento LonWorks.³¹

Los estándares internacionales en los que esta soportada la tecnología son la ISO/IEC 14543-3, así como estándar Europeo (EN 14908), estándar Chino (GB/Z20177-2006), el estándar de Estados Unidos (EIA-709-1) y el estándar Europeo de electrodomésticos (CEDEC AIS).

2.1.10. ZigBee

Protocolo estándar, recogido en el IEEE 802.15.4, de comunicaciones inalámbrico. Está definido como un estándar a nivel físico y controla el nivel de acceso al medio de redes inalámbricas personales (WPAN- Wireless Personal Area Network). ZigBee utiliza la banda ISM para usos industriales, científicos y médicos; en concreto, 868 MHz en Europa, 915 en Estados Unidos y 2,4 GHz en todo el mundo. Sin embargo, a la hora de diseñar dispositivos, las empresas optarán prácticamente siempre por la banda de 2,4 GHz, por ser libre en todo el mundo. El desarrollo de la tecnología se centra en la sencillez y el bajo costo

³¹ LonWorks. https://www.knx.org/media/docs/Flyers/ETS5-For-Beginners/ETS5-For-Beginners_es.pdf. Consulta: 22 de febrero de 2016.

más que otras redes inalámbricas semejantes de la familia WPAN, como por ejemplo *bluetooth*.

Una red ZigBee puede estar formada por hasta 255 nodos los cuales tienen la mayor parte del tiempo el *transceiver* ZigBee dormido, con el objetivo de consumir menos que otras tecnologías inalámbricas. Los módulos ZigBee serán los transmisores inalámbricos más baratos jamás producidos de forma masiva.

Con un costo estimado de \$ 2,50 dispondrán de una antena integrada, control de frecuencia y una pequeña batería. A continuación se presentan las tablas con las tecnologías existentes a nivel mundial, proporcionando una visión amplia del crecimiento tecnológico en el campo de la automatización y domótica.

Tabla II. **Estándares y protocolos internacionales**

Standard	Media	Descripción
OSIRIS Wi reless Home Automation Residential Gateway and Nodes	RF	Nodos de todos los tipos que combinan su arquitectura de red para cubrir grandes áreas con tan solo 1 mW de salida. Todos ellos están identificados (como una red TCP/IP) y todos son emisores y receptores. El carácter abierto de su hardware y software hacen posible cualquier tipo de instalación.
BatiBUS Club International (BCI)	Par Trenzado	Sensores de unión y actuadores para construir sistemas que controlen HVAC (Acondicionamiento), seguridad física y personal, acceso. Programada su convergencia con EIB y EHS.
Bluetooth	RF	Bluetooth es el nombre de guerra para unas especificaciones embebidas en un <i>chipset</i> de bajo costo, uniones cortas entre PC móviles, teléfonos móviles, y otros dispositivos portables. El Grupo de Trabajo de Bluetooth está compuesto por empresas líderes en la industria de las telecomunicaciones y del sector de las T.I. que están apostando fuerte para llevar al mercado desarrollos con esta nueva tecnología. Orientado al entorno de las PAN (Personal Area Network), no es adecuada para "Home Automation".
CEBus (Consumer Electronics Bus)	Todos	El Standard CEBus (EIA-600) es un protocolo desarrollado por la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA) para hacer posible la interconexión y comunicación entre dispositivos electrónicos en el hogar.
EIA-776	Par Trenzado	CEBus / EIB Router Communications Standard.
EIB (European Installation Bus)	Par Trenzado	Sensores y actuadores para construir sistemas que controlen HVAC (Acondicionamiento), seguridad física y personal, acceso. Programada su convergencia con EHS y BatiBus.
EHS (European Home System)	Todos	Una colaboración entre industrias y gobiernos Europeos sobre domótica. Entre alguna de sus misiones la EHSA tiene el objetivo de la armonización y estandarización en Europa de un BUS común (EHS). Programado su convergencia con EIB y BatiBus.

Continuación de la tabla II.

HAVI (Home Audio Visual Interoperability)	IEEE 1394	HAVI es un estandar que asegurará la interoperabilidad entre dispositivos de Audio digital y dispositivos de Video de diferentes fabricantes que podrán conectarse entre ellos formando una red en el hogar del consumidor. Liderado por industrias punteras en el sector del Audio/Video.
HBS (Home Bus System)	Coaxial ParTrenzado	Un consorcio de compañías japonesas soportado por agencias gubernamentales y asociaciones de negocio con el objetivo de especificar estándares de comunicación en dispositivos domóticos, además de asegurar vía pares trenzados y cables coaxiales la unión de estos con dispositivos telefónicos y audio/video.
HES (Home Electronic System)		El Home Electronic System (HES) es un estándar bajo desarrollo de un grupo de trabajo dirigido por la ISO (International Organization for Standardization) y la IEC (International Electrotechnical Commission) de Ginebra, Suiza. Un primer objetivo de HES es especificar HW y SW con el que cualquier fabricante pudiera ofrecer una versión de producto que fuera operativa en varias redes distintas de automatización del hogar.
HomeAPI	Todos	El Grupo de Trabajo Home API está dedicado a establecer las pautas con una especificación abierta que defina un set estándar de servicios de programación y API, que permitan el desarrollo de aplicaciones de software para monitorizar y controlar dispositivos domóticos.
Home Plug and Play	Todos	Provee interoperabilidad entre productos con múltiples protocolos de transporte. Visto por el CEBus Industry Council.
HomePNA (Home Phoneline Network Alliance)	Línea teléfono	El Home Phoneline Networking Alliance (HomePNA) es una asociación de industrias líderes trabajando conjuntamente en la adopción de una única y unificada red telefónica que a través del estandar sirva para rápidamente sacar al mercado soluciones compatibles de <i>networking</i> . Haciendo uso de la RTB en cada uno de los hogares.
HomeRF (Home Radio Frequency Working Group)	RF	La misión del grupo de trabajo HomeRF es hacer posible un amplio rango de productos electrónicos de consumo que operen entre sí, estableciendo una especificación abierta para comunicaciones digitales de RF (sin licencia), para PC y productos electrónicos de consumo en cualquier sitio dentro y alrededor del hogar.
JINI (The Jini Community)	Todos	La tecnología Jini provee de simples mecanismos que posibilitan a los dispositivos conectarlos en una red donde cada uno de ellos es capaz de aprovechar los servicios que el resto de dispositivos en la misma red son capaces de anunciar, sin previa planificación, ni intervención humana.
LonMark Interoperability Association	Todos	La Asociación LonMark tiene la misión de integrar fácilmente dispositivos multi-vendedor basados en redes LonWorks, haciendo uso de herramientas y componentes estándares.
OSGI (Open Service Gateway Initiative)	Todos	La especificación OSGI creará un estándar abierto entre una "gateway" de servicio que esta insertada entre la red exterior y las redes internas.
UPnP (Universal Plug and Play)	Todos	El Universal Plug and Play Forum es un standard de un grupo de industrias que promueven protocolos de red y protocolos de comunicación entre dispositivos.
HomePlug Abril 2000	Líneas de Corriente	30 compañías se unen para desarrollar un estandar de "Home Networking" por líneas de corriente.
ZIGBEE Varios (Nov. 2001)	RF	Pensamos que este puede ser uno de los que van a decir algo en breve en el mundo de la domótica.
Worldwide interoperability for Microwave Access (WiMAX)	RF	Corporación sin ánimo de lucro que agrupa a compañías promoviendo las "Metropolitan Area Networks", léase también IEEE 802.16. Un buen futuro para pasarelas residenciales no monopolizadas por grandes compañías.
Mobile Broadband Wireless Access (MBWA)	RF	Grupo de trabajo que piensa en las redes metropolitanas optimizadas para su uso, ubicuo y móvil, no en vano hablan de vehículos a 250 Km/h comunicándose.

Fuente: *Estándares*. <http://www.domodesk.com/estandares-html>.

Consulta: 24 de enero de 2016.

Tabla III. **Domótica/especificaciones y estándares de red-propietarios**

Domótica / especificaciones y estándares de red-propietarios		
Estándar	Media	Descripción
Home Connex Peracom Networks	RF/IR/ Coaxial	HomeConnex es una red de entretenimiento en el hogar que unifica PC, TV, audio/video y set-top box en un sistema integrado.
No New Wires Intellon Corp.	Líneas de Corriente Linea / RF	Los PLC,s de Intellon y sus tecnologías de RF posibilitan comunicaciones de alta velocidad y extienden el uso de internet a productos individuales sin añadir nuevos cables. Incorpora tecnología CEBus.
Lonworks Echelon Corp.	Todos	Redes de control comerciales y para el hogar. Una red LonWorks es un grupo de dispositivos trabajando juntos para sensorizar, monitorizar, comunicar, y de algunas maneras controlar. Es muy parecido a lo que puede ser una LAN de PC.
Sharewave Sharewave Inc.	RF	ShareWave Digital Wireless es un conjunto de tecnologías que posibilitan conexiones sin cables digitales con capacidad de multimedia en tiempo real entre dispositivos en el hogar. Los sistemas construidos haciendo uso de ShareWave Digital Wireless son capaces de enviar y recibir, video en tiempo real, audio calidad CD, voz, datos, y entradas de usuario de forma inmediata.
X-10 X-10 Inc	Líneas de Corriente	El padre de los protocolos, a través de líneas de corriente facilita el control de dispositivos domóticos sin instalación en cualquier casa.
HOMETRONIC RF Honeywell	RF	El primer sistema completo RF, su alta fiabilidad y la flexibilidad que ofrece el no tener que crear infraestructura cableada lo hace idóneo para su expansión.
NFC Sony, Phillips, Nokia	RF Corto alcance	NFC (Near Field Communication) es una asociación no lucrativa de la industria fundada por Nokia, Philips y Sony para avanzar en el uso de la comunicación inalámbrica de corto alcance entre la electrónica de consumo, dispositivos móviles y el PC.
DOMOTIUM	Todas	Empleo de un estándar abierto (UPnP) que garantiza la compatibilidad con productos de otros fabricantes y que cuenta entre sus asociados a empresas como SIEMENS, IBM, MICROSOFT, LG, SAMSUNG, entre otros. Instalación o ampliación sencilla: "Conectar y listo".
Domodesk		Protocolos estándar de comunicación eficientes y masivamente probados (TCP/IP, DHCP, entre otros, usados en internet por millones de equipos).
		Integración y manejo vía internet. Interfaz de usuario de máxima sencillez.

Fuente: *Estándares*. <http://www.domodesk.com/estandares-html>.

Consulta: 24 de enero de 2016.

2.2. Medios de transmisión de la información

Pertenecen a esta sección todos aquellos elementos que sirvan como medio conductor, sean físicos, inalámbricos, o en frecuencia de la información. Los niveles de impacto, uso y aplicación que se le den en la industria se observarán en el transcurso del capítulo. Prácticamente se pueden seccionar en dos grandes áreas, siendo la transmisión con cable y sin cable.

2.2.1. Transmisión con cable

La transmisión con cable utiliza los siguientes medios físicos para poder enviar/recibir la información.

2.2.1.1. Líneas de distribución de energía eléctrica

Si bien no es el medio más adecuado para la transmisión de datos, si es una alternativa para las comunicaciones domésticas, dado el bajo costo que implica su uso al tratarse de una instalación existente. Los rangos de frecuencia reservados son:

- Rango de 3 a 95 KHz: suministradores de energía y sus concesionarias
- Rango de 95 a 148,5 KHz. para aplicaciones generales
- Rango por encima de 148,5 KHz rango prohibido

2.2.1.2. Cable coaxial

Los factores a tomar en cuenta para elegir un cable coaxial son su ancho de banda, su resistencia o impedancia, su capacidad y su velocidad de

programación. El ancho de banda está entre los 500 Mhz, ideal para la frecuencia de televisión.

2.2.1.3. Cable de par trenzado

El cable de par trenzado más simple y empleado no tiene ninguna tipo de pantalla adicional, con una impedancia de 100 ohm. Los conectores más frecuentes son los RJ11, DB25, DB11. Es uno de los más aceptados por los costos, accesibilidad y fácil instalación. Es inmune a las interferencias o al ruido, pero es mucho más rígido que el par trenzado. Posee unas velocidades de transmisión de hasta 10 Mbpps.

2.2.1.4. Cable de fibra óptica

Compuesto por filamentos de fibra de alta pureza muy compactos, fabricados a alta temperatura con base en silicio. Se destaca que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas en la señal, amplia capacidad de transmisión y una alta fiabilidad ya que son inmunes a las interferencias electromagnéticas. Las fibras ópticas no conducen señales eléctricas, sino rayos luminosos. “Su desventaja es que eleva muchos los costos”.³²

2.2.2. Transmisión sin cable

Se realiza de dos formas, “radiofrecuencia e infrarrojos”.³³

³² *Catálogo técnico: cable de fibra óptica.* <https://www.casadomo.com/images/CASADOMO/media/content/catalogo-tecnico-knx-jung-20120409.pdf>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

³³ *Iluminación de hospitales.* http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5573_GT_iluminacion_hospitales_01_81a4cdee.pdf. Consulta: 28 de febrero de 2016.

2.2.2.1. Radiofrecuencia

Se introdujo como una buena alternativa para el soporte de transmisión en la vivienda, sin embargo, resulta particularmente sensible a las perturbaciones electromagnéticas, tanto por los medios de transmisión como por los equipos domésticos como tal. Se pueden distinguir *bluetooth* (IEEE 802.11b), wifi (IEEE 802.11g), ZigBee (IEEE 802.15.4).

2.2.2.2. Infrarrojos

La comunicación se realiza entre un diodo emisor que emite una luz en la banda IR, sobre la se superpone una señal modulada con información de control y un fotodiodo receptor cuya misión consiste en extraer de la señal recibida la información de control. Son inmunes a las radiaciones electromagnéticas por ser transmisores ópticos.

Tabla IV. **Medios de transmisión**

Tipo	Usabilidad	Características y requerimientos
Transmisión con cable		
Cableado dedicado	Muy fácil, muy extendido, económico.	Permiten crear grandes redes de equipos.
Par trenzado	Proviene de usos industriales.	Gran seguridad de transmisión.
Cable coaxial	Utilizado en el envío de señales de video. Bastante implantado	Inmune a interferencias pero muy rígido para instalación.
Red eléctrica instalada	No necesita instalación adicional de cableado.	Poca seguridad y velocidad. Ventaja de aprovechar instalación eléctrica instalada.
Fibra óptica	Gran capacidad	Se utiliza para transmitir gran cantidad de información.
Transmisión sin cable por radiofrecuencia		
Bluetooth. V1 y 2.	Bastante extendido	Es un estándar. Velocidad de transmisión media y corto alcance.
IEEE 802.11b	Bastante extendido	Es un estándar, admiten velocidades altas de transmisión.
IEEE 802.11g	Poco extendido	Altísimas velocidades de transmisión en frecuencia estándar.
IEEE 802.15.4	Poco extendido	Es un estándar, velocidades de transmisión bajas, pensado para dispositivos de gestión de edificios.
IEEE 802.16 a, b, c	Poca implantación	Es un estándar, para redes inalámbricas metropolitanas y redes entre edificios.

Fuente: *Medios de transmisión*. <http://isa.uniovi.es/~sirgo/doctorado/UD7.pdf>.

Consulta: 24 de enero de 2016.

Tabla V. **Tipos de cable coaxial**

Tipo	Utilización
RG - 8 ; RG - 11 ; RG-58	Se usan en redes de datos tipo Ethernet
RG - 75	Principalmente en televisión

Fuente: *Tipo de cable coaxial*. <http://isa.uniovi.es/~sirgo/doctorado/UD7.pdf>.

Consulta: 24 de enero de 2016.

Tabla VI. **Categorías de cable para trenzado**

Categoría	Uso	Ancho de banda y velocidad
1 y 2	Redes de telefonía	Velocidades hasta 4 Mbps
3	Redes de ordenadores	16 MHz y hasta 16 Mbps
4	Redes ordenadores en anillo tipo Token Ring	20 MHz y 20 Mbps
5	Redes de ordenadores	100 MHz y 100 Mbps
5e	Igual que 5 mejorada	Buen comportamiento ante atenuaciones e interferencias
6	No es un estándar	250 MHz
7	No esta establecido aún	600 MHz

Fuente: *Categorías de cable para trenzado*. <http://isa.uniovi.es/~sirgo/doctorado/UD7.pdf>.

Consulta: 24 de enero de 2016.

Tabla VII. **Rango de trabajo de los niveles físicos inalámbricos**

Corto - Alcance - Largo	Texto	Grafico	Hifi-Audio	Video	Video digital	Video multicanal
				802.16 a	802.16 c	
			802.11 b			LAN
				802.11 a	802.11 g	
		Bluetooth 2				PAN
	Zigbee					
		Bluetooth 1				
	Baja			Alta		
	Rango de datos (velocidad)					

Fuente: *Rango de trabajo de los niveles físico inalámbrico*.

<http://isa.uniovi.es/~sirgo/doctorado/UD7.pdf>. Consulta: 24 de enero de 2016.

3. PROPUESTA DE MODELO DOMÓTICO APLICABLE A INFRAESTRUCTURAS HOSPITALARIAS

En el siguiente capítulo se abordará la sección medular del presente trabajo, teniendo como base toda la información recopilada hasta el momento. Se realizará un diseño genérico de una infraestructura hospitalaria (figuras 19, 20,21 y 22) que ayudará en la orientación para ubicar los dispositivos domóticos en la instalación física.

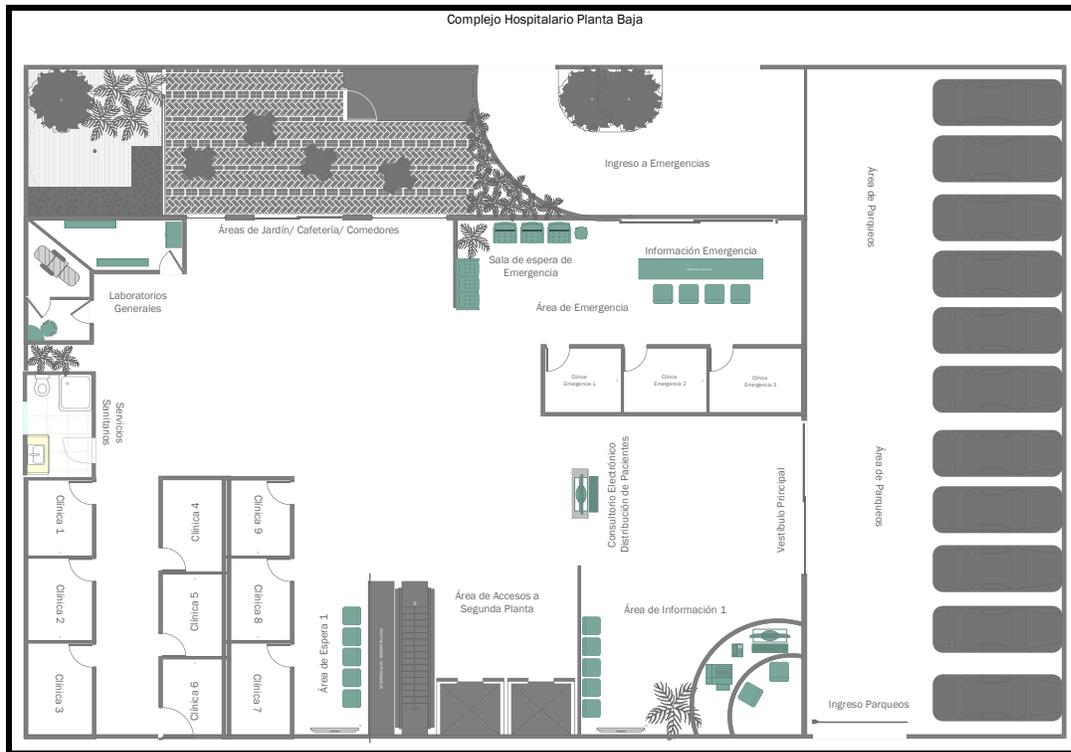
Cabe mencionar que el modelo de la infraestructura se enfoca en las áreas que se puede utilizar o se quiere indicar el uso de los aspectos domóticos, más no así en el diseño arquitectónico.

El diseño es una infraestructura de 3 plantas, incluyendo un sótano. En las dos plantas superiores se ubican los ambientes principales, habitaciones, salas de espera y operaciones, salón académico, áreas de mantenimiento, áreas administrativas, accesos a jardines y área de emergencia, accesos en rampa, elevadores y gradas eléctricas. Se abarcan la mayoría de ambientes hospitalarios que se automatizarán y harán de que la infraestructura sea confortable, segura y brinde el ahorro energético que se pretende alcanzar. Además, se tiene la descripción de una habitación indicando los elementos que se tendrán en el ambiente.

Los elementos domóticos que se usarán están basados en el sistema KNX/EIB y en sistemas LonWorks, se implementarán diferentes áreas para separar los sistemas según el uso, servicio e impacto energético que se tenga en la infraestructura, además, se usarán estaciones de control híbridas para

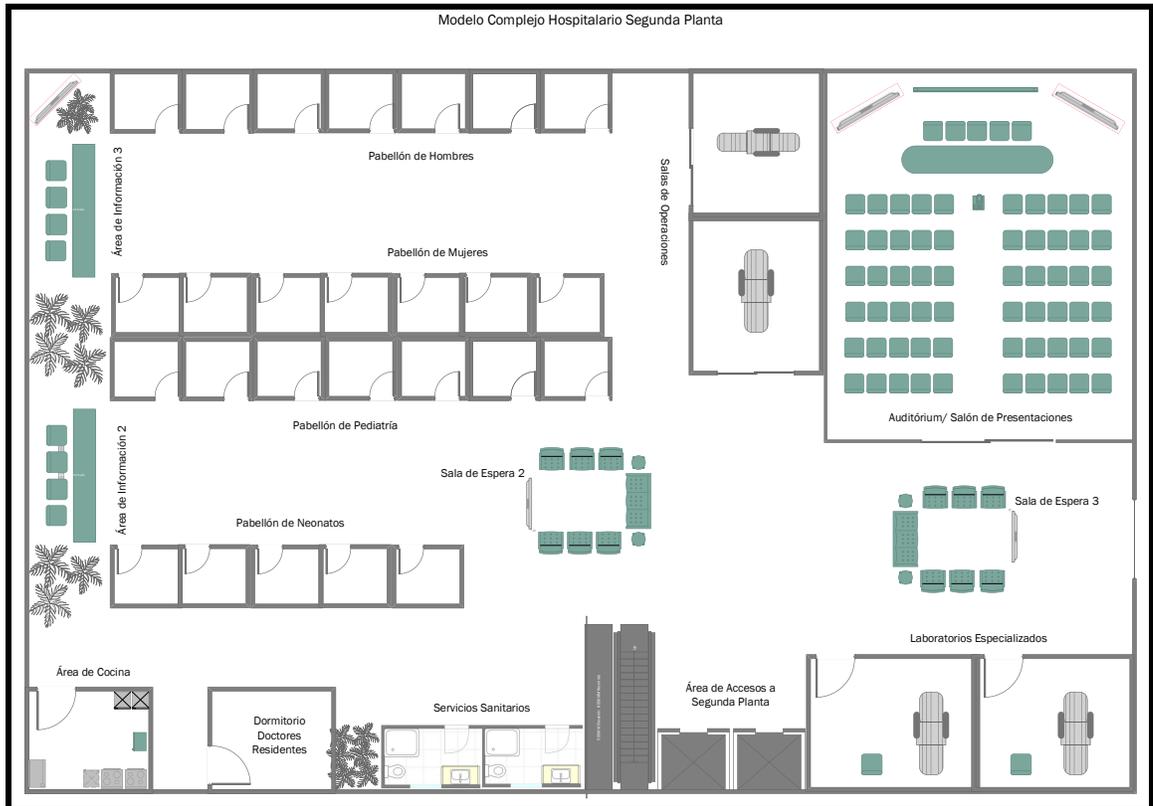
permitir la integración de los elementos domóticos y optimizar al máximo los recursos disponibles de la infraestructura.

Figura 19. **Complejo hospitalario planta baja**



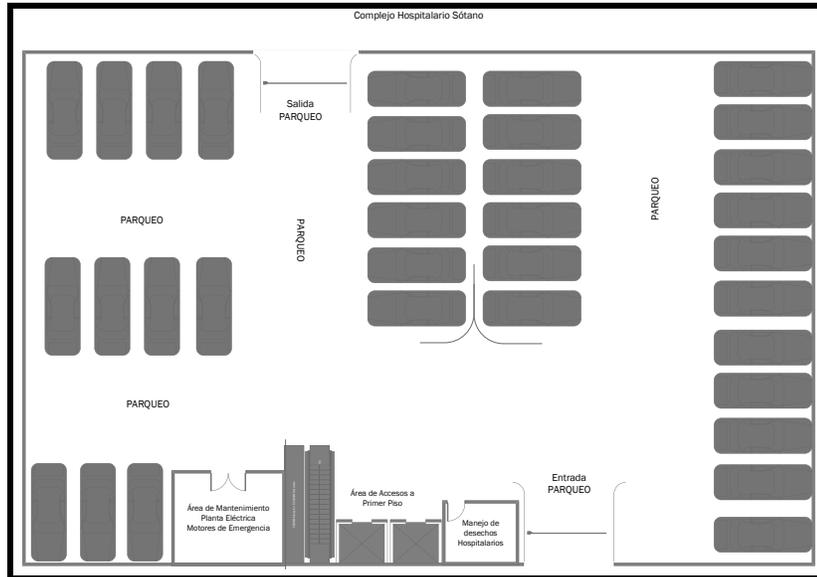
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 20. **Complejo hospitalario segundo nivel**



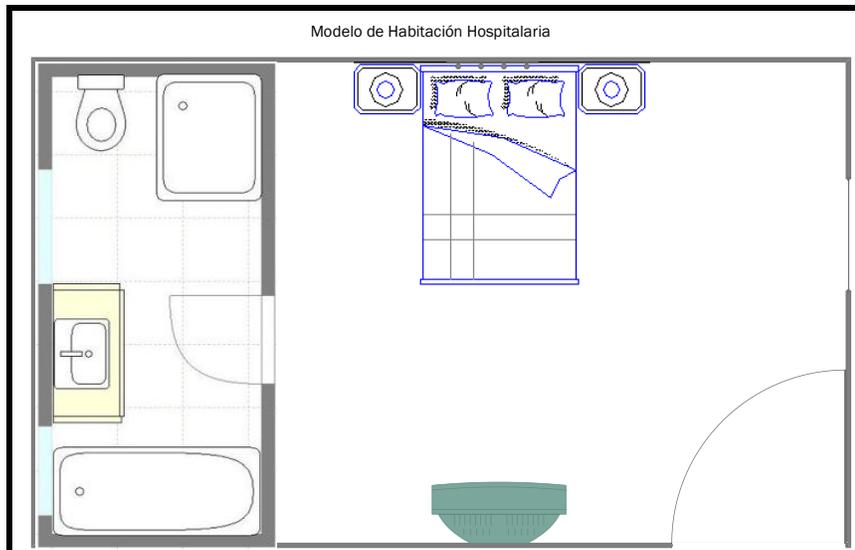
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 21. **Complejo hospitalario sótano**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

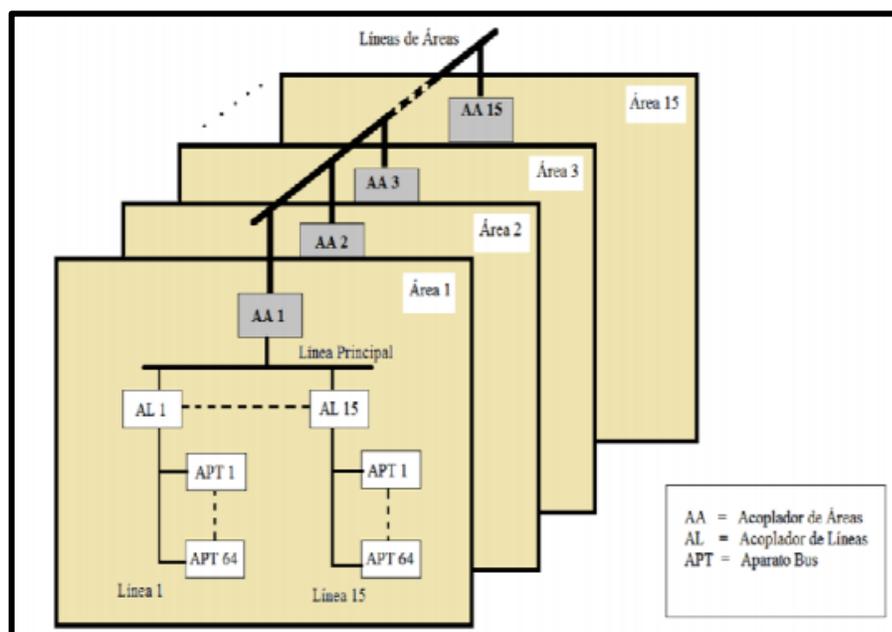
Figura 22. **Habitación hospitalaria**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Con los diagramas generales se pasará a describir los elementos domóticos a utilizarse en cada ambiente de la infraestructura, se designará un área para la integración posterior según la figura 23, la cual representa las topologías que se usan en el sistema KNX.

Figura 23. **Topología KNX**



Fuente: *Tecnología Domótica para el control de una vivienda.*

<http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/2793/pfc4381.pdf?sequence=1>. Consulta: 27 de enero de 2016.

El bus de instalación está abierto a cualquier otro sistema. La línea de áreas (o cualquier otra línea) puede conectarse a través de una unidad *gateway* adecuada a sistemas como RDSI, SPS, internet, y otras tecnologías de gestión de edificios.

La unidad *gateway* realiza una conversión bidireccional del protocolo, posible gracias a que el EIB está basado en la estructura del modelo OSI. Las áreas que se utilizarán se etiquetarán según se muestra en la tabla 8, que se muestra a continuación.

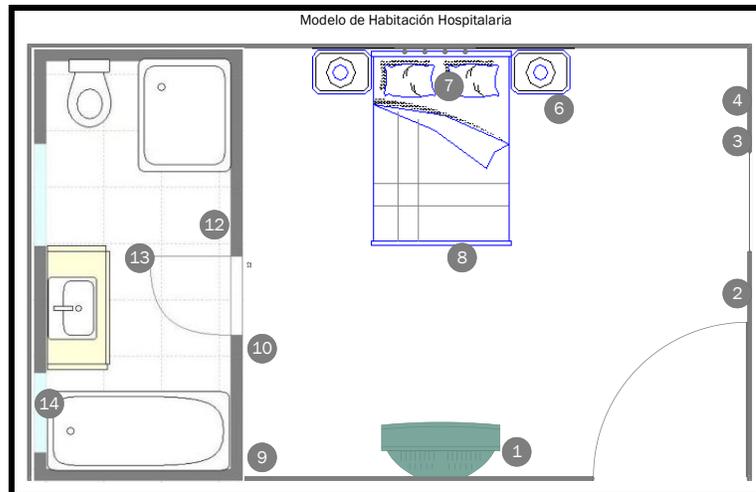
Tabla VIII. **Áreas de distribución**

Núm. área	Funcionalidades domóticas	Elementos físicos a monitorear
1	Control de iluminación	Iluminación interna/ Apagado y encendido por movimiento.
	Control de intensidad de luz.	Persianas, ventanas giratorias, encendido de ventiladores.
	Control de ventilación	
2	Control de humedad	Sensores de humedad.
	Control de inundaciones	Sensores y sondas de inundaciones.
3	Control de riego	Sistema de riego de jardines.
	Control de incendios	Sistema de riego contra incendios.
4	Control de base de datos	Sistema de distribución de pacientes/clínicas.
	Control de seguridad	Cámaras de seguridad internas/ externas/ parqueos sótano/ parqueo externo.
5	Control de iluminación externa	Alumbrado público/ alumbrado de parqueos/ alumbrado externo.
	Control de acceso	Talanqueras/ bolardos electrónicos.
	Control de movimiento	Sensores de presencia/ control de puertas/ Control de gradas eléctricas y rampa.
6	Confort climático	Aires acondicionados/ climatización de salas de operación/ climatización de habitaciones.
	Control térmico	Climatización de camas hospitalarios/ Climatización de incubadoras en sala de neonatos.
	Control de enfriamiento	Climatización de cuartos fríos/ sala de muestras médicas.
7	Control audiovisual	Sistema de sonido/ sistema de TV/ Sistema de reproducción Digital.

Fuente: elaboración propia.

Los ubicación de los sensores, actuadores y las centrales que se usarán por ambiente se describen a continuación.

Figura 24. **Modelo habitación hospitalario**



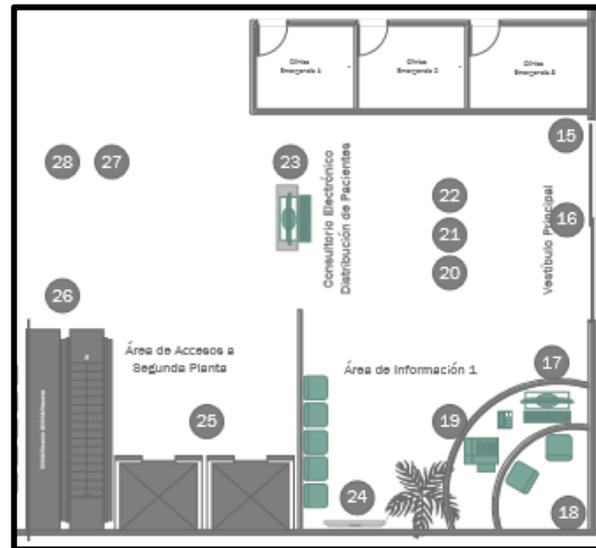
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla IX. **Elementos domóticos en habitación de hospital**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento domótico de control
1	Toma eléctrica de TV	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
2	Control principal (uno por habitación)	Controlador de estancias knx / zn1vi-tpzas
3	Apertura/ Cierre de persianas	Mecanismo de control de persianas 230 me
4	Señal de emergencia	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
5	Toma eléctrica de pared	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
6	Teléfono IP	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
7	Lámpara empotrada a pared	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
8	Lámpara empotrada a techo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
9	Termostato	Termostato estándar con display tr d a 231
10	Sensor de movimiento	Knx detector de presencia modelo 3361 ww
11	Aire acondicionado	Tipo mini-split
12	Sensor de movimiento	Knx detector de presencia modelo 3361 ww
13	Lámpara empotrada a techo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
14	Sensor de inundación	Ae98/in & ae98/ins

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Lobby de hospital**



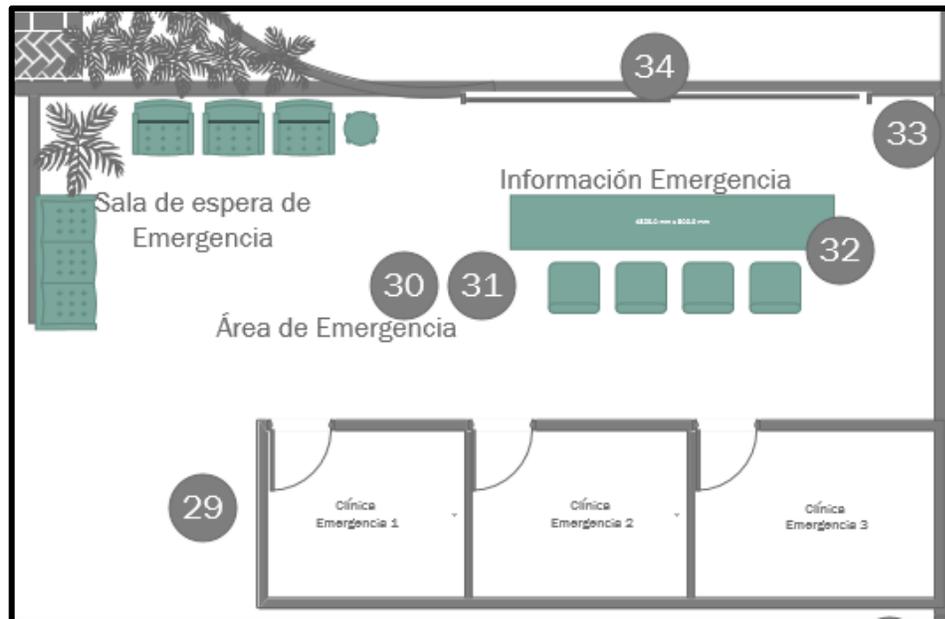
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla X. **Elementos domóticos en área de lobby de hospital**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento domótico de control
15	Cámara de control 1	Gama d24m-sec (megapixel)
16	Sensor de movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww
17	Centro de datos	Red lan interna de hospital
18	Control principal 2 (Ambientes generales)	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas
19	Teléfono IP	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
20	Sensor de movimiento	Knx detector de presencia modelo 3361 ww
21	Lámpara empotrada a techo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
22	Sensor de humo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
23	Estación de distribución de pacientes	Sistema de gestión de espera/ red lan interna hospital
24	Entretenimiento 1	Circuito cerrado para tv
25	Control de ascensores	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
26	Sensor de presencia para control de rampa y gradas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww/ actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
27	Lámpara empotrada a techo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
28	Cámara de control 2	Gama d24m-sec (megapixel)

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Sala de emergencia**



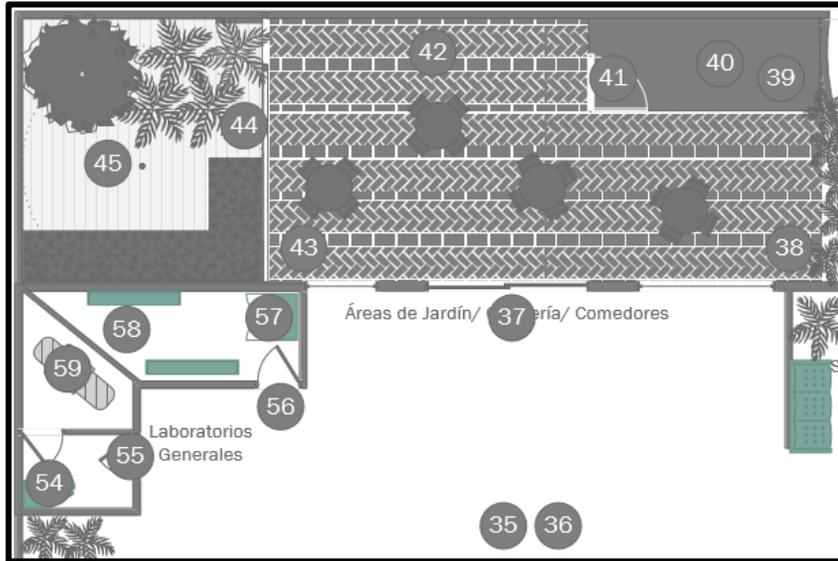
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XI. **Elementos domóticos en área de emergencia**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento domótico de control
29	Control principal 3 (Ambientes generales)	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas
30	Sensor de humo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
31	Lámpara empotrada a techo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
32	Centro de datos	Red lan interna de hospital
33	Cámara de control 3	Gama d24m-sec (megapixel)
34	Sensor de movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww

Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Área de jardín, cafetería, accesos área verde



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XII. Área de jardín, cafetería y accesos área verde

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control
35	Lámpara empotrada a techo/ Sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm/ zn1io-detec-p
36	Sensor de humo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
37	Sensor de movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww
38	Control principal 4 (ambientes generales)	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas
39	Sensor de gas butano/ propano	Niessen knx/ actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
40	Lámpara empotrada a techo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
41	Control de acceso	Sensor de puertas con contacto magnético vía control remoto o tarjeta de identificación.
42	Lámpara empotrada a pared/ Sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
43	Cámara de control 5	Gama d24m-sec (megapixel)
44	Cámara de control 6	Gama d24m-sec (megapixel)
45	Sistema de riego temporizado	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Área de clínicas, baños y entretenimiento



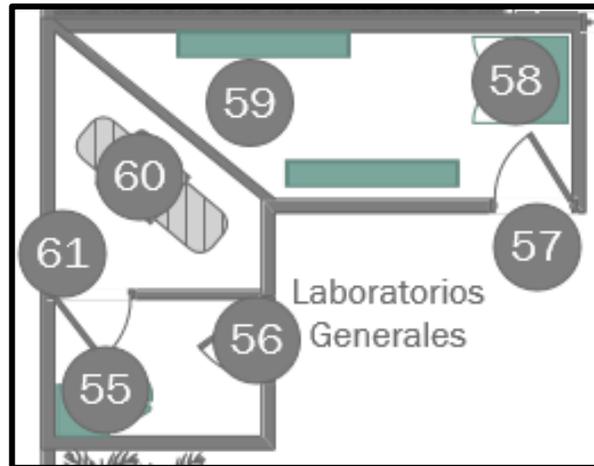
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XIII. Área de clínicas, servicios sanitarios y entretenimiento

Núm. de elemento	Tipo de Elemento	Elemento demótico de control
46	Lámpara empotrada a techo/sensor de presencia	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
47	Sensor de humo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
48	Sensor de inundación	Ae98/in & ae98/ins
49	Lámpara empotrada a techo/Sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
50	Sensor de humo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
51	Lámpara empotrada a techo/sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
52	Cámara de control 7	Gama d24m-sec (megapixel)
53	Entretenimiento 2	Circuito cerrado para tv
54	Control principal 5 (ambientes generales)	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Área de laboratorio general**



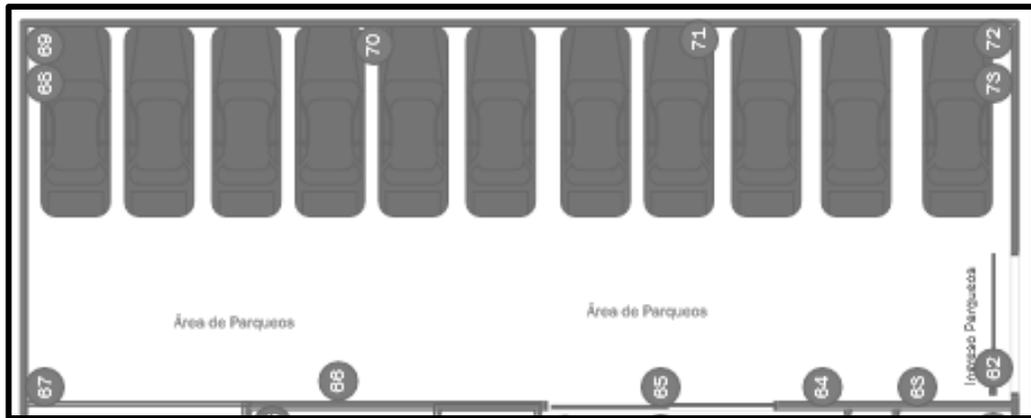
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XIV. **Área de laboratorio general**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control
55	Centro de datos	Red lan interna de hospital.
56	Sensores para cierre de puertas	Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura de puertas.
57	Sensores para cierre de puertas	Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura de puertas.
58	Almacenaje frío/ Sensores de temperatura	Elsner sensor temperatura / humedad knx th-up/ actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm.
59	Sensor de humo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm.
60	Lámpara empotrada a techo/ Sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm.
61	Control principal 6 (ambientes generales)	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas.

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Área de parqueo externo**



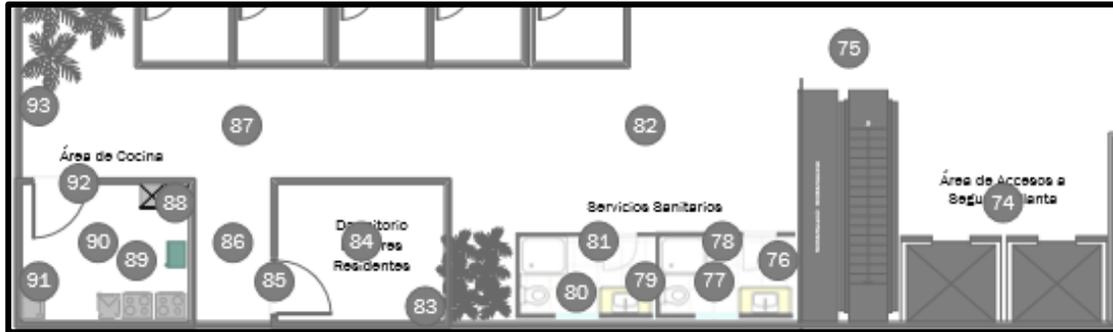
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XV. **Área de parqueo externo**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control
62	Control de acceso	Red lan interna de hospital.
63	Cámara de control 8	Gama d24m-sec (megapixel).
64	Lámpara empotrada a pared/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm.
65	Sensor de Movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww.
66	Lámpara empotrada a pared/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm.
67	Cámara de control 9	Gama d24m-sec (megapixel).
68	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm.
69	Cámara de control 10	Gama d24m-sec (megapixel).
70	Lámpara empotrada a pared/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm.
71	Lámpara empotrada a pared/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm.
72	Cámara de control 11	Gama d24m-sec (megapixel).
73	Lámpara empotrada a pared/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm.

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Segunda planta–Área común 1



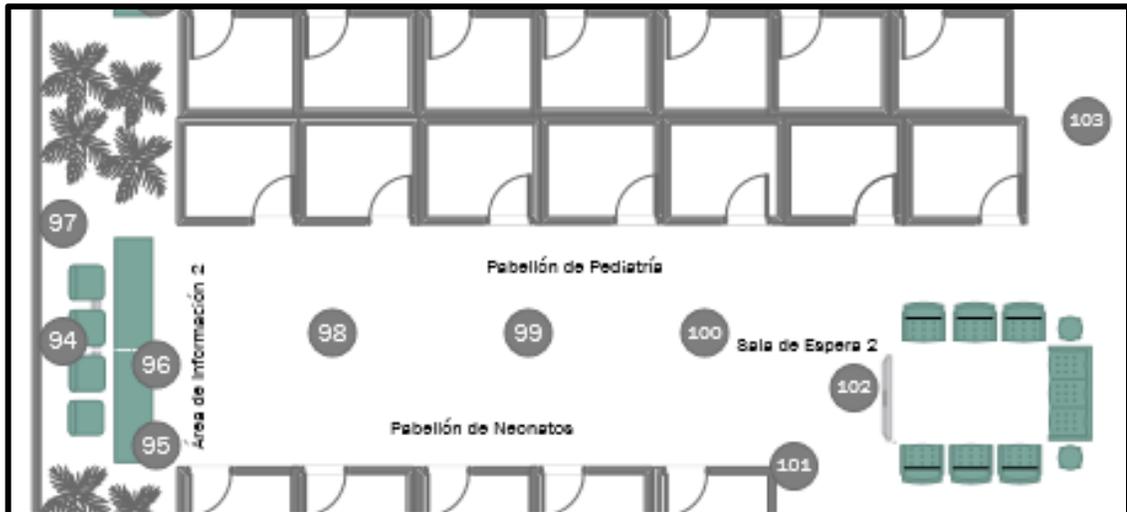
Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Segunda planta. Área común 1

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control
74	Control de Ascensores	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
75	Sensor de presencia para control de rampa y gradas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww/ actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
76	Sensor de inundación	Ae98/in & ae98/ins
77	Lámpara empotrada a techo/ sensor de presencia	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
78	Sensor de humo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
79	Sensor de inundación	Ae98/in & ae98/ins
80	Lámpara empotrada a techo/ sensor de presencia	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
81	Sensor de humo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
82	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
83	Lámpara empotrada a pared/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
84	Lámpara empotrada a techo/ sensor de presencia	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
85	Sensores para cierre de puertas/ control de huella o telemetría	Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura de puertas.
86	Lámpara empotrada a techo/ sensor de presencia	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
87	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
88	Almacenaje frío/ sensores de temperatura	Elsner sensor temperatura / humedad knx th-up/ actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
89	Lámpara empotrada a techo/ sensor de presencia	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
90	Sensor de humo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
91	Termostatos y reguladores de tensión	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
92	Sensores para cierre de puertas	Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura de puertas.
93	Cámara de control 12	Gama d24m-sec (megapixel)

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Segunda planta. Área común 2**



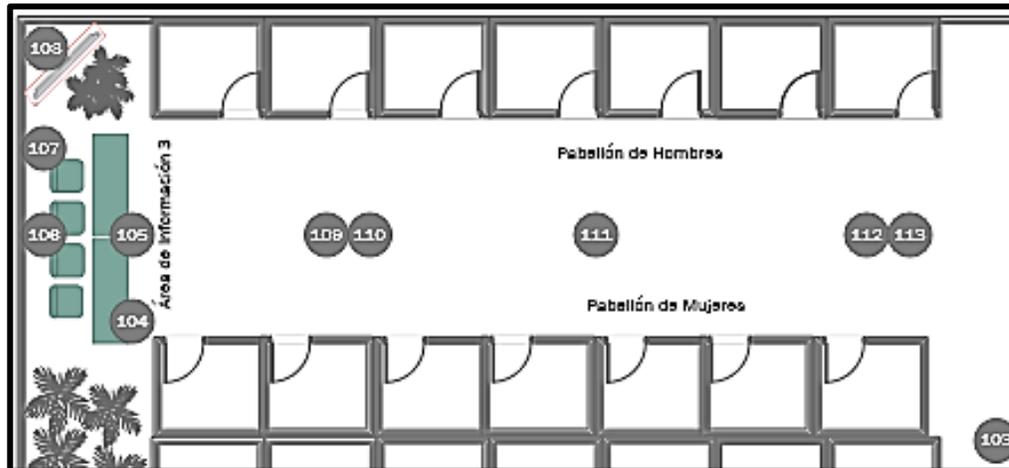
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XVII. **Segunda planta. Área común 2**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control
94	Cámara de control 13	Gama d24m-sec (megapixel)
95	Centro de datos	Red lan interna de hospital
96	Teléfono IP	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm/ conexión a lan interna.
97	Control Principal 7 (ambientes generales)	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas
98	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
99	Sensor de humo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
100	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
101	Cámara de control 14	Gama d24m-sec (megapixel)
102	Entretenimiento 3	Circuito cerrado para tv

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Segunda planta. Área común 3



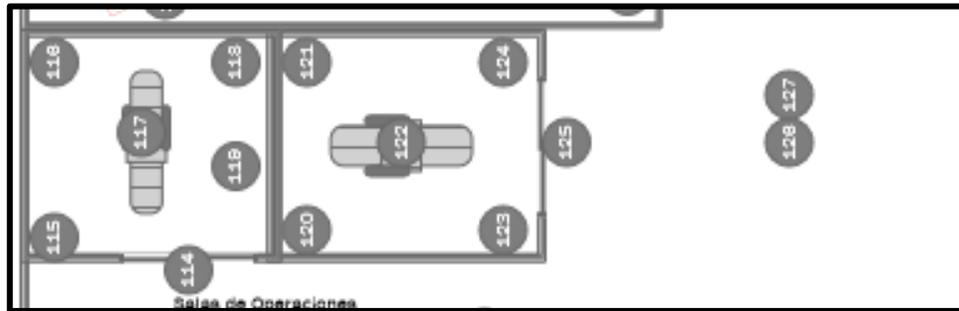
Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Segunda planta. Área común 3

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control
103	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
104	Teléfono IP	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm/ conexión a lan interna.
105	Centro de datos	Red lan interna de hospital
106	Cámara de control 13	Gama d24m-sec (megapixel)
107	Control Principal 8 (ambientes generales)	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas
108	Entretenimiento 4	Circuito cerrado para tv
109	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
110	Sensor de humo/ aspersores contra incendio	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
111	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
112	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
113	Sensor de humo/ aspersores contra incendio	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Segunda planta. Área común 4



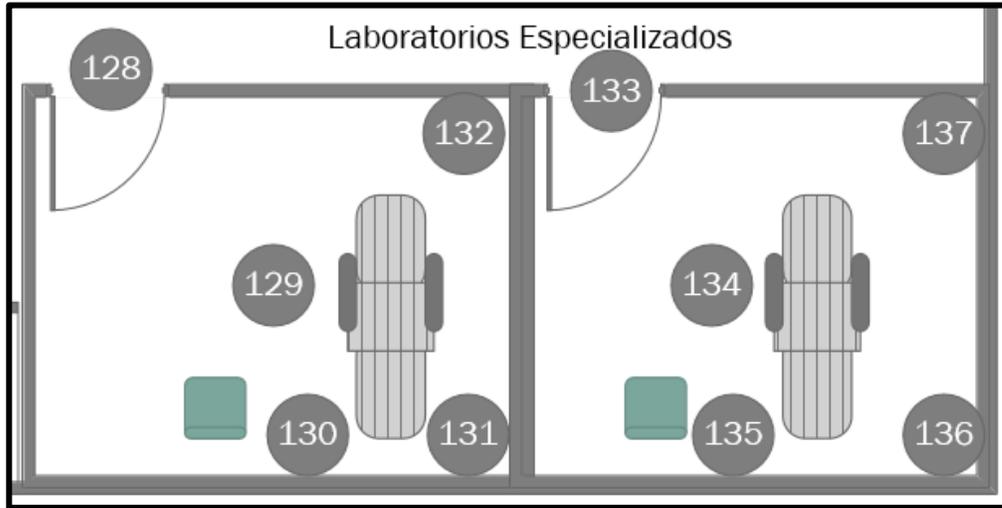
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XIX. Segunda planta. Área común 4

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control
114	Sensor de Movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww
115	Control de iluminación interna	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas
116	Termostatos y reguladores de tensión	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
117	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
118	Control y monitoreo de equipos médicos	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas
119	Equipo para reproducción de imágenes.	Reproductor de imágenes conectado al actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
120	Termostatos y reguladores de tensión	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
121	Control y monitoreo de equipos médicos	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas
122	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
123	Control de iluminación interna	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas
124	Equipo para reproducción de imágenes.	Reproductor de imágenes conectado al actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
125	Sensor de movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww
126	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad y presencia	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
127	Sensor de humo/ aspersores contra incendio	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Segunda planta. Laboratorios especializados**



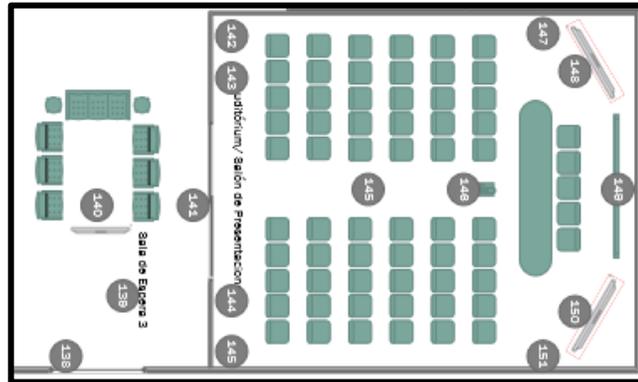
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XX. **Segunda planta. Laboratorios especializados**

Núm. de elemento	Tipo de Elemento	Elemento demótico de control
128	Sensores para cierre de puertas	Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura de puertas
129	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
130	Termostatos y reguladores de tensión	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
131	Centro de datos	Red lan interna de hospital
132	Control y monitoreo de equipos médicos	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas
133	Sensores para cierre de puertas	Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura de puertas
134	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
135	Centro de datos	Red lan interna de hospital
136	Termostatos y reguladores de tensión	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
137	Control y monitoreo de equipos médicos	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Segunda planta. Área común 5**



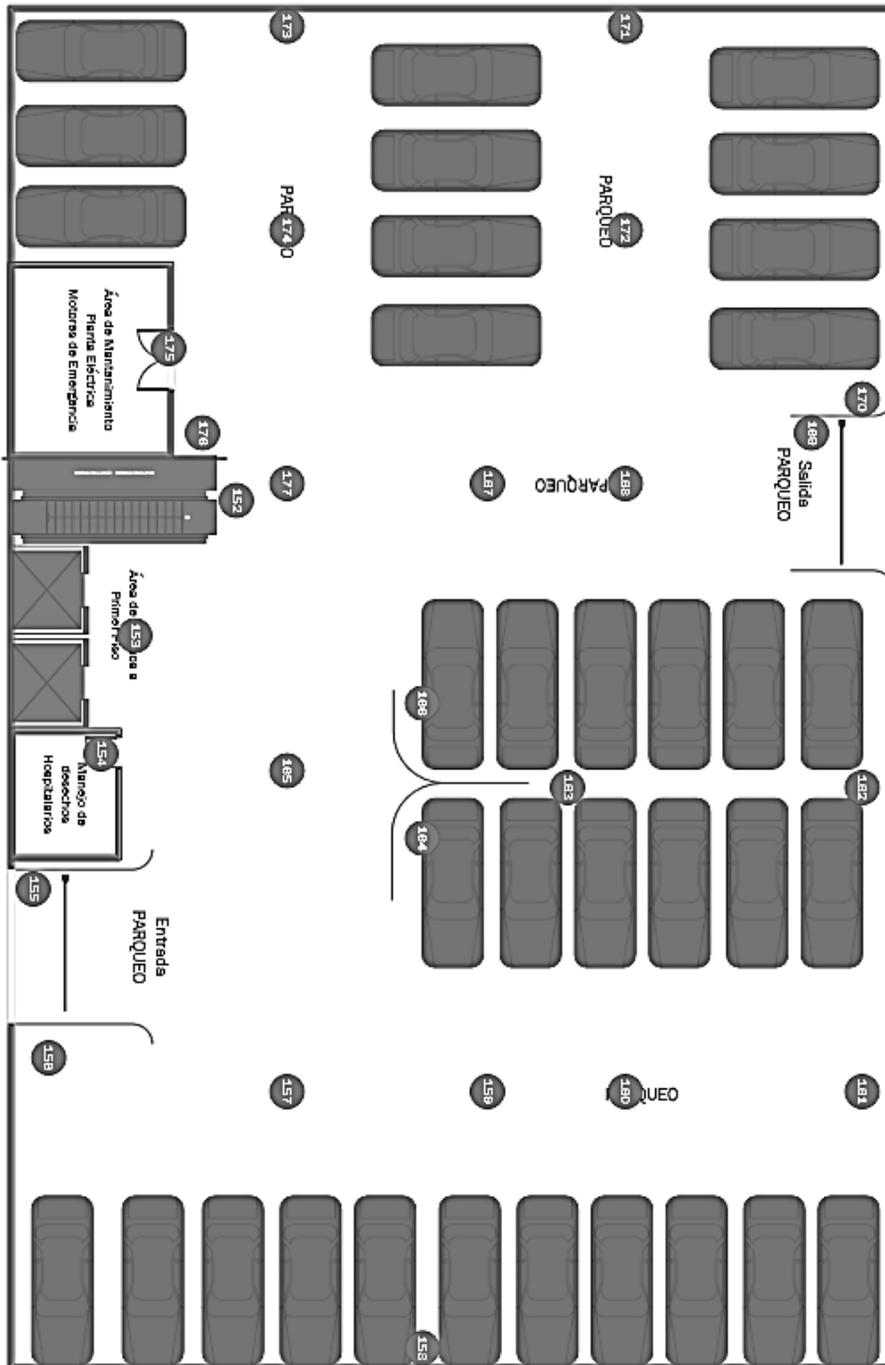
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XXI. **Segunda planta. Área común 5**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control
138	Control de persianas/ electromotores y mecanismo de cierre/ apertura	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
139	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad para activación de persianas	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
140	Entretenimiento 4	Circuito cerrado para tv
141	Sensor de movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww
142	Sistema de audio	Control de audio digital
143	Control de aire acondicionado	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
144	Control de aire acondicionado	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
145	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
146	Centro de reproducción de imágenes digitales, en línea con equipos de laboratorio	Red lan interna de hospital. Recursos de ip y energía.
147	Sistema de audio	Control de audio digital
148	Proyección de imágenes por TV	Circuito cerrado de tv
149	Sistema de proyección de imágenes	Circuito digital de tv
150	Proyección de imágenes por TV	Circuito cerrado de tv
151	Sistema de audio	Control de audio digital

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Sótano



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XXII. Sótano de hospital

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control
152	Sensor de presencia para control de rampa y gradas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww
153	Control de ascensores	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
154	Sensores para cierre de puertas	Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura
155	Sensor de movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww
156	Cámara de control 15	Gama d24m-sec (megapixel)
157	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
158	Cámara de control 16	Gama d24m-sec (megapixel)
159	Sensor de humo/ aspersores contra incendio	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
160	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
161	Cámara de control 17	Gama d24m-sec (megapixel)
162	Cámara de control 18	Gama d24m-sec (megapixel)
163	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
164	Cámara de control 19	Gama d24m-sec (megapixel)
165	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
166	Cámara de control 20	Gama d24m-sec (megapixel)
167	Sensor de humo/ aspersores contra incendio	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
168	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
169	Sensor de movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww
170	Cámara de control 21	Gama d24m-sec (megapixel)
171	Cámara de control 22	Gama d24m-sec (megapixel)
172	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
173	Cámara de control 23	Gama d24m-sec (megapixel)
174	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
175	Sensor de movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww
176	Cámara de control 20	Gama d24m-sec (megapixel)
177	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm

Fuente: elaboración propia.

3.1. Descripción de sensores

A lo largo de los dos capítulos anteriores, se indicó el funcionamiento de los sensores y las posibles arquitecturas que estos manejan en sus funcionalidades, en esta sección del capítulo se revisarán los sensores que se usarán en la instalación y que tienen bastante uso comercial. En algunos casos serán de forma ilustrativa y en otras se darán las fichas técnicas y curvas de funcionalidad de los mismos.

3.1.1. Sensores de presencia

Los sensores que más se han mencionado son los de presencia, ya que se utilizan en varias aplicaciones en toda la instalación hospitalaria, ya sea para la activación de las puertas o para el control de las rampas o para el control de las luces. El modelo que se ha utilizado es el KNX detector de presencia modelo 3361 WW, debido a su versatilidad para diversas aplicaciones, el sensor posee las siguientes características:³⁴

- Regulación de la iluminación, termostatos ambientales y otros consumidores eléctricos en espacios interiores en función de las necesidades.
- Montaje en techos fijos en caja para mecanismos conforme con la norma DIN 49073 o en caja montada sobre superficie.
- Acoplador de bus integrado.
- Tres sensores PIR, que pueden ser evaluados por separado.
- Campo de detección de 360° (3 x 120°).
- Sensor de luminosidad integrado.
- Empleo como detector de presencia, detector de movimiento o para el modo de señalización.
- Funciones de salida: conmutación, función de escalera, conmutación con posición forzada, transmisor de valores, estación auxiliar de escenas de luz, especificación del modo de funcionamiento para el regulador de la temperatura ambiente.
- Área de detección ampliable mediante la conexión en paralelo de varios aparatos como estación principal y estación auxiliar.
- Selector para la corrección manual de la sensibilidad.
- Led de estado: parpadea cuando detecta movimiento; en función de la programación, durante el funcionamiento normal o solo durante la prueba de funcionamiento.
- Se puede manejar manualmente con el control remoto por infrarrojos.

³⁴ *Catálogo: sensores de presencia.* <http://www.jung.de/es/online-catalogo/255938778/>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

- 5 bloques funcionales para la detección del movimiento o de la presencia con 2 salidas cada uno.
- Bloques funcionales conmutables, p. ej. para el modo diurno/nocturno.
- Funcionamiento del sensor de luminosidad con 3 valores límite.
- Regulación lumínica con 3 canales como máximo, ajuste del valor nominal durante el funcionamiento, configuración independiente de la fase de corrección ascendente, de regulación y de corrección descendente.
- Regulación lumínica combinable con el funcionamiento como detector de presencia.³⁵

Funcionamiento como detector de presencia

- Detección de los movimientos más leves.
- Conexión: se detecta movimiento y no se alcanza el umbral de luminosidad.
- Desconexión: no se detecta movimiento dentro del campo de detección y finaliza el tiempo de retardo a la desconexión o se supera el umbral de luminosidad.

Funcionamiento como detector de movimiento

- Detección de movimientos para la protección de las vías de comunicación en edificios.
- Conexión: se detecta movimiento y no se alcanza el umbral de luminosidad.
- Desconexión: no se detecta movimiento dentro del campo de detección y finaliza el tiempo de retardo a la desconexión.
- Una vez activada y conectada, la detección de movimiento funciona con independencia de la luminosidad.

³⁵ *Catálogo: sensores de presencia.* <http://www.jung.de/es/online-catalogo/255938778/>.
Consulta: 22 de febrero de 2016.

Modo de funcionamiento de señalización

- Detección de movimientos dentro del campo de detección con independencia de la luminosidad.
- Conexión: tras la detección de un número ajustable de movimientos dentro del intervalo de tiempo de supervisión ajustado.
- Desconexión: no se detectan personas dentro del campo de detección y finaliza el tiempo de retardo a la desconexión.

Figura 38. **Sensor KNX detector de presencia modelo 3361 WW**

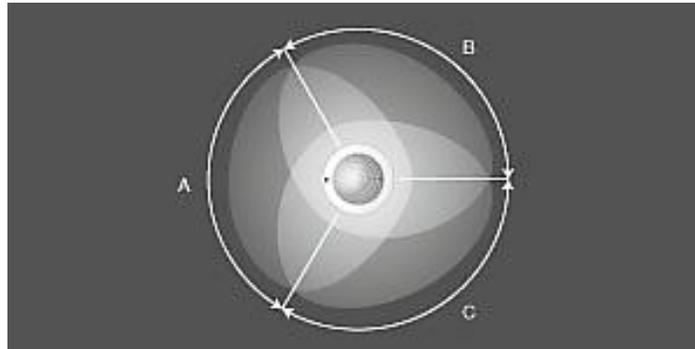


Fuente: *Sensores de presencia*. <http://www.jung.de/es/online-catalogo/255938730/255938731/>.

Consulta: 16 de febrero de 2016.

Ampliando el tema del campo de detección, el ángulo de detección de 360° se puede subdividir en tres zonas activables individualmente de 120° cada una, que están asignadas por separado a uno de los tres sensores PIR. De manera que se puede influir mediante parámetros en la “dirección visual” de los sensores (versión Universal), mediante el software de control de los sensores PIR.

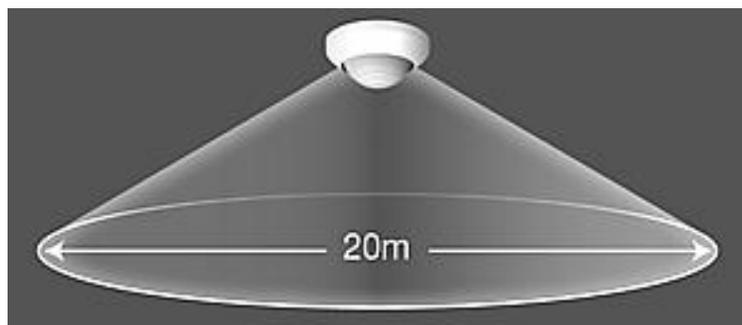
Figura 39. **Campo de detección de 360° del detector KNX 3361ww**



Fuente: *Sistemas detector*. <http://www.jung.de/es/2422/productos/tecnica/sistema-knx/detector-de-presencia-knx/>. Consulta: 16 de febrero de 2016.

El detector de presencia KNX dispone de un campo de detección especialmente homogéneo de unos 20 metros (a una altura de montaje de 3 metros). Esto permite una detección precisa del movimiento incluso en grandes espacios.

Figura 40. **Campo de detección del sensor KNX 3361 ww**



Fuente: *Detector de presencia*. <http://www.jung.de/es/2422/productos/tecnica/sistema-knx/detector-de-presencia-knx/>. Consulta: 16 de febrero de 2016.

3.1.2. Sensores de humo y calor

El modelo del “sensor que se utiliza es el Jung RWM 100 ww”³⁶ (compatible con el sistema KNX) que posee las siguientes características:

- Detector desarrollado con doble tecnología: óptica y térmica, que le permiten controlar los parámetros de humo y calor.
- Genera alarma al alcanzar los parámetros en uno u otro, o confirmarla con la información recibida de ambos.
- Fabricados con tecnología SMD, disponen de doble indicador luminoso, salida de alarma remota y misma base intercambiable de fácil conexión.
- Uso recomendado para cualquier instalación exceptuando lugares con ambientes sucios.

Características técnicas

- Pila de litio con protección por pasivación.
- Duración de la pila de 12 años.
- Tecnología de procesador con dos sensores (humo + calor).
- Precisión máxima de alarma real.
- Apto para la cocina.
- Señal de alarma de 88 dB a 3 m de distancia.
- Dimensiones (Ø x H): 10 x 3,8 cm.
- Campo de detección: hasta 60 m² (según condiciones de montaje).
- Temperatura de almacenaje óptima: +10 ... +35 °C, <70 % humedad relativa.
- Tecla de verificación/parada grande de fácil manejo (78 cm²).

³⁶ *Sensor de humo y calor.* <http://abbcloud.blob.core.windows.net/public/images/f726f66c-ba4d-4eb1-8ee4-8adaf0291d93/presentation.jpg>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

- Fijación magnética con montaje adhesivo o montaje por taladrado.

Figura 41. **Sensor de Humo RWM 100 WW**



Fuente: *Sensor de humo*. http://downloads.jung.de/catalogue/images/400x400_png/JUNG_RWM100WW.png. Consulta: 16 de febrero de 2016.

3.1.3. **Sensor de inundación**

Se utiliza un “modelo AE98/IN”³⁷ que no es un dispositivo KNX, pero que si es compatible con el sistema de control KNX, consiste en una sonda conectada lo más cerca del suelo para medir la presencia de agua o líquido en un ambiente.

Se tienen dos modalidades de como configurarlo, uno es con enclavamiento y otro es sin enclavamiento. En el primero caso, una vez detectada la presencia de agua, el equipo permanece en alarma hasta que se proceda a desconectar y volver a conectar a la alimentación externa, aun cuando ya no exista agua en el suelo del recinto. Para el segundo caso, una

³⁷ *Sistema de sensor de energía*. <http://www.jung.de/es/4182/productos/tecnica/sistema-knx/sensor-de-energia-knx/>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

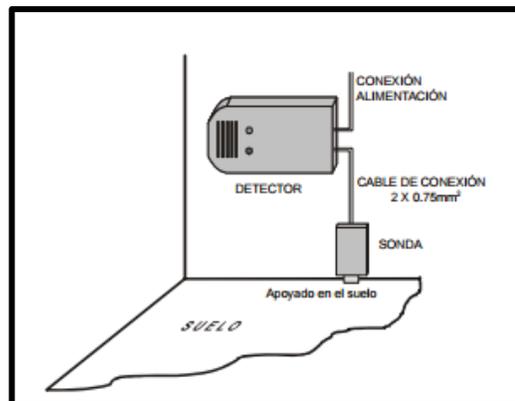
vez detectada la presencia de agua, el detector vuelve a reposo automáticamente cuando esta ha desaparecido.

Las características técnicas son las siguientes:

- Alimentación externa: 27–12 Vc.c.
- Consumo máximo: en reposo: 15 mA En alarma: 45 mA
- Longitud máxima cable de conexión: 50 metros
- Cable de conexión de sonda: 2 hilos x 0,75 mm²
- Dimensiones:
 - Detector: 130 x 70 x 52 mm
 - Sonda: 60 x 40 x 21 mm
 - Material: ABS

Se incluye una resistencia de 1K Ω para la conexión del equipo a un bucle de detección convencional.

Figura 42. **Diagrama de conexión sonda AE98/IN**



Fuente: *Equipos manuales*. <http://aguilera.es/documentacion/Equipos%20Aut%C3%B3nomos/Manuales/ae98-in-manual.pdf>. Consulta: 16 de febrero de 2016.

- Reloj de tiempo real con cambio automático de horario de verano/invierno.
- Sensor de temperatura interno.
- Sensor de temperatura externo conectable.
- Tres programas de tiempo-temperatura predeterminados y adaptables para funcionamiento automático.
- Máx. 9 tiempos de conmutación diarios (el ajuste también se puede finalizar tras un tiempo de conexión).
- Cada día programable individualmente o formación de bloques para tiempos de conexión: días laborables / de descanso, todos los días igual.
- Posibilidad de regulación manual en todo momento.
- Modo de servicio “Vacaciones” con indicación de fecha (del/al).
- Modo de servicio “Día especial” (presencia).
- Temporizador de corto plazo (“función de fiesta”).
- Función de protección antihielo.
- Indicación de consumo de energía para calefacciones eléctricas.
- Procedimiento de regulación por modulación de amplitud de impulso (PWM) o mediante dos puntos.
- Tiempo de ciclo (PWM), histéresis y tiempo mínimo de encendido/apagado (dos puntos).
- Retardo de reconexión p. ej. para quemador (para regulación mediante dos puntos).
- Adaptación a válvulas abierta o cerrada sin corriente.
- Protección de válvula (como regulador de temperatura sin y con función de limitación).
- Reseteo independiente de los ajustes del usuario y del instalador.

El procedimiento de regulación depende del tipo de aplicación y es ajustado por el instalador:

- Regulador de temperatura ambiente: la calefacción se conecta cuando la temperatura ambiente cae por debajo del valor teórico ajustado (medido mediante sensor interno o externo remoto).
- Regulador de temperatura del suelo: la calefacción del suelo se conecta cuando la temperatura del suelo cae por debajo del valor teórico ajustado (medido mediante sensor externo remoto).
- Regulador de temperatura con limitador (en combinación con calefacciones de suelo): la temperatura ambiente se mide y regula mediante un sensor interno. Adicionalmente, se conecta un sensor externo remoto para medir la temperatura del suelo y se ajusta el rango de temperatura teórica para el suelo. La regulación de temperatura se desactiva cuando la temperatura del suelo se encuentra fuera de este rango: si se encuentra dentro, se conecta la calefacción, si se encuentra fuera, esta se desconecta (independientemente de la temperatura ambiente actual).

Figura 44. **Termostato modelo TR UD A 231**



Fuente: *Detector de gas*. http://descargas.futurasmus-knxgroup.org/DOC/ES/Globalchip/11758/Detector_GAS_GLG-950-220_081010_rev2.pdf. & http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod_producto=11065. Consulta: 19 de febrero de 2016.

3.1.5. Sensores de gas natural, butano y propano

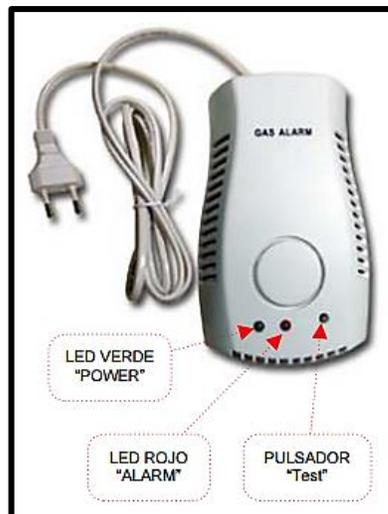
Se utiliza el sensor modelo “GLG-965RS-12220”³⁸ del fabricante Global Chip, pero que es compatible al sistema KNX al acoplarlo a una entrada de un actuador a través de su salida libre de potencial. Las características son las siguientes:

- Detector de gas butano/propano/ natural/metano.
- Instalación: en interiores, tipo mural.
- Tipo de sensor: óxido de estaño, detección por emanación.
- *Reset* automático después de una alarma.
- Tecnología SMD y microprocesado.
- Alimentación: 220VAC /50Hz.
- Consumo en reposo/alarma: <1w / <2W.
- Indicación de alarma: led rojo encendido y aviso acústico (80db).

³⁸ *Sistema de gas*. <http://www.jung.de/es/4182/productos/tecnica/sistema-knx/sensor-de-gas-knx/>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

- Pulsador de test: SI.
- Tiempo de respuesta: <30 seg.
- Sensibilidad, LIE (límite inferior de explosión) gas natural < 10 % LIE; gas butano/propano: < 10 % LIE.
- Superficie de protección: 25 m²
- Temperatura de trabajo: -10 a +60 °C.
- Humedad relativa: 10 a 95 % (sin condensación).
- Dimensiones: 58,5x53,3x28,5 mm
- Material carcasa: ABS.
- Soporte pared ABS.
- Peso: 228 gr.
- Fabricado según estándar ISO 9000. Norma: UNE EN50194.
- Certificaciones: CE.

Figura 45. **Sensores de gas butano**



Fuente: *Sensor de gas butano*. http://descargas.futurasmus-knxgroup.org/DOC/ES/Globalchip/11758/Detector_GAS_GLG-950-220_081010_rev2.pdf. & http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod_producto=11065. Consulta: 19 de febrero de 2016.

3.1.6. Sensor crepuscular

Se utiliza el modelo luna 134 “KNX”³⁹ para el control de persianas y control de iluminación o de días lluviosos. Posee las siguientes características:

- Alimentación 110 – 240 V AC
- Frecuencia 50 – 60 Hz
- Alimentación KNX Tensión del bus, ≤10 mA
- Consumo en espera 0,8 W
- Rango de medición de la luminosidad 1 – 100 000 lúmenes
- Retraso de conexión / desconexión 0 – 20 min
- Número de canales 10
- Anchura 3 módulos
- Tipo de montaje Carril DIN
- Tipo de conexión
 - Conexión del bus: Borne del bus KNX |
 - Conexión del sensor: Bornas rápida DuoFix
- Sección transversal del cable máx. 2 x 0.75 mm²
- Longitud de cable máx. hasta el sensor 100 m
- Temperatura ambiente -5 °C ... +45 °C
- Clase de protección II
- Grado de protección IP 20
- Puede estar conectado al sensor de rotura de vidrios para el cierre automático de las persianas en tiempos nocturnos o caso de robos.

³⁹ *Sensores para calidad del aire.* <http://www.theben.es/Productos/Domotica-e-inmotica/KNX/Sensores-para-calidad-del-aire/LUNA-134-KNX>. Consulta: 19 de febrero de 2016.

Figura 46. **Sensor de luminosidad Luna 134 KNX**



Fuente: *Sensores de luminosidad Luna*. <http://www.theben.es/Productos/Domotica-e-inmotica/KNX/Sensores-para-calidad-del-aire/LUNA-134-KNX>. Consulta: 19 de febrero de 2016.

3.2. Descripción de la estación de control

Se tendrán interfaces gráficas que puedan permitir una fácil interacción con los usuarios al momento de tener que realizar ajustes manuales. El modelo es el “KNX FP 701 CT IP”⁴⁰ en color de IP, con conexión remota a través de la web. Posee una pantalla TFT (activo, color), con dimensiones físicas de 117,2 x 88,4 mm (en diagonal: 146,8 mm). Sus funcionalidades son:

- Ajuste de parámetros: a través de “ETS3 y ETS4”⁴¹ *plug-in*.

⁴⁰ *Estación de control*. http://downloads.jung.de/catalogue/images/400x400_png/JUNG_FP701CTIP.png. Consulta: 22 de febrero de 2016.

⁴¹ *Ibíd.*

- Funciones/elementos de indicación: máx. 400 páginas especiales, además del acceso remoto a través de PC cliente.
- La gestión de múltiples paneles desde un PC.
- Sistema de alarma integrado para la vigilancia del habitáculo con 2 zonas de seguridad y hasta 40 detectores.
- Actualización de *firmware* a través de la PC Cliente (TCP / IP) posible.
- Registrador de datos: los datos se pueden grabar en varios formatos y se muestran en forma de gráficos en el panel.
- Correo electrónico: hasta 5 bandejas de entrada protegidos por contraseña (POP3, IMAPv4), el envío de hasta 50 mensajes de correo electrónico predefinidas para máx. 5 destinatarios.
- Viendo el servidor de noticias (RSS 2.0).
- Simulación de presencia
- Mensajes de alarma / fallo: max. 50 programable, 20 activo en la lista de mensajes (universal).
- Semanal: 16 canales, 8 veces para conmutación, valor de escena llamada de la luz (editable), el cambio de modo de funcionamiento, función astronómica, función aleatoria.
- Las funciones lógicas: max. 80 puertas (AND, NAND, OR, NOR, XOR, y con la regeneración, todos los bloqueados con función de filtro).
- Multiplexores: hasta 12 multiplexor 2 a 1 o 4 a 1 (ICE 1, 2 ICE, ICE 5, 6 EIS, EIS 9, 10 EIS, EIS 13, 14 EIS).
- Temporizadores/elementos de bloqueo: máx. 40 temporizadores, bloqueable
- La protección por contraseña: sí, para todas las páginas (4 niveles de protección de contraseña).
- Pantalla a color: 8 esquemas de colores (1 fijo, 7 de libre definición).

Figura 47. **Módulo de control principal modelo FP 701 CT IP**



Fuente: *Control principal*. http://downloads.jung.de/catalogue/images/400x400_png/JUNG_FP701CTIP.png. Consulta: 22 de febrero de 2016.

3.3. Sistema integrado de seguridad y circuito cerrado

Se usará el modelo “XS/S1.1”⁴² el cual es una interfaz de alarmas de uso industrial con características similares a los actuadores, pero con la diferencia que este modelo se dedica específicamente al área de seguridad. Integrado al sistema de intrusión e interactuando directamente con los sensores de movimiento y los detectores de presencia.

Transfiere la información a un concentrador de alarmas KNX en el panel L240 de alarma antiintrusión con una gama extensa de sensores, para todas las tareas de vigilancia que brindan una solución universal y permiten aplicaciones profesionales. Las ventajas son numerosas: por ejemplo, un detector de apertura de puerta/ventana puede utilizarse para apagar la calefacción y ahorra energía en modo sin parametrizar. Si se dispara una alarma, los dispositivos

⁴² *Seguridad y circuito cerrado*. <https://www.casadomo.com/images/CASADOMO/media/content/catalogo-tecnico-knx-jung-20120409.pdf>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

KNX pueden efectuar acciones tales como el encender las luces o maniobrar las persianas.

Figura 48. **KNX Interface to Alarm Panel L240**



Fuente: *Inerte fase de alarma para panel*. http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/SALES_INFORMATION/EMS_3161_FL_EN_V1-1_2CDC505119D0201.PDF. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Para la activación/desactivación de alarmas se tiene el L240/PT que consiste en teclado LCD para operar y programar el panel. Los mensajes salen en una pantalla LCD de dos líneas. El funcionamiento y la programación del panel se activan con un menú. Es posible parametrizar interna y externamente utilizando el teclado.

Figura 49. **Dispositivo L240/PT**



Fuente: *Dispositivo L240/PT*. <http://abbcloud.blob.core.windows.net/public/images/72b78e02-aafc-4dff-98bb-9ef2f01f6f3b/presentation.jpg>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Para el control y monitoreo de los dispositivos de seguridad se cuenta con el modelo SMB/S 1.1 2 que es una unidad de monitorización de errores MDRC. Se utiliza para detectar y gestionar hasta 100 mensajes de errores tratados por la unidad y puede enviarse a una pantalla de visualización. Además, se proporciona una señal de estatus colectivo óptica y acústica. Es posible reconocer los mensajes y establecer informes de pérdidas de datos.

Los dispositivos son compatibles con los formatos de mensajes: mensajes con iluminación continua, nuevos mensajes de valor con luz de simple flasheo, mensajes de valor inicial con reconocimiento simple, mensajes de motor. Es posible repasar valores corrientes de manera central.

Figura 50. **Dispositivo de control de errores modelo SMB/S1.1**



Fuente: *Control de errores*. <http://abbcloud.blob.core.windows.net/public/images/72b78e02-aafc-4dff-98bb-9ef2f01f6f3b/presentation.jpg>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Para la conexión de los componentes en red, se puede contar con el Switch IP, Maestro, MDRC modelo ISM/S 5, que puede integrar en red hasta 5 componentes finales. Puede extenderse a 10 componentes finales por conexión lateral del Switch IP Esclavo (ISS/S). Uno de los puertos está habilitado para Gigabit Ethernet y puede servir como puerto de enlace hacia arriba.

Figura 51. **Switch modelo ISM/S 5**



Fuente: *Switch modelo ISM/S 5*. <http://abbcloud.blob.core.windows.net/public/images/305df6e9-73ea-4904-ab35-b1c80ccc7937/presentation.jpg>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Por último, se tiene la integración de las cámaras de seguridad al sistema de circuito cerrado por medio de los servidores por medio de IP. El modelo de cámaras D24M-Sec (megapixel) para usos en interiores o exteriores posee una excelente resolución, con capacidad de vista diurna y nocturna, definición de imagen alta y capacidad de toma de video.

Figura 52. **Cámara D24M-SEC**



Fuente: *Cámaras IP mobotix*. <http://www.domoticaviva.com/Tienda/CamarasIPMobotix/images/D24web.jpg>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

3.4. Descripción de los actuadores

En el apartado de los actuadores se tienen la conexión de los interruptores que se utilizan como parte de la interacción que se tiene con los sistemas de iluminación, control de persianas conectado a los actuadores para que lógicamente sean activados/desactivados de forma automática por temporizadores o sensores.

La clase de interruptores será el modelo 802 W, con capacidad de interrupción 10^a/250V, conexión automática para cables hasta 2,5 mm² iluminable con lámpara de 230 V, baja tensión y lámpara de led. Tecla con símbolos I 0. Interruptor bipolar de material termoplástico.

Figura 53. **Interruptor modelo 802w Jung**



Fuente: *Interruptor modelo 802w Jung*. <http://www.jung.de/es/online-catalogo/255932220/>.

Consulta: 22 de febrero de 2016.

El modelo del actuador principal es el 2308.16 “REGCHM”⁴³ que tiene una anchura de instalación para 8 módulos (144 mm). Por lo tanto posee 8 contactos normalmente abierto con mando manual mecánico e indicador de estado. Se utiliza para conectar consumidores eléctricos AC 110/230V en AC o DC 24 V con contactos libres de potencia. Posee una fácil integración para posibles expansiones. Las particularidades técnicas del modelo son:

- Tensión nominal KNX: DC 21 a 32 V
- Conexión KNX: borne conexión KNX
- Potencia absorbida KNX: 240 mW
- Potencia disipada: máx. 8 W
- Temperatura ambiente: -5 a +45 °C
- Temperatura de almacenaje/transporte: -25 a +70 °C
- Anchura de montaje: 144 mm (8 módulos)
- Conexión salidas: bornes de tornillo

Reconocimiento de corriente (sinus)

- Frecuencia de red: 50 / 60 Hz
- Alcance de medición: 0,25 a 16 A
- Precisión (≤ 1 A): ± 100 mA
- Precisión (> 1 A): ± 8 % del valor actual

Salidas de accionamiento

- Tipo de contacto: contactos de relé a libre potencial (μ)
- Tensión de conmutación AC: AC 250 / 400 V

⁴³ Fuente: *Interruptor modelo 802w Jung*. <http://www.jung.de/es/online-catalogo/255932220/>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

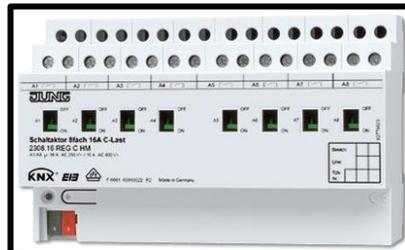
- Corriente de conmutación 230 V AC1: 16 A
- Corriente de conmutación 230 V AC3: 10 A
- Corriente de conmutación 400 V AC1: 10 A
- Corriente de conmutación 400 V AC3: 06 A
- Lámparas fluorescentes: 16 A
- Carga resistiva: 3 680 W
- Carga capacitiva: 16 A / 200 μ F
- Tensión de conmutación DC: DC 12 ... 24 V
- Corriente de conmutación DC: 16 A
- Corriente de conmutación mínima: 100 mA
- Corriente de arranque 150 μ s: 600 A
- Corriente de arranque 600 μ s: 300 A

Cargas de lámparas

- Lámparas incandescentes:
- Lámparas halógenas de 230 V: 3 680 W
- Lámparas halógenas de bajo voltaje con 3 680 W
- Transformador inductivo: 2 000 VA
- Transformador Tronic: 2 500 W
- Lámparas fluorescentes T5/T8
 - Sin compensación: 3 680 W
 - Compensación paralela: 2 500 W / 200 μ F
 - Conexión dúo: 3 680 W / 200 μ F
- Lámparas fluorescentes compactas

- Sin compensación: 3 680 W
 - Compensación paralela: 2 500 W / 200 μ F
- Lámparas de vapor de mercurio:
 - Sin compensación: 3 680 W
 - Compensación paralela: 3 680 W / 200 μ F
- Pulsación manual del relé independiente del bus.
 - Modo contacto de apertura o de cierre.
 - Función lógica y guiado forzado.
 - Conectar la respuesta (solo modo bus).
 - Visualización de la posición de conexión.
 - Función de accionamiento central con información del estado acumulada.
 - Función de bloqueo para cada canal.
 - Funciones de tiempo: retardo a la conexión y desconexión, interruptor de luz de escalera con función de aviso previo.
 - Integración en escenas de luz.
 - Contador de horas de funcionamiento, configurable mediante el bus.
 - Supervisión de entrada en la actualización cíclica con conexión de seguridad.
 - No existe ninguna alimentación de corriente adicional.
 - Reconocimiento de corriente: medición de corrientes de carga para cada salida.
 - Supervisar los valores umbral para la supervisión de la carga, por ejemplo, para el aviso de la pérdida de carga.
 - Conectar cargas capacitivas y a través de ellas, corrientes de conexión altas condicionales.

Figura 54. **Actuador modelo 2308.16 REGCHM**



Fuente: *Actuador modelo 2308*. http://downloads.jung.de/catalogue/images/400x400_png/JUNG_2308.16REGCHM.png. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Otro elemento importante que se tienen en el ámbito de los actuadores son las fuentes de alimentación modelo NT/S 24.800 24 V DC, 0.8 A. Las fuentes suministran una tensión de salida regulada de 12 V CC o 24 V CC con una corriente máxima de salida de 1,6 A o 0,8 A. Las fuentes están protegidas contra sobrecarga, pudiendo sostener la salida un cortocircuito continuado. Led de indicación del estado de la alimentación y tensión de salida.

Figura 55. **Modelo de fuente NT/S 24.800**



Fuente: *Modelo de fuente NT/24.800*. <http://abbcloud.blob.core.windows.net/public/images/f726f66c-b. a4d-4eb1-8ee4-8adaf0291d93/presentation.jpg>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Como último elemento con capacidad de control se tiene el sensor de energía, sirve para medir y vigilar el consumo de energía de forma selectiva. Dispone de tres canales para conectar consumidores. Para cada canal pueden medirse la tensión, la intensidad, la potencia activa y la reactiva; para su evaluación o visualización, los datos se envían al bus KNX cíclicamente o bien al efectuar modificaciones.

Los datos recibidos, es decir, la monitorización de la energía, se visualizan en los Smart Displays KNX de JUNG. Los valores pueden guardarse durante meses y años, y representarse por medio de gráficos claros y estadísticas. Esto permite al usuario reconocer posibles potenciales de ahorro de un vistazo y optimizar el uso de energía de la forma correspondiente.

Figura 56. **Sensor de energía KNX**



Fuente: *Productos técnicos*. <http://www.jung.de/es/4182/productos/tecnica/sistema-knx/sensor-de-energia-knx/>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

3.5. Descripción del software de configuraciones

El software para las configuraciones es sistema se llama ETS que significan Engineering Tool Software (herramienta de software de ingeniería).

Se trata de una herramienta independiente de cualquier fabricante y sirve para diseñar y configurar instalaciones inteligentes para el control de viviendas y edificios basadas en KNX. El software ETS funciona en ordenadores con sistema operativo Windows.

La KNX Association como fundadora y propietaria del estándar KNX ofrece con el ETS una herramienta que de hecho es parte del propio estándar, y en consecuencia también parte del sistema KNX. Ello implica varias ventajas importantes:

- Garantía de máxima compatibilidad entre software ETS y estándar KNX.
- Todas las bases de datos de productos certificados de todos los fabricantes KNX pueden ser importados al ETS.
- Compatibilidad del ETS con versiones anteriores (hasta ETS2) con respecto a datos de productos y proyectos respalda sus resultados de trabajo y permiten editarlos.
- Todos los integradores e ingenierías en cualquier parte del mundo usan una única herramienta para todos los proyectos y todos los productos certificados, ello garantiza un intercambio de datos seguro.
- Se puede descargar el software en la página oficial de KNX, en sus versiones demo, pero no se tiene limitada la capacidad para la instalación de dispositivos.

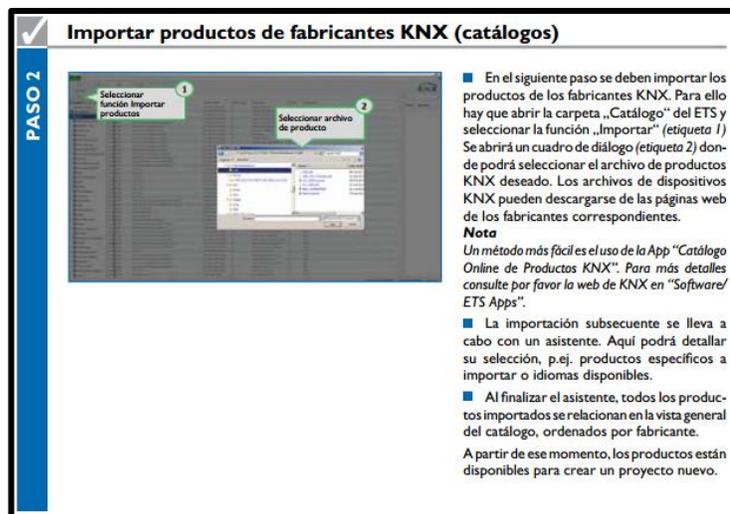
A continuación, una serie de imágenes ayudarán a comprender el uso de esta herramienta, desde su instalación hasta la manera de cómo cargar un dispositivo para configurar.

Figura 57. Pasos para instalación de ETS5



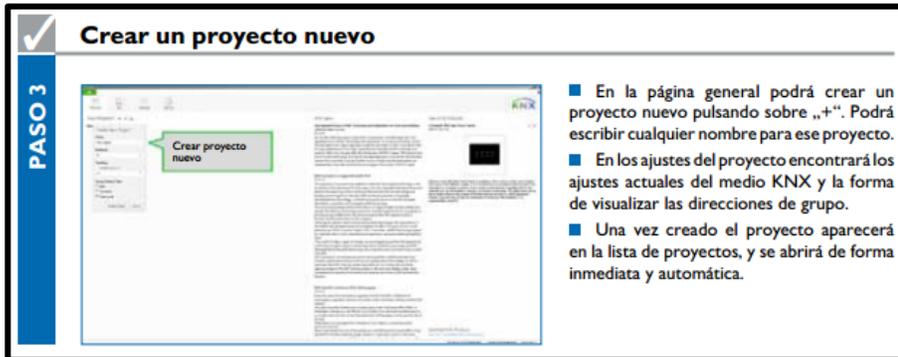
Fuente: *Pasos para instalación de ETS5*. https://www.knx.org/media/docs/Flyers/ETS5-For-Beginners/ETS5-For-Beginners_es.pdf. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Figura 58. Paso 2 para la instalación de ETS5



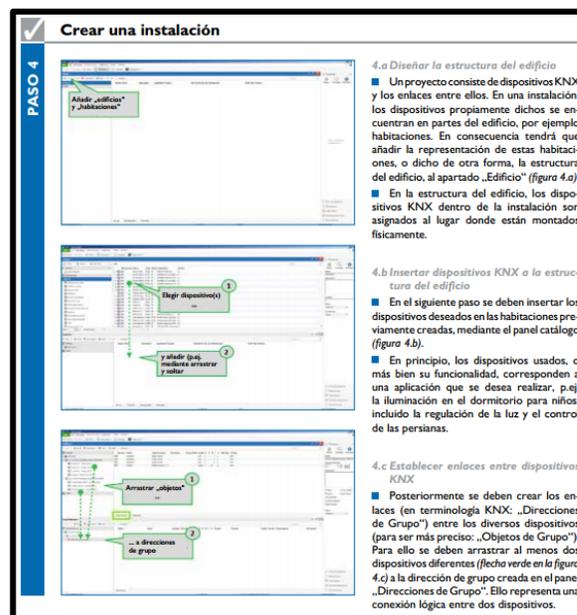
Fuente: *Paso para instalación de ETS5*. https://www.knx.org/media/docs/Flyers/ETS5-For-Beginners/ETS5-For-Beginners_es.pdf. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Figura 59. Paso 3 uso de ETS5



Fuente: *Pasos para instalación de ETS5*. https://www.knx.org/media/docs/Flyers/ETS5-For-Beginners/ETS5-For-Beginners_es.pdf. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Figura 60. Paso 4. Creación de una instalación KNX



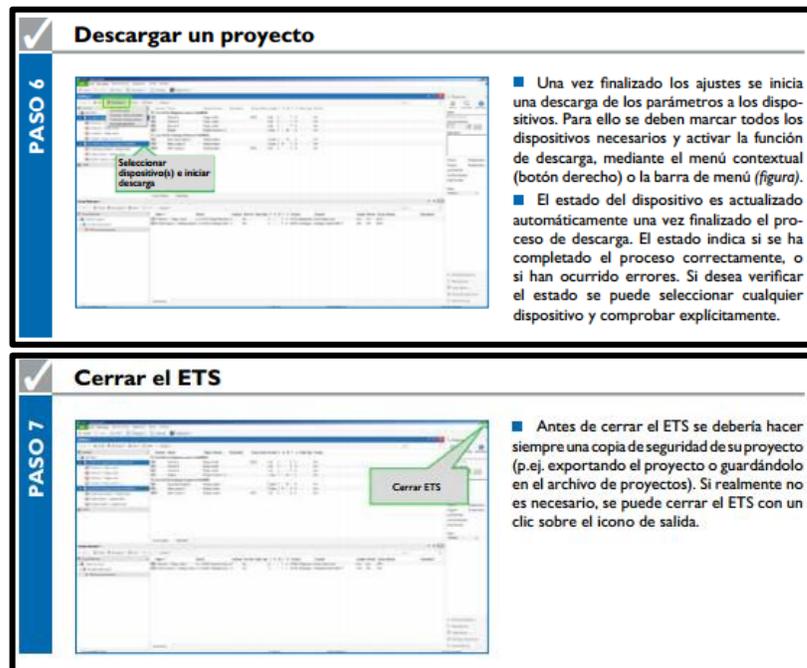
Fuente: *Pasos para instalación de ETS5*. https://www.knx.org/media/docs/Flyers/ETS5-For-Beginners/ETS5-For-Beginners_es.pdf. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Figura 61. Paso 5. Ajuste de parámetros del producto



Fuente: *Pasos para instalación de ETS5*. https://www.knx.org/media/docs/Flyers/ETS5-For-Beginners/ETS5-For-Beginners_es.pdf. Consulta: 22 de febrero de 2016.

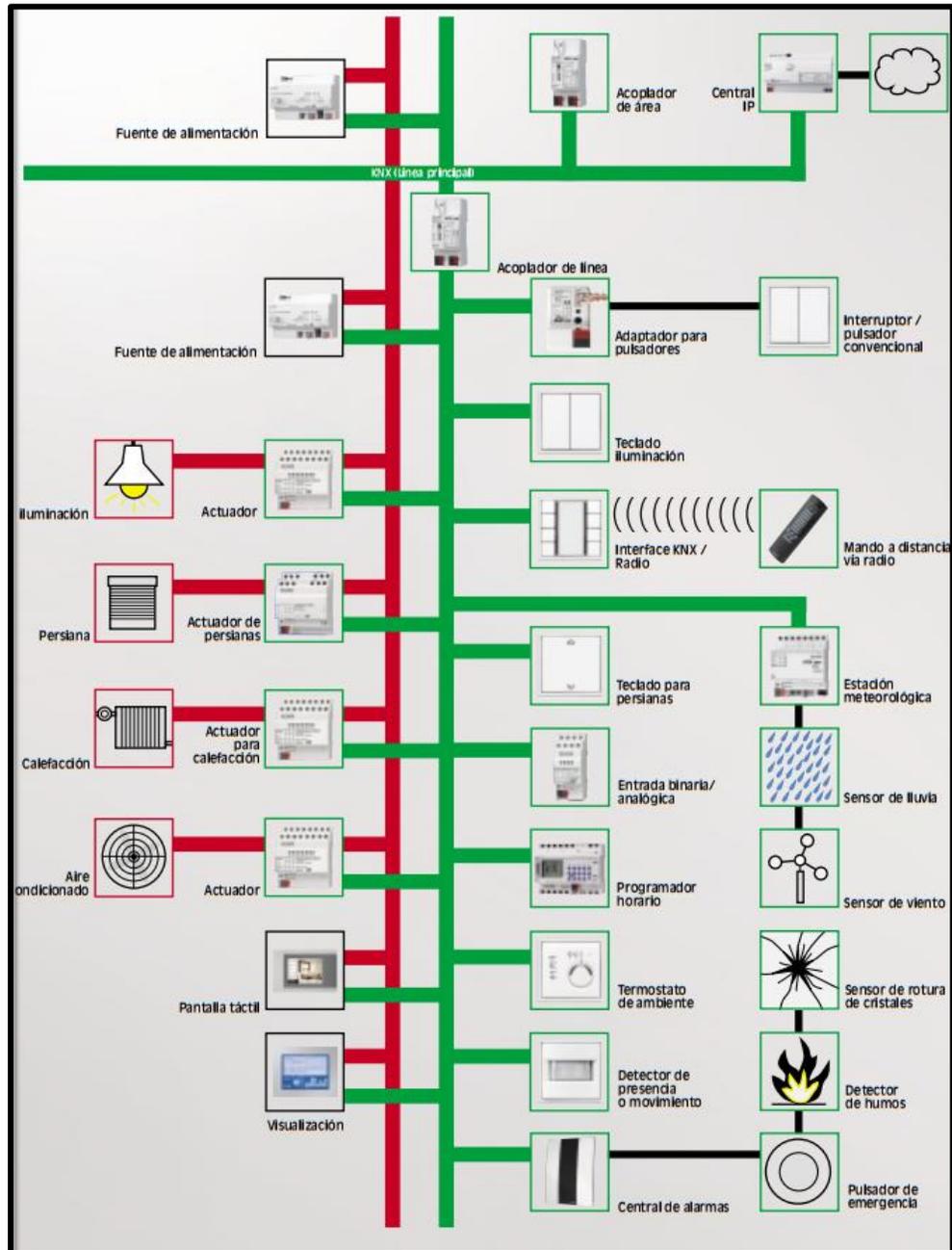
Figura 62. Pasos 6 y 7. Apertura de proyectos



Fuente: *Pasos para instalación de ETS5*. https://www.knx.org/media/docs/Flyers/ETS5-For-Beginners/ETS5-For-Beginners_es.pdf. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Al finalizar la instalación de todos los elementos en la infraestructura se contará con un diseño lógico similar al que se muestra a continuación, en donde se observa la separación entre los actuadores y los sensores que realizarán las acciones de ajuste para adecuar el ambiente según las especificaciones o necesidades de los usuarios.

Figura 63. Diagrama lógico de la infraestructura



Fuente: *Pasos para instalación de ETS5*. <https://www.casadomo.com/images/CASADOMO/media/content/catalogo-tecnico-knx-jung-20120409.pdf>. Consulta: 22 de febrero de 2016.

Los estándares y protocolos de conectividad a nivel físico se realizarán de acuerdo a la siguiente descripción.

Figura 64. **Protocolos y redes de datos**

Tecnología	Medio de Transmisión	Velocidad de Transmisión	Distancia máxima al dispositivo
IEEE 1394	UTP / FO	<ul style="list-style-type: none"> • 400 Mbps (v.a) • 3.2Gbps (v.b) 	<ul style="list-style-type: none"> • 4.5 m / 70 m
USB	USB	<ul style="list-style-type: none"> • 12 Mbps (v. 1.1) • 480 Mbps (v.2) 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 m
Bluetooth	• Inalámbrico	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Mbps (v. 1) • 10 Mbps (v. 2) 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 m (v.1) • 100 m (v.2)
IRDA	• Inalámbrico	<ul style="list-style-type: none"> • 9600 bps - 4 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 m

REDES DE DATOS (LAN)			
Tecnología	Medio de Transmisión	Velocidad de Transmisión	Distancia máxima al dispositivo
Ethernet	• UTP / FO	• 100Mbps / 1 Gbps	• 100 m / 15 Km
HomePlug	• Cable eléctrico	• 14 Mbps	• 650 m ²
HomePNA	• Línea telefónica	• 10 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> • 304.8 m • 929 m²
IEEE 802.11	• Inalámbrico	<ul style="list-style-type: none"> • 54 Mbps (v.a y v.g) • 11 Mbps (v.b) 	<ul style="list-style-type: none"> • 33 m (v.a) • 100 m (v.b)
	•	•	•
HyperLAN/2	• Inalámbrico	• 54 Mbps	• 100 m
	•		•
Home RF	• Inalámbrico	• 10 Mbps	• 38 m

Fuente: *Protocolo y redes de datos*. <http://isa.uniovi.es/~sirgo/doctorado/UD7.pdf>.

Consulta: 22 de febrero de 2016.

Figura 65. Redes de control y automatización

REDES DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN			
Tecnología	Medio de Transmisión	Velocidad de Transmisión	Distancia máxima al dispositivo
Kennex	1. TP3 2. TP1 3. PL109 4. PL132 5. Ethernet 6. Radio	2. 9600 bps 3. 1200/2400 bps 4. 2.4 Kbps	2. 1000 m 3. 600 m
Lonworks	1. TP 2. Cable eléctrico 3. Radio 4. Coaxial 5. FO	1. 78 Kbps - 1.28Mbps 2. 5.4 Kbps	1. 500 - 2200 m
X10	Cable eléctrico	60 bps en EEUU 50 bps en Europa	185 m ²
BacNet	• Cable Coaxial • TP • FO	1. 3Mbps - 100.3Mbps	Con Ethernet sobre TP: 100 m
EIB	1. TP 2. Cable eléctrico 3. RF 4. Infrarrojos	1. 9600 bps 2. 1200/2400 bps	1. 1000 m 2. 600 m 3. 300 m
EHS	1. Cable eléctrico 2. TP	1. 2.4 Kbps 2. 48 Kbps	
Batibus	TP	4800 bps	200 m a 1.500 m en función de la sección de cable
Cebus	• TP • Cable eléctrico • Radio • Coaxial • Infrarrojos	10.000 bit/s	En función de las características del medio
DALI	Par de cable	200 m
Metasys	N2 Bus	9600 bps	1219 m
SCP	Cable eléctrico	<10 Kbps
ZigBee	Inalámbrico	20 Kbps-250Kbps	10 m - 75 m

Fuente: *Redes de control y automatización*. <http://isa.uniovi.es/~sirgo/doctorado/UD7.pdf>.

Consulta: 22 de febrero de 2016.

4. ANÁLISIS FINANCIERO

La evolución de un proyecto siempre conlleva un aspecto financiero, en el cual se contabiliza el coste económico que tendrá, así como el proceso y tiempo en el que se podrá cuantificar el retorno de la inversión realizada respecto a los beneficios que pueda generar. Es por ello que se realiza una recopilación de los costos económicos que se tendrían que realizar para ejecutar este proyecto, y posteriormente hacer una proyección económica en el que se podrá ver el retorno de la inversión si se invierte el día de hoy.

La suma de todos los costos se presentan de acuerdo a las tablas que se utilizaron en el capítulo 3, en donde se especificaban los elementos domóticos a implementar por ambiente. Simplemente serán añadidos los costos de cada componente en el mercado, cabe mencionar que se toma el precio actual publicado por una variedad de fabricantes que cuentan con catálogos en línea o que tienen pública esta información de precios. Existen varias compañías extranjeras que se dedican al mercado de la eficiencia energética, pero que no tienen público los costos o precios de los artículos que utilizan.

En las habitaciones se tiene contemplado colocar 14 elementos domóticos, tales como actuadores, controladores de temperatura, sensores de movimiento para optimizar los recursos cuando estén siendo utilizados, interruptores ahorradores evitando el alto consumo de energía, tomacorrientes conectado a actuadores que regulan la energía para que no existan bajadas o subidas de tensión, teléfonos IP conectados a la red interna del hospital, sensores de inundación, control de persianas para ventanales y un controlador

general para la administración de las habitaciones. Cada habitación contará con un modelo similar con controles básicos.

Tabla XXIII. **Costos de habitación hospitalaria**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento domótico de control	Costo de elemento domótico
1	Control Principal (uno por habitación)	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas	\$233,53
2	Apertura/ Cierre de Persianas	Mecanismo de control de persianas 230 me	\$75,00
3	Toma eléctrica de TV	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$302,50
4	Toma eléctrica de pared		
5	Teléfono IP		
6	Sensor de inundación	Ae98/in & ae98/ins	\$45,00
7	Señal de emergencia	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Actinbox classic-hybrid	\$30,25
8	Lámpara empotrada a pared		\$240,79 cada lámpara (\$722,37) \$ 302,50 por actuador.
9	Lámpara empotrada a techo		
10	Lámpara empotrada a techo		
11	Termostato	Termostato estándar con display tr d a 231	\$123,76
12	Sensor de movimiento	Knx detector de presencia modelo 3361 ww	\$193,60
13	Aire acondicionado	Tipo mini-split	\$705,00
14	Sensor de movimiento	Knx detector de presencia modelo 3361 ww	\$. 193,60
Total de costos por habitación			\$2927,11

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Elementos domóticos en área de lobby de hospital**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control	Costo de elemento domótico
15	Cámara de control 1	Gama d24m-sec (megapixel)	\$ 907,14
16	Sensor de movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww	\$ 193,60
18	Control Principal 2 (ambientes generales)	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas	\$ 233,53
20	Sensor de movimiento	Knx detector de presencia modelo 3361 ww	\$ 193,60
19	Teléfono IP	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Actinbox classic-hybrid	\$ 310,24
21	Lámpara empotrada a techo		\$ 240,79
22	Sensor de humo		\$ 40,00
27	Lámpara empotrada a techo		\$ 240,79
17	Centro de datos		Sistema de gestión de espera/ red lan interna hospital// Circuito cerrado para tv
23	Estación de distribución de pacientes	\$ 1 000,00	
24	Entretenimiento 1	\$ 350,00	
25	Control de ascensores	Knx detector de presencia modelo 3361 ww/ actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$ 240,79
26	Sensor de presencia para control de rampa y gradas		Se incluye solo el sistema del actuador, porque la rampa y elevadores traen su propio sistema de automatización.
28	Cámara de control 2	Gama d24m-sec (megapixel)	\$ 907,14
Total de costos en área de lobby			\$ 6 857,62

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Elementos domóticos en área de emergencia**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control	Costo de elemento domótico
29	Control principal 3 (Ambientes generales)	Controlador de estancias knx/zn1vi-tpzas	\$ 233,53
30	Sensor de humo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Actinbox classic-hybrid	\$ 40,00
31	Lámpara empotrada a techo		\$ 240,79
			\$ 302,50
32	Centro de datos	Red lan interna de hospital	
33	Cámara de control 3	Gama d24m-sec (megapixel)	\$ 907,14
34	Sensor de movimiento/control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww	\$ 193,60
Total de costos en área de emergencia			\$ 1917,56

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Área de laboratorio general**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control	Costo de elemento domótico
55	Centro de datos	Red lan interna de hospital	
56	Sensores para cierre de puertas	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura de puertas.	\$ 25,41
57	Sensores para cierre de puertas		\$ 25,41
59	Sensor de humo	Actinbox classic-hybrid	\$ 40,00
60	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Elsner sensor temperatura / humedad knx th-up	\$ 240,79
			\$ 302,50
58	Almacenaje frío/ Sensores de temperatura		\$ 199,60
61	Control Principal 6 (ambientes generales)	Controlador de estancias knx/zn1vi-tpzas	\$ 233,53
Total de costos en área de laboratorios general			\$ 1 067,24

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Área de jardín, cafetería y accesos área verde**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento domótico de control	Costo de elemento domótico
35	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm/ zn1io-detec-p Actinbox classic-hybrid Elsner sensor Niessen knx	\$ 240,79
36	Sensor de humo		\$ 40,00
40	Lámpara empotrada a techo		\$ 240,79
42	Lámpara empotrada a pared/ sensor de luminosidad		\$ 240,79
39	Sensor de gas butano/ propano		\$ 78,65
37	Sensor de movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww	\$ 193,60
38	Control principal 4 (ambientes generales)	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas	\$ 233,53
41	Control de acceso	Sensor de puertas con contacto magnético vía control remoto o tarjeta de identificación.	\$ 2 000,00
43	Cámara de control 5	Gama d24m-sec (megapixel)	\$ 907,14
44	Cámara de control 6	Gama d24m-sec (megapixel)	\$ 907,14
45	Sistema de riego temporizado	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$ 800,00
Total de costos en área de jardín, cafetería y accesos área verde			\$ 6 184,93

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Área de parqueo externo**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control	Costo de elemento domótico
62	Control de acceso	Red lan interna de hospital	
63	Cámara de control 8	Gama d24m-sec (megapixel)	\$ 907,14
64	Lámpara empotrada a pared/ Sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm 6 actinbox classic-hybrid	\$ 240,79 \$ 302,50
66	Lámpara empotrada a pared/ sensor de luminosidad y movimiento externo		\$ 240,79
70	Lámpara empotrada a pared/ sensor de luminosidad y movimiento externo		\$ 240,79
71	Lámpara empotrada a pared/ sensor de luminosidad y movimiento externo		\$ 240,79
73	Lámpara empotrada a pared/ sensor de luminosidad y movimiento externo		\$ 240,79
68	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad		\$ 240,79
65	Sensor de movimiento/ control de puertas		Knx detector de presencia modelo 3361 ww
67	Cámara de control 9	Gama d24m-sec (megapixel)	\$ 907,14
69	Cámara de control 10		\$ 907,14
72	Cámara de control 11		\$ 907,14
Total de costos en área de parqueo externo			\$ 5 569,4

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Segunda planta. Área común 1

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento domótico de control	Costo de elemento domótico
74	Control de Ascensores y Sensor de presencia para control de rampa y gradas	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Knx detector de presencia modelo 3361 ww	\$ 302,50
75			\$ 193,60
76	Sensor de inundación	Actinbox classic-hybrid ae98/in & ae98/ins Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Ae98/in & ae98/ins	\$ 45,00
77	Lámpara empotrada a techo/ sensor de presencia		\$ 240,79
78	Sensor de humo		\$ 40,00
79	Sensor de inundación		\$ 45,00
80	Lámpara empotrada a techo/ Sensor de presencia		\$ 240,79
81	Sensor de humo		\$ 40,00
82	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad y movimiento externo		\$ 240,79
83	Lámpara empotrada a pared/ sensor de luminosidad y movimiento externo		\$ 240,79 \$ 302,50
84	Lámpara empotrada a techo/ Sensor de presencia		\$ 240,79
85	Sensores para cierre de puertas/ control de huella o telemetría		Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura de puertas. Elsner sensor temperatura / humedad knx th-up/ Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm
86	Lámpara empotrada a techo/ sensor de presencia	\$ 240,79	
87	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad y movimiento externo	\$ 240,79 \$ 302,50	
88	Almacenaje frío/ sensores de temperatura	\$ 199,60	
89	Lámpara empotrada a techo/ sensor de presencia	\$ 240,79	
90	Sensor de humo	\$ 40,00 \$ 302,50	
91	Termostatos y reguladores de tensión	\$ 300,00	
92	Sensores para cierre de puertas	Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura de puertas.	\$ 25,40
93	Cámara de control 12	Gama d24m-sec (megapixel)	\$ 907,14
Total de costos en área comunes 1 de la segunda planta			\$ 4997,46

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Segunda planta. Área común 2

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento domótico de control	Costo de elemento domótico
94	Cámara de control 13	Gama d24m-sec (megapixel)	\$ 907,14
95	Centro de datos	Red lan interna de hospital	\$ 302,50
96	Teléfono IP	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm/ conexión a lan interna.	
102	Entretenimiento 3	Circuito cerrado para tv	
97	Control principal 7 (ambientes generales)	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas	\$ 233,53
98	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actinbox classic-hybrid	\$ 240,79
99	Sensor de humo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$ 302,50
		Ae98/in & ae98/ins	\$ 40,00
100	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$ 240,79
101	Cámara de control 14	Gama d24m-sec (megapixel)	\$ 907,14
Total de costos en área comunes 2 de la segunda planta			\$ 3 174,39

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. Segunda planta. Área común 3

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento domótico de control	Costo de elemento domótico	
103	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad y movimiento externo	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$ 240,79	
			\$ 302,50	
104	Teléfono IP	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm/ conexión a lan interna.	\$ 302,50	
108	Entretenimiento 4	Circuito cerrado para tv		
105	Centro de datos	Red lan interna de hospital		
106	Cámara de control 13	Gama d24m-sec (megapixel)	\$ 907,14	
107	Control Principal 8 (ambientes generales)	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas	\$ 233,53	
109	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Actinbox classic-hybrid	\$ 240,79	
			\$ 302,50	
110	Sensor de humo/ aspersores contra incendio		\$ 40,00	
			\$ 290,00	
111	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad		\$ 240,79	
112	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad		\$ 240,79	
113	Sensor de humo/ aspersores contra incendio		\$ 40,00	
			\$ 290,00	
Total de costos en área comunes 3 de la segunda planta			\$ 3 671,33	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Segunda planta. Área común 4

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control	Costo de elemento domótico	
114	Sensor de Movimiento/ control de puertas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww	\$ 193,60	
115	Control de iluminación interna	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas	\$ 233,53	
118	Control y monitoreo de equipos médicos	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas		
121	Control y monitoreo de equipos médicos	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas		
116	Termostatos y reguladores de tensión	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Reproductor de imágenes conectado al actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$ 300,00	
117	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad		\$ 240,79	
			\$ 302,50	
120	Termostatos y reguladores de tensión		\$ 300,00	
119	Equipo para reproducción de imágenes.		\$ 350,00	
124	Equipo para reproducción de imágenes.			
122	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad		\$ 240,79	
			\$ 302,50	
123	Control de iluminación interna		Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$ 233,53
125	Sensor de movimiento/ control de puertas		Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas	\$ 193,60
126	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad y presencia	Knx detector de presencia modelo 3361 ww	\$ 240,79	
127	Sensor de humo/ aspersores contra incendio		\$ 40,00	
			\$ 290,00	
Total de costos en área comunes 3 de la segunda planta			\$ 3 461,63	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Segunda planta. Laboratorios especializados**

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento demótico de control	Costo de elemento domótico
128	Sensores para cierre de puertas	Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura de puertas. Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Red lan interna de hospital	\$ 25,40
129	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad		\$ 240,79
130	Termostatos y reguladores de tensión		\$ 302,50
134	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad		\$ 300,00
136	Termostatos y reguladores de tensión		\$ 240,79
131	Centro de datos		\$ 300,00
135	Centro de datos	Red lan interna de hospital	
132	Control y monitoreo de equipos médicos	Controlador de estancias knx/ zn1vi-tpzas	\$ 233,53
137	Control y monitoreo de equipos médicos		
133	Sensores para cierre de puertas	Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura de puertas.	\$ 25,40
Total de costos en área comunes laboratorios especializados			\$ 1 668,41

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. Segunda planta. Área común 5

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento domótico de control	Costo de elemento domótico
146	Centro de reproducción de imágenes digitales, en línea con equipos de laboratorio	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Red lan interna de hospital. Recursos de ip y energía. Control de audio digital Circuito cerrado para tv Control de audio digital	\$ 1 000,00
142	Sistema de audio		\$ 800,00
151	Sistema de audio		\$ 302,50
147	Sistema de audio		
140	Entretenimiento 4		
148	Proyección de imágenes por TV		\$ 800,00
149	Sistema de proyección de imágenes		
150	Proyección de imágenes por TV		
143	Control de aire acondicionado	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$ 302,50 \$ 2 000,00
144	Control de aire acondicionado		
138	Control de persianas/ electromotores y mecanismo de cierre/ apertura.	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$ 302,50
139	Lámpara empotrada a techo/ Sensor de luminosidad para activación de persianas	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Knx detector de presencia modelo 3361 ww	\$ 240,79 \$ 302,50
141	Sensor de Movimiento/ control de puertas		\$ 193,60
145	Lámpara empotrada a techo/ Sensor de luminosidad		\$ 240,79
Total de costos en área comunes 5			\$ 6 485,18

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Sótano de hospital

Núm. de elemento	Tipo de elemento	Elemento domótico de control	Costo de elemento domótico	
153	Control de Ascensores	Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$ 302,50	
152	Sensor de presencia para control de rampa y gradas	Knx detector de presencia modelo 3361 ww Sensores magnéticos para puerta y control de cierre/apertura. Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$ 193,60	
154	Sensores para cierre de puertas		\$ 25,40	
157	Lámpara empotrada a techo/ Sensor de luminosidad		\$ 240,79	
155	Sensor de movimiento/ control de puertas		\$ 302,50	
160	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad		\$ 193,60	
159	Sensor de humo/ aspersores contra incendio		\$ 240,79	
163	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad		\$ 240,79	
156	Cámara de control 15		Gama d24m-sec (megapixel) Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm	\$ 907,14
158	Cámara de control 16			\$ 302,50
161	Cámara de control 17			\$ 907,14
162	Cámara de control 18	\$ 907,14		
164	Cámara de control 19	\$ 907,14		
166	Cámara de control 20	\$ 907,14		
165	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad	Actinbox classic-hybrid actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Knx detector de presencia modelo 3361 ww		\$ 240,79
167	Sensor de humo/ aspersores contra incendio		\$ 302,50	
168	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad		\$ 240,79	
169	Sensor de movimiento/ control de puertas		\$ 40,00	
172	Lámpara empotrada a techo/ sensor de luminosidad		\$ 240,79	
177	Lámpara empotrada a techo/ Sensor de luminosidad		\$ 240,79	
170	Cámara de control 21		Actuador 8 salidas, 16 a 2308.16 regchm Gama d24m-sec (megapixel)	\$ 907,14
171	Cámara de control 22			\$ 302,50
173	Cámara de control 23	\$ 907,14		
176	Cámara de control 24	\$ 907,14		
174	Lámpara empotrada a techo/ Sensor de luminosidad	Actinbox classic-hybrid Knx detector de presencia modelo 3361 ww	\$ 240,79	
175	Sensor de movimiento/ control de puertas		\$ 302,50	
Total de costos en sótano			\$ 14 174,10	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Costo total de elementos domóticos**

Total de costos por habitación (se calculan 15 habitaciones)	\$43 906,65
Total de costos en área de lobby	\$6 857,62
Total de costos en área de emergencia	\$1 917,56
Total de costos en área de laboratorios general	\$1 067,24
Total de costos en área de jardín, cafetería y accesos área verde	\$6 184,93
Total de costos en área de parqueo externo	\$5 569,40
Total de costos en áreas comunes 1 de la segunda planta	\$4 997,46
Total de costos en áreas comunes 2 de la segunda planta	\$3 174,39
Total de costos en áreas comunes 3 de la segunda planta	\$3 671,33
Total de costos en áreas comunes 3 de la segunda planta	\$3 461,63
Total de costos en áreas comunes laboratorios especializados	\$1 668,41
Total de costos en áreas comunes 5	\$6 485,18
Total de costos en sótano	\$14 174,10
Total de costos de elementos domóticos	\$103 135,90

Fuente: elaboración propia.

Con base en el cálculo de los componentes se debe agregar un 20 % por cableados e instalación de los periféricos finales hacia los actuadores y controladores centralizados de las estancias, el cableado es tanto de red como de energía. Asimismo, se deben agregar los honorarios de servicios profesionales, los cálculos se harán según la tabla de aranceles publicada por el Colegio de Ingenieros de Guatemala, la cual se muestra a continuación.

Tabla XXXVII. **Tabla de la determinación de los honorarios mínimos profesionales**

Actividad	Valor relativo
Preinversión:	
Estudio Preliminar	2 %
Anteproyecto	3 %
Proyecto	5 %
Inversión:	
Dirección Técnica	5 %
Administración	3 %
Supervisión	
Supervisión	8 %

Fuente: *Leyes de arancel de horarios profesionales.*

http://besocial.com.gt/cig2014/images/manuales/leyes/arancel_de_honorariosprofesionales.pdf.

Consulta: 3 de marzo de 2016.

Para el cálculo del costo total del proyecto, calcula primeramente el costo total de todos los elementos domóticos más el 20 % por materiales de instalación (cableados, adhesivos, aislantes, entre otros). Posterior a ello se calculan los rubros de los honorarios basándose en el costo total de materiales obtenidos. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla XXXVIII. **Costo Total del Proyecto**

Concepto	Porcentajes de arancel	Costos
Total de costos elementos domóticos		\$ 103 135,90
Cableado de red y datos con base en los costo total de componentes domóticos	20 %	\$ 20 627,18
Personal de instalación y equipo técnico	20 %	\$ 20 627,18
Costo total de materiales del proyecto		\$ 144 390,26
Pre-inversión		
Estudio preliminar	2 %	\$ 2 887,81
Anteproyecto 3 %	3 %	\$ 4 331,71
Proyecto 5 %	5 %	\$ 7 219,51
Inversión		
Dirección técnica 5 %	5 %	\$ 7 219,51
Administración 3 %	3 %	\$ 4 331,71
Supervisión		
Supervisión 8 %	8 %	\$ 11 551,22
Costo Total del proyecto		\$ 181 931,73

Fuente: elaboración propia.

Según se comenta en la “*guía práctica para la eficiencia energética en el sector público guatemalteco*”⁴⁴, el consumo energético se mejora notablemente tan solo con el cambio de elementos de iluminación incandescente por una iluminación fluorescente compacta. Si se agrega a ello la inclusión de elementos electrónicos que optimicen la iluminación tales como los sensores de presencia o fotoceldas este beneficio económico se ve incrementado casi en un 80 %, mostrando un ahorro notable en el consumo eléctrico.

Los aportes que se indican en la guía son significativos ya que ayuda a corroborar el impacto que se tiene con la inclusión de fuentes que hagan una

⁴⁴ MARCHAIS, Jean-Jacques. *Guía práctica para la eficiencia energética en el sector público guatemalteco*. p. 23.

eficiencia energética, proporcionando un beneficio económico para el consumidor.

Actualmente no se cuenta con un estudio estadístico público que indique el consumo de energía sectorizado por zonas dentro de la ciudad capital, para identificar cuanto es el consumo energético dentro de las regiones con mayores infraestructuras, con el objetivo de comparar y verificar cuanto puede ser el porcentaje de cambio entre una infraestructura sin aplicaciones domóticos y una infraestructura domótica a nivel nacional. Solamente existen casas o algunas instalaciones pequeñas que han ido incorporando en sus planes de ahorro elementos que ayuden a la automatización y eficiencia energética.

Sin embargo, es válido indicar que el ahorro energético que se obtiene de instalar elementos domóticos favorece al ahorro económico y a tener un retorno de la inversión inicial en pocos años. Por ejemplo, el proyecto requiere de una inversión de \$181 931,73, un costo bastante elevado pero haciendo una proyección de cuanto se puede ahorrar anualmente, ese ahorro cubrirá poco a poco la gran inversión hecha desde el inicio, a modo que en pocos años se estaría rescatando la inversión y ganando, debido a que se tendría un ahorro anual posterior de haber recobrado la inversión.

En otras palabras, haciendo la inversión inicial del proyecto y asumiendo que los costos de mantenimiento son de \$10 000,00 al año por un periodo de 5 años y con un interés del 10 %, realizamos el cálculo para nuestro valor presente neto y visualizar nuestra inversión total.

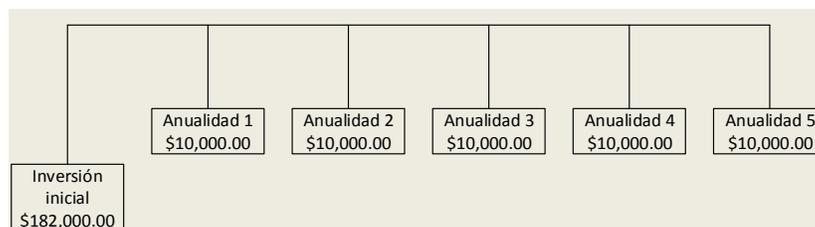
Posteriormente lo compararemos con otras condiciones en las que no se usa un sistema domóticos, infiriendo en el hecho de que se realice una inversión de \$100 000,00 con un mantenimiento anual de \$17 500,00 por el

hecho de que es un 75 % más el consumo energético que se hace sin sistemas domóticos, según la *guía práctica para la eficiencia energética en el sector público guatemalteco* y un interés del 10 %.

Los datos a utilizar son: inversión inicial de 182 000,00 (por cuestiones de practicidad se redondea) un interés (i): 10 %. Anualidad (A): 10 000,00 o 10 k
Tiempo de medición: 5 años.

Diagrama de flujos de caja.

Figura 66. **Flujos de caja de proyecto**



Fuente: elaboración propia.

Ecuación de anualidad dado presente y sus resultados: $P_n = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$

$$P_1 = 1\,0000 \left[\frac{(1 + 0,1)^1 - 1}{0,1(1 + 0,1)^1} \right] = 9\,090,91$$

$$P_2 = 1\,0000 \left[\frac{(1 + 0,1)^2 - 1}{0,1(1 + 0,1)^2} \right] = 17\,355,37$$

$$P_3 = 1\,0000 \left[\frac{(1 + 0,1)^3 - 1}{0,1(1 + 0,1)^3} \right] = 24\,868,52$$

$$P_4 = 1\,0000 \left[\frac{(1 + 0,1)^4 - 1}{0,1(1 + 0,1)^4} \right] = 31\,698,65$$

$$P_5 = 1\,0000 \left[\frac{(1 + 0,1)^5 - 1}{0,1(1 + 0,1)^5} \right] = 37\,907,87$$

Anualidades en el presente:

$$VPN_{anualidades} = 9\,090,91 + 17\,355,37 + 24\,868,52 + 31\,698,65 + 37\,907,87$$

$$VPN_{Anualidades} = 120\,921,32$$

El valor presente neto del proyecto con los 5 años de mantenimiento será:

$$VPN_{proyecto} = Inversión\ inicial + VPN_{Anualidades}$$

$$VPN_{proyecto} = 182\,000,00 + 120\,921,32 = 302\,921,32$$

Cambiando las condiciones para comparar con un caso teórico, tendremos la siguiente información: Inversión inicial: 100 000,00. Interés (i): 10 %. Anualidad (A): 17 500,00. Tiempo de medición: 5 años.

Diagrama de flujos de caja:

Figura 67. **Flujos de caja de proyecto comparativo**



Fuente: elaboración propia.

Ecuación de anualidad dado presente: $P_n = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$

$$P_1 = 17\,500 \left[\frac{(1 + 0,1)^1 - 1}{0,1(1 + 0,1)^1} \right] = 15\,909,10$$

$$P_2 = 10\,000 \left[\frac{(1 + 0,1)^2 - 1}{0,1(1 + 0,1)^2} \right] = 30\,371,90$$

$$P_3 = 10\,000 \left[\frac{(1 + 0,1)^3 - 1}{0,1(1 + 0,1)^3} \right] = 43\,519,91$$

$$P_4 = 10\,000 \left[\frac{(1 + 0,1)^4 - 1}{0,1(1 + 0,1)^4} \right] = 55\,472,65$$

$$P_5 = 10\,000 \left[\frac{(1 + 0,1)^5 - 1}{0,1(1 + 0,1)^5} \right] = 66\,338,77$$

Anualidades en el presente:

$$VPN_{anualidades} = 15\,909,10 + 30\,371,90 + 43\,519,91 + 55\,472,65 + 66\,338,77$$

$$VPN_{Anualidades} = 211\,612,33$$

El VPN del caso teórico con los 5 años de mantenimiento será:

$$VPN_{caso\ teórico} = Inversión\ inicial + VPN_{Anualidades}$$

$$VPN_{caso\ teórico} = 100\,000,00 + 211\,612,33 = 311\,612,33$$

Según los resultados obtenidos con el caso teórico, se puede concluir que el aplicar elementos domóticos a la infraestructura hospitalaria se obtendrán los beneficios posterior a los cinco años, ya que se logra tener un superávit en el costo de mantenimiento anual, este costo bajo de mantenimiento es el resultado de una buena inversión inicial, que aunque pueda parecer alta en sus comienzos, en el largo plazo se logra tener la estabilidad y la recuperación de una inversión.

Concluyendo todo el proceso que se llevó en el estudio para aplicación del concepto domótico en una infraestructura hospitalaria se indica que estos proveen a las infraestructuras (no solo las hospitalarias) una gama amplia de

beneficios, tales como comodidad, confort, elegancia, cuidado de las personas, seguridad y un ahorro económico de gran valor para las instituciones, que pueden reorganizar y reutilizar esos recursos en otras áreas para la obtención de otros beneficios o inversiones.

CONCLUSIONES

1. La investigación de los sensores, actuadores y controladores, proporcionó una vasta información con las características, propiedad y principios de funcionamiento de los mismos, para acoplarlos a las necesidades requeridas en los ambientes de la infraestructura hospitalaria.
2. Se enumeraron las regulaciones del sistema domótico a nivel internacional y nacional, brindando la base de los estándares de uso para estos conceptos en la industria.
3. La implementación de la domótica en las infraestructuras tiene un gran campo de oportunidad en el país en los próximos años, ayudando a que las personas cuenten con instalaciones de mayor comodidad, seguridad y una mejor interacción entre las personas y la tecnología. El modelo domótico realizado incluyó los aspectos de confort, ahorro energético, bienestar, comodidad y seguridad como parte del requerimiento de tal modelo.
4. El análisis económico mostró el beneficio de implementar el sistema domótico y la recuperación que se obtiene al término de los cinco años, que si bien se hizo comparando un caso de uso teórico, ayudo para visualizar el impacto positivo que se tiene utilizando sistemas domóticos.

RECOMENDACIONES

1. Integrar en los diseños posteriores, específicamente para la parte de controladores, la implementación de nuevas tecnologías como Raspberry PI, Arduino u otras tecnologías de punta.
2. Elaborar un estudio energético zonal para identificar el consumo de energía que poseen las zonas industriales en el país y realizar la comparación del ahorro energético que se tiene en otras áreas con instalaciones domóticas.
3. Realizar un estudio comparativo de infraestructuras que poseen instalaciones domóticas y otras que no, para establecer la relación estrecha entre el ahorro energético y la aplicación de este concepto.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASTAÑEDA C., Ana. *Diseño de un sistema domótico para la adecuación de una vivienda unifamiliar para personas discapacitadas*. Sevilla, España. 2014. 75 p.
2. DOMENECH, José R. Centro Guatemalteco de Producción más Limpia; Ministerio de Energía y Minas. *Guía práctica para la eficiencia energética en el sector público guatemalteco*. Guatemala: MEM, 2009. 45 p.
3. Escaleras y aceras móviles Schindler. *Guía de planeación Schindler para proyectos de escaleras automáticas, rampas y aceras móviles*. [en línea] <http://www.schindler.com/content/ar/internet/es/soluciones-de-movilidad/productos/escaleras-electricas/_jcr_content/rightPar/downloadlist/downloadList/45_1361896477803.download.asset.45_1361896477803/Gu%C3%ADa%20Planeaci%C3%B3n%20Venta%20Escaleras%20y%20Rampas.pdf>. [Consulta: enero de 2016].
4. HERNÁNDEZ B., Ramón. *Tecnología domótica para el control de una vivienda*. Cartagena, Colombia. [en línea]. <<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/10939/fichero/06.+Sistema+de+Corrientes+Portadoras+X-10.pdf>>. [Consulta: enero de 2016].

5. MÉNDEZ MEZA, Astrid Guisela. *Automatización y control de residencias, utilizando tecnologías de información y sistemas expertos*. Trabajo de graduación de Ing. en Ciencias y Sistemas. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2008. 146 p.
6. Rockwell /Allen-Bradley. *AutomationToday*. Datos Seguros a su alcance. Diciembre de 2013. Año 15, No 40.
7. _____. *Fundamentos de la detección de presencia*. Publicación 1769-PP012D-ES-E– Diciembre de 2015.
8. _____. *Protección de circuitos, mando y potencia*. Publicación de Rockwell Automation1492-SG122C-ES-P– enero de 2014.
9. _____. *Sensores*. Publicación de Rockwell Automation C116-CA001A-ES-P – february 2010.
10. SIRGO B., José A; ENGUIITA G., José M. *Buses y protocolos en domótica e Inmótica*. [en línea]. <<http://isa.uniovi.es/~sirgo/doctorado/UD7.pdf>>. [Consulta: enero de 2016].
11. *Sistemas domóticos X-10. Introducción y Funcionamiento. Soluciones Tecnológicas LSB S.L.* [en línea]. <http://ibb.es/imagenesx10_introduccion.pdf>. [Consulta: enero de 2016].