



CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

TESIS

**MODELO DE DESARROLLO ABIERTO PARA UN SISTEMA DOMÓTICO DE TIPO  
CENTRALIZADO ENFOCADO EN EL APOYO DE PERSONAS CON  
DISCAPACIDAD MOTRIZ, CASO: APOYO EN LA ASISTENCIA MÉDICA**

PRESENTA

**José de Jesús Vargas del Campo**

PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

TUTOR

Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez

COMITÉ TUTORAL

Dr. Jaime Muñoz Arteaga  
Dr. Luis Alejandro Flores Oropeza

Aguascalientes, Ags., 24 de Noviembre de 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

**Ing. José de Jesús Vargas del Campo.**  
Alumno de la Maestría en Ciencias con Opción a la Computación.  
**Presente**

Estimado Alumno:

Por este conducto me permito comunicar a usted que habiendo recibido los votos aprobatorios de los revisores de su trabajo de tesis titulado: "**Modelo de desarrollo abierto para un sistema domótico de tipo centralizado enfocado en el apoyo de personas con discapacidad motriz, caso: apoyo en la asistencia médica**", hago de su conocimiento que puede imprimir y continuar con los trámites para la presentación de su examen de grado.

Sin otro particular me permito saludarle.

Atentamente  
Aguascalientes, Ags. a 24 de Noviembre de 2016.  
"Se Lumen Proferre".  
EL DECANO.

M. en C. José de Jesús Ruíz Gallegos.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José de Jesús Ruíz Gallegos'.



c.c.p Archivo.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

FORMATO DE CARTA PARA VOTO APROBATORIO

**M. EN C. JOSÉ DE JESÚS RUÍZ GALLEGOS**  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS  
P R E S E N T E

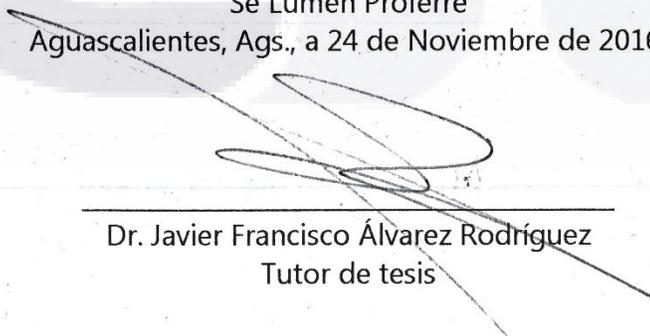
Por medio del presente como Tutor designado del estudiante **JOSÉ DE JESÚS VARGAS DEL CAMPO** con **ID 187580** quien realizó la tesis titulada: **MODELO DE DESARROLLO ABIERTO PARA UN SISTEMA DOMÓTICO DE TIPO CENTRALIZADO ENFOCADO EN EL APOYO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ, CASO: APOYO EN LA ASISTENCIA MÉDICA**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 24 de Noviembre de 2016.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Javier Francisco Álvarez Rodríguez  
Tutor de tesis

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Secretaría de Investigación y Posgrado  
c.c.p.- Jefatura del Depto. De Apoyo al Posgrado  
c.c.p.- Consejero Académico  
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico



**UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE AGUASCALIENTES**  
FORMATO DE CARTA PARA VOTO APROBATORIO

**M. EN C. JOSÉ DE JESÚS RUÍZ GALLEGOS**  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS  
P R E S E N T E

Por medio del presente como Cotutor designado del estudiante **JOSÉ DE JESÚS VARGAS DEL CAMPO** con **ID 187580** quien realizó la tesis titulada: **MODELO DE DESARROLLO ABIERTO PARA UN SISTEMA DOMÓTICO DE TIPO CENTRALIZADO ENFOCADO EN EL APOYO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ, CASO: APOYO EN LA ASISTENCIA MÉDICA**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
"Se Lumen Proferre"  
Aguascalientes, Ags., a 24 de Noviembre de 2016.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jaime Muñoz Arteaga  
Cotutor de tesis

- c.c.p.- Interesado
- c.c.p.- Secretaría de Investigación y Posgrado
- c.c.p.- Jefatura del Depto. De Apoyo al Posgrado
- c.c.p.- Consejero Académico
- c.c.p.- Minuta Secretario Técnico



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

FORMATO DE CARTA PARA VOTO APROBATORIO

**M. EN C. JOSÉ DE JESÚS RUÍZ GALLEGOS**  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS  
P R E S E N T E

Por medio del presente como Cotutor designado del estudiante **JOSÉ DE JESÚS VARGAS DEL CAMPO** con **ID 187580** quien realizó la tesis titulada: **MODELO DE DESARROLLO ABIERTO PARA UN SISTEMA DOMÓTICO DE TIPO CENTRALIZADO ENFOCADO EN EL APOYO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ, CASO: APOYO EN LA ASISTENCIA MÉDICA**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 24 de Noviembre de 2016.

Dr. Luis Alejandro Flores Oropeza  
Cotutor de tesis

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Secretaría de Investigación y Posgrado  
c.c.p.- Jefatura del Depto. De Apoyo al Posgrado  
c.c.p.- Consejero Académico  
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico



## Agradecimientos

**Dedico este trabajo a todos los que me ayudaron en este camino:**

A mi familia que día a día me dan la fuerza para lograr los retos, en especial a mi querida mamá Tere;

A mis amigos, Brenda, Carlos, Mario, Juan, Miguel que siempre estuvieron apoyándome en no darme por vencido;

A mis asesores Dr. Francisco Álvarez, Dr. Jaime Muñoz y el Dr. Alejandro Flores que me guiaron en estos años para obtener la información adecuada, mejorar mi método de investigación y poder concluir esta Tesis;

A CONACyT que gracias a su beca hizo posible dedicarme por completo a esta investigación y así incrementar mi formación.

Agradezco a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por su gran apoyo en el transcurso de la maestría y la oportunidad de un logro más en mi vida.

## Contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	2
<b>1. Introducción a la investigación .....</b>	<b>4</b>
1.1 Contexto de la investigación.....	4
1.2 Problemática de la investigación .....	9
1.3 Antecedentes de la investigación .....	15
1.4 Justificación de la Investigación.....	17
1.5 Descripción del reporte de tesis .....	19
<b>2. Formulación de la investigación.....</b>	<b>23</b>
2.1 Preguntas de investigación .....	23
2.1.1 Pregunta general de la investigación.....	23
2.1.2 Preguntas específicas de la investigación.....	23
2.2 Objetivos de la investigación .....	24
2.2.1 Objetivo general de la investigación.....	25
2.2.2 Objetivos específicos de la investigación.....	25
<b>3. Marco Teórico .....</b>	<b>28</b>
3.1 Antecedentes de la domótica.....	28
3.2 Tipos de subsistemas domóticos.....	35
3.2.1 Sub sistema de iluminación LED.....	35
3.2.2 Sub sistema de aire acondicionado .....	37
3.2.3 Sub sistema de acceso controlado.....	40
3.2.4 Sub sistema de cámaras de vigilancia .....	41
3.2.5 Sub sistema de alarmas .....	43
3.3 Tipos de controladores en la domótica.....	44
3.3.2 Controladores LOGO! .....	46
3.3.3 Tarjetas de desarrollo (Microcontroladores).....	47
3.3.4 PLC .....	50
3.3.5 Servidores .....	53
3.4 Modelos arquitectónicos más comunes .....	56
3.4.1 Arquitectura en capas .....	59
3.4.2 Arquitectura cliente – servidor .....	60
3.4.3 Arquitectura basada en servicios .....	62
3.4.4 Arquitectura basada en componentes .....	64
3.5 Estudios sobre el diseño de interfaces gráficas para grupos con alguna discapacidad.....	65
3.5.1 Guía de accesibilidad para desarrolladores GNOME .....	66
3.5.2 ¿Cómo hacer “APPS” accesibles? .....	68
3.6 Interfaces de software .....	69
3.7 Patrones de Interacción.....	74

<b>4. Modelo de desarrollo para domótica inclusiva</b> .....	80
4.1 Descripción general del modelo.....	81
4.2 Arquitectura propuesta .....	83
4.2.1 Requerimientos del sistema .....	83
4.2.2 Arquitectura para un sistema domótico con apoyo a usuarios con discapacidad motriz .....	85
4.2.3 Subsistemas .....	87
4.2.4 Controlador domótico .....	88
4.2.5 Interfaz de usuario .....	89
4.3 Elementos de interfaces de usuario.....	89
4.3.1 Ventana de Acceso por Usuario.....	91
4.3.2 Mostrar el Menú de Opciones.....	92
4.3.3 Mostrar Una Lista De Elementos .....	94
4.3.4 Ventana De Acción En Progreso .....	95
4.3.5 Mensajes de Alerta.....	96
4.3.6 Barra De Desplazamiento En La Pantalla.....	97
4.3.7 Botón Deslizable Para Intensidad .....	99
4.3.8 Barra De Pestañas Entre Ventanas .....	100
<b>5. Aplicación del modelo</b> .....	103
5.1 Delimitación del usuario e identificación de las necesidades con que cuenta en su hogar. ....	105
5.2 Subsistemas propuestos para cubrir las necesidades del usuario.....	107
5.2.1 Subsistema 1. Acceso a personas autorizadas. ....	107
5.2.2 Subsistema 2. Alarmas de auxilio ante desastres naturales, incendios y otras catástrofes. ....	108
5.2.3 Subsistema 3. Contacto al profesional de la salud.....	109
5.3 Desarrollo del subsistema enfocado en el acceso a personas autorizadas al hogar.....	111
5.3.1 Diseño de la aplicación móvil y las distintas interfaces gráficas .....	112
5.3.1.1 Diagrama de casos de uso .....	113
5.3.1.2 Diagrama de clases del subsistema.....	115
5.3.2 Buenas prácticas para el diseño dela interfaz .....	116
5.3.2.1 Colores y botones.....	117
5.3.3 Prototipo final de la interfaz gráfica .....	118
5.4 Diseño de conexión y comunicación del subsistema acceso a personal autorizado .....	121
5.4.1 Diagrama de conexión del subsistema acceso a personal autorizado .....	121
5.4.2 Comunicación entre controlador domótico y el subsistema.....	122
5.5 Diseño de controlador domótico principal.....	123
5.5.1 Modelado de base de datos.....	125
5.5.2 Comunicación entre la aplicación y el controlador domótico por servicios web.....	127
5.5.3 Interfaz de comunicación entre aplicación y el controlador domótico .....	128

<b>6. Resultados obtenidos y conclusiones.....</b>	<b>131</b>
<b>6.1 Pruebas funcionales al sistema domótico.....</b>	<b>132</b>
<b>6.1.1 Resultados de pruebas técnicas al sistema domótico .....</b>	<b>133</b>
<b>6.2 Pruebas de aceptación y accesibilidad de la aplicación (interfaz gráfica) con el usuario.....</b>	<b>136</b>
<b>6.2.1 Resultados de las pruebas aplicadas con el usuario a la interfaz gráfica ...</b>	<b>140</b>
<b>6.3 Conclusiones generales de los objetivos de la tesis .....</b>	<b>144</b>
<b>6.3.1 Conclusión objetivo 1 características de las personas con discapacidad motriz .....</b>	<b>144</b>
<b>6.3.2 Conclusión objetivo 2 características de la HCI para la creación de aplicaciones móviles .....</b>	<b>145</b>
<b>6.3.3 Conclusión objetivo 3 modelado del sistema domótico .....</b>	<b>146</b>
<b>6.3.4 Conclusión objetivo 4 subsistemas que ayuden a cubrir las necesidades de pacientes con discapacidad motriz.....</b>	<b>147</b>
<b>6.3.5 Conclusión objetivo 5 pruebas exploratorias al sistema domótico generado .....</b>	<b>148</b>
<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>150</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>154</b>
<b>Anexo A Prueba funcional aplicación móvil 1 .....</b>	<b>154</b>
<b>Anexo B Prueba funcional aplicación móvil 2 .....</b>	<b>155</b>
<b>Anexo C Prueba funcional aplicación móvil 3 .....</b>	<b>156</b>
<b>Anexo D Artículo publicado Congreso ANIEI .....</b>	<b>157</b>

## Índice de figuras

<b>Ilustración 1</b> Arquitectura distribuida.....	29
<b>Ilustración 2</b> Arquitectura centralizada .....	30
<b>Ilustración 3</b> Arquitectura descentralizada o mixta .....	31
<b>Ilustración 4</b> Ahorro eléctrico después de un año con un sistema domótico instalado. ....	36
<b>Ilustración 5</b> Topología clásica de un sistema de aire acondicionado.....	38
<b>Ilustración 6</b> Esquema genérico de un sistema de vigilancia IP .....	41
<b>Ilustración 7</b> Instalación común de un sistema de alarma.....	43
<b>Ilustración 8</b> Imagen ilustrativa de un controlador LOGO!.....	46
<b>Ilustración 9</b> Placa de desarrollo Arduino basada en un Microcontrolador.....	49
<b>Ilustración 10</b> Diagrama de componentes básicos de un PLC.....	50
<b>Ilustración 11</b> Clásico diseño de un PLC .....	52
<b>Ilustración 12</b> Diagrama de peticiones de diversos dispositivos a un servidor .....	53
<b>Ilustración 13</b> Diagrama de una Arquitectura en capas.....	58
<b>Ilustración 14</b> Diagrama de una Arquitectura Cliente - Servidor.....	60
<b>Ilustración 15</b> Diagrama de una Arquitectura basada en servicios .....	61
<b>Ilustración 16</b> Diagrama de una Arquitectura basada en componentes .....	63
<b>Ilustración 17</b> Proceso de diseño de una interfaz gráfica.....	70
<b>Ilustración 18</b> Áreas de conocimiento involucradas en el diseño de interfaces gráficas ....	72
<b>Ilustración 19</b> Flujo de tareas para el desarrollo de un sistema domótico especializado para usuarios con un grado de discapacidad .....	81
<b>Ilustración 20</b> Arquitectura para el sistema domótico enfocado a usuarios con discapacidad motriz.....	85
<b>Ilustración 21</b> Diagrama de flujo de cada una de las etapas que se aplicaron para la aplicación del modelo .....	103
<b>Ilustración 22</b> Boceto de la interfaz principal para el subsistema de acceso a personas autorizadas .....	112
<b>Ilustración 23</b> Diagrama de casos de uso para el subsistema de acceso a usuarios autorizados .....	113
<b>Ilustración 24</b> Diagrama de clases que representa el funcionamiento del subsistema de acceso a usuarios autorizados .....	115
<b>Ilustración 25</b> Diseño final de la interfaz principal del sistema de acceso a usuarios autorizados .....	118
<b>Ilustración 26</b> Flujo de navegación entre las diversas ventanas de la aplicación de acceso a personas autorizadas.....	119

**Ilustración 27** Diagrama de conexión eléctrica del subsistema acceso a personal autorizado..... 121

**Ilustración 28** Diagrama de interacción entre las 3 capas o productos generados..... 124

**Ilustración 29** Diagrama de base de datos diseñada para el sistema domótico..... 125

**Ilustración 30** Diagrama de interfaz para registrar usuarios en la base de datos..... 128

**Ilustración 31** Gráficas sobre resultados obtenidos de encuestas exploratorias..... 140



## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Comparación entre varias aplicaciones para dispositivos móviles para el uso de domótica.....	7
<b>Tabla 2</b> Tabla comparativa entre diversas causas que generan un grado de discapacidad motriz.....	10
<b>Tabla 3</b> Requerimientos principales del sistema para el diseño de una arquitectura .....	83
<b>Tabla 4</b> Tabla comparativa entre arquitecturas .....	83
<b>Tabla 5</b> Tabla de evaluación del patrón "Acción en progreso" .....	95
<b>Tabla 6</b> Tabla de evaluación del patrón "Mensajes de alerta" .....	96
<b>Tabla 7</b> Tabla de evaluación del patrón "Control de deslizable para intensidad" .....	99
<b>Tabla 8</b> Tabla de evaluación del patrón "Barra de pestañas entre ventanas".....	100
<b>Tabla 9</b> Características del perfil de usuario para el caso de estudio .....	105
<b>Tabla 10</b> Actor Personal médico .....	113
<b>Tabla 11</b> Actor Familiares.....	114
<b>Tabla 12</b> Actor Usuario paciente.....	114
<b>Tabla 13</b> Evaluación de controladores domóticos en base a necesidades de la interfaz y subsistemas .....	123
<b>Tabla 14</b> Matriz de definición de pruebas al sistema domótico generado.....	132
<b>Tabla 15</b> Resultados prueba técnica registro de usuarios autorizados .....	133
<b>Tabla 16</b> Matriz de resultados de las pruebas técnicas ejecutadas .....	134
<b>Tabla 17</b> Matriz de pruebas de aceptación de la aplicación móvil con el usuario.....	135
<b>Tabla 18</b> Formato generado para realizar las pruebas de usabilidad de la aplicación con el usuario.....	138
<b>Tabla 19</b> Comparación entre aplicaciones del mercado y la propuesta.....	142

## Resumen

La creciente inclusión de un servicio de internet cada vez más estable así como con mayor cobertura, está motivando a los fabricantes a brindar productos con conexión a la red con la finalidad de lograr una comunicación y control dentro del hogar; para ello la domótica brinda las herramientas para lograr la interacción del usuario con su casa, así como otorgarle un nivel mayor de seguridad y confort; sin embargo, aún existe la necesidad de poder adaptar este tipo de sistemas domóticos a grupos con necesidades específicas de la población como son los que tienen alguna discapacidad.

Es por ello, que se busca plantear un modelo que defina las etapas necesarias a seguir para lograr un desarrollo de sistemas domóticos especializados en este grupo de usuarios, cubriendo las fases que se deben de adaptar, y la guía para que éstas interactúen directamente con el usuario y cubrir sus necesidades.

La finalidad de este trabajo, es brindar ese modelo de desarrollo, a través del cual, se tenga una guía, con la que el interesado en implementar un sistema de esta índole, pueda definir los elementos necesarios con los cuales lograr una implementación útil para el usuario.

De forma práctica, para valorar el modelo, se toma el caso de estudio de usuarios que cuentan con un grado de discapacidad motriz y desarrollar un sistema domótico específico a algunas de sus necesidades particulares en el hogar.

Realizando además un conjunto de pruebas exploratorias con la finalidad de conocer en su primera etapa la utilidad que puede brindar el modelo desarrollado, ante lo cual se prueba el aspecto funcional del sistema y el hardware, así como se evalúa el aspecto de interacción directa con el usuario por medio de la interfaz.

Concluyendo de forma general que el modelo brinda los pasos para el desarrollo de productos domóticos para usuarios con un grado de discapacidad, así como el uso de los patrones propuestos en el mismo modelo, ayudan a cumplir con las necesidades de interacción entre la persona y el sistema de forma directa.

## **Abstract**

The growing inclusion of an increasingly stable Internet service, as well as greater coverage, is motivating manufacturers to provide products with a connection to the network for the purpose of achieving communication and control within the home; For this, home automation provides the tools to achieve user interaction with your home, as well as granting a higher level of security and comfort; however, there is still a need to be able to adapt this type of domotic system to groups with specific needs of the population, such as people with disabilities.

This is why it is intended to propose a model that defines the necessary steps to follow to achieve a domotic system development specialized in this group of users, covering the phases that must be adapted, and the guide to interact directly with the user and meet their needs.

The objective of this work is to provide this model of development, through which, the guide by those interested in implementing such a system can define the necessary elements with which to achieve a useful implementation for the user.

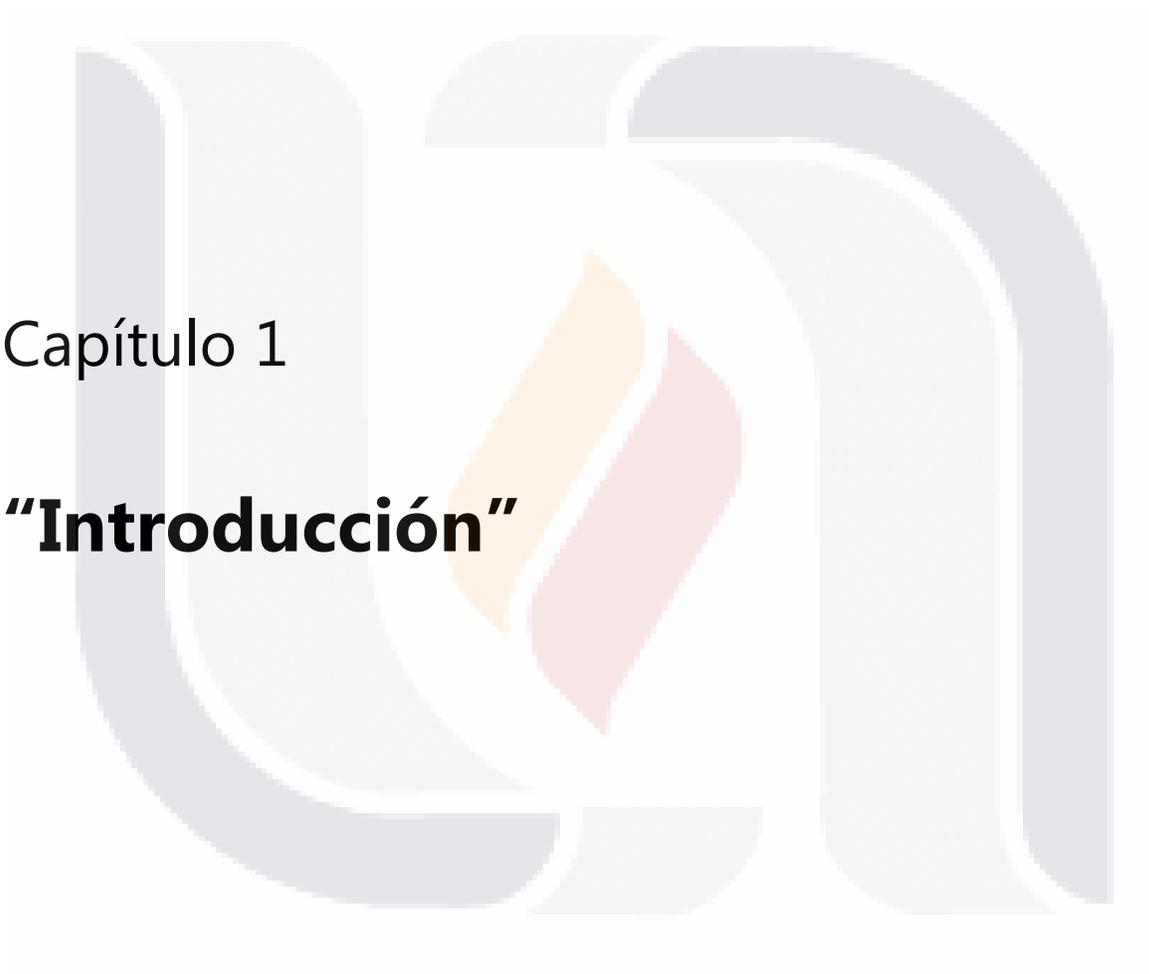
In practice, to assess the model, the case is taken of users who have a degree of motor disability and develop a home automation system specific to some of their particular needs in the home.

In addition, a set of exploratory tests is performed to know in the first stage the utility of the developed model, before which the functional aspect of the system and the hardware is tested, as well as the direct interaction with the user interface.

In general, concluding that the model provides the steps for the development of domotic products for users with a degree of disability, as well as the use of proposed patterns in the same model, help meet the interaction needs between the person and the system directly.

Capítulo 1

**“Introducción”**



# 1. Introducción a la investigación

La presente investigación es el reporte generado de la tesis "Modelo de desarrollo abierto para un sistema domótico de tipo centralizado enfocado en el apoyo de personas con discapacidad motriz. Caso: Apoyo en la asistencia médica." del departamento de ciencias básicas de la Maestría en Ciencias con Opción a la Computación, Matemáticas Aplicadas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

En este primer capítulo se busca plantear conceptos que son de relevancia para comprender la propuesta realizada en este trabajo, así mismo plantear algunos antecedentes de dónde surge la investigación.

## 1.1 Contexto de la investigación

La investigación gira en torno a los sistemas domóticos que actualmente se pueden encontrar en desarrollo, sin embargo, se realizará un enfoque para cubrir las necesidades de un sector vulnerable de la sociedad, personas que tienen algún tipo de discapacidad motriz, la cual les limita su libre movilidad a través de su hogar y el acceso a la misma; desarrollando así un sistema domótico que cubra algunas de sus principales necesidades.

La domótica como solución a la integración de todos los sistemas de un hogar resulta prometedor, y con la creciente integración de internet a los electrodomésticos así como a los controles de iluminación, ventilación, etc. permiten cada vez más una mejor aplicación de métodos de supervisión y automatización a las actividades cotidianas de un hogar, con ello brindando mayor confort, aumento en la seguridad e incluso controlando gastos.

Sin embargo, aun la domótica está pensada para cubrir las necesidades de los grandes grupos de personas que no cuentan con discapacidades, enfocándose en tareas más comunes; dejando desprovisto a sectores vulnerables de la sociedad que cuentan con limitaciones en su autonomía y bienestar, es aquí donde se busca plantear algunas de las pautas a tomarse en cuenta para poder cubrir esas necesidades especiales de personas con discapacidad y poder brindarles una herramienta más que les proporcione una mayor calidad de vida en sus hogares.

En la actualidad el uso de dispositivos móviles se está volviendo parte de la vida diaria, tanto para su uso recreativo como laboral; así que cada vez sus funciones se están extendiendo más, llegando incluso a competir con la utilidad de sistemas fijos como computadoras o servidores.

Dentro de sus usos, se pretende extender como un medio de comunicación con el control domótico, así que realizar un puente de comunicación desde un dispositivo móvil en el cual el usuario cuente con una mayor variedad de opciones para su uso facilita la implementación de herramientas que simplemente estarán enviando y recibiendo datos desde el control principal del hogar al dispositivo móvil y viceversa.

Para tener desde el dispositivo móvil una aceptación mayor y facilidad de interacción, se hace uso de elementos del área de Interacción Humano Computadora, que por medio del uso de Patrones de Interacción, resuelven problemáticas recurrentes al momento de diseñar una interfaz enfocada por completo en los usuarios y con ello, satisfaciendo las necesidades de los mismos.

En toda aplicación que actualmente utilice parte de software, lleva un proceso de desarrollo, por lo cual se deben de diferenciar sus fases para llevar a cabo un seguimiento claro de avance y cumplimiento.

Sin embargo, cuando hablamos de sistemas que involucran en su funcionamiento secciones de control de hardware, la tarea se vuelve más compleja, que al estar hablando de aplicaciones más definidas e incluso con una sola función se llega a pensar que no es necesario de una delimitación de procesos para su diseño como suele tratarse de una aplicación de software, así que se cuenta con un número limitado de modelos arquitectónicos para este campo de trabajo.

Se define la discapacidad como un término genérico que abarca deficiencias, limitaciones de la actividad y restricciones a la participación. La deficiencia motriz reduce la capacidad de movimiento de una persona de manera parcial o total de uno o varios miembros. Por ello puede mermar enormemente en la calidad de vida de la persona afectada ya que se expresa en distintos niveles y limita a la persona en su desarrollo personal y social. La afectación puede estar en diferentes órganos o tejidos, como son músculos, huesos o articulaciones, o ciertas áreas del sistema nervioso central y periférico que le impidan a la persona moverse de forma adecuada o realizar movimientos finos con precisión. (World Health Organization, 2015)

A pesar de numerosas adaptaciones propuestas y realizadas en los entornos donde se desenvuelven estas personas, acercarse al nivel de independencia que tiene una persona sin discapacidad es aún un reto, pues muchas de las actividades más básicas y fundamentales siguen siendo complicadas para los afectados, a grado tal que algunos de estos individuos están totalmente imposibilitados para llevarlas a cabo.

Algunas de las aplicaciones móviles que pueden encontrarse en la Google Play Store para dispositivos con sistema Android, ofrecen funciones que van desde el control de electrodomésticos, apertura de puertas, monitoreo con circuito cerrado de televisión, control de clima artificial, niveles de iluminación, hasta botón de pánico para emergencias, entre otras. Sin embargo, ninguna de ellas está orientada a personas con discapacidad motriz, puesto que las interfaces tienen elementos que requieren movilidad fina, botones pequeños o barras de deslizamiento, además de manejar terminología técnica, características que en conjunto limitan su usabilidad.

Sin embargo algunas de las mayores barreras que presentan este tipo de aplicaciones existentes ya en Google Play Store van desde las limitantes para configurar los sistemas, que limite a ciertas marcas de dispositivos como se puede observar en la Tabla 1, que se cuente con sólo una única función por aplicación y sobretodo que la interfaz gráfica no está diseñada específicamente para un grupo de la población con una necesidad específica, si no que buscan que se adapte a la mayoría.

Nombre App	Sistema operativo	Aplicación	Ventajas	Limitaciones	Link
Houseinhand KNX	iOS, Android	Aplicación para dispositivos iOS de Apple o Android que te permite controlar tu casa de una forma rápida e intuitiva. Podrás controlar dispositivos KNX (luces, persianas, climatización...), audiovisuales (televisión, dispositivos de audio, dvd...), videoporteros y cámaras IP (Axis y Mobotix) estés donde estés, en tiempo real.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Amplia gama de control de dispositivos,</li> <li>-Aplicación de forma gratuita,</li> <li>-Sencilla configuración,</li> <li>-Disponible para los 2 grandes servicios de dispositivos móviles (iOS, Android)</li> </ul>	Es indispensable tener un sistema de control domótico de la marca KNX en el hogar, de lo contrario no se puede utilizar la app.	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.intesis.houseinhand&amp;hl=es">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.intesis.houseinhand&amp;hl=es</a>
See-Home	Android	Aplicación de Schneider Electric para dispositivos con sistema operativo Android que te permite controlar y supervisar en tiempo real tu instalación domótica KNX desde cualquier lugar, ya sea desde la propia instalación o desde cualquier lugar del mundo a través de Internet.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Gratuita,</li> <li>-Controla sistemas de iluminación, persianas, climatización y cámaras.</li> </ul>	Solamente existe servicio en Android, tiene un límite de controlar hasta 5 componentes, requiere que el sistema domótico esté controlado por medio de un sistema KNX.	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=knx.seehome&amp;hl=es">https://play.google.com/store/apps/details?id=knx.seehome&amp;hl=es</a>
TaHoma by Somfy	Android	Controlar sistemas instalados en el hogar a distancia, controla sistemas de persianas, puertas automáticas, iluminación, etc.	Adaptable a la cantidad de equipos que se tienen instalados en el hogar, fácil configuración.	Solamente funciona para equipos colocados de la propia marca Somfy, la interfaz gráficamente es muy plana y no ofrece información que identifique las ventanas.	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.somfy.taHoma&amp;hl=es">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.somfy.taHoma&amp;hl=es</a>
ImperiHome	Android	Sistema que controla la automatización de los elementos conectados en el hogar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Amplia gama de controles para diferentes marcas de proveedores de domótica,</li> <li>-Conexión directa al equipo a controlar.</li> </ul>	La app es versión básica con limitación de controles, la versión completa tiene costo, además de la interfaz gráfica es muy básica, limitándose a controles.	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.imperihome.lite">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.imperihome.lite</a>

**Tabla 1 Comparación entre varias aplicaciones para dispositivos móviles para el uso de domótica.**

De acuerdo a la evaluación de diferentes aplicaciones móviles enfocadas al control de sistemas domóticos, como se observa en la tabla anterior, si bien existe una variedad en el mercado, la mayoría de ellas está centrada en sistemas existentes de marcas determinadas,

lo que limita la integración de sistemas abiertos, o creados específicamente para el apoyo de personas con discapacidad; sin embargo, como punto a favor se puede entender una serie de sub sistemas a controlar que comparten entre ellos, como son controles de iluminación, de vigilancia, entre otros.



## 1.2 Problemática de la investigación

En el país existen 31.5 millones de hogares, de ellos 6.1 millones reportan que existe al menos una persona con discapacidad, es decir, en 19 de cada 100 hogares vive con una persona que presenta alguna discapacidad motriz. (El Economista, 2016)

De acuerdo con la encuesta nacional de ingresos y gastos de hogares 2012 (ENIGH 2012), dicho porcentaje de la población del país presenta dificultad (discapacidad) para realizar al menos una de las actividades como: caminar, ver, escuchar, hablar o comunicarse, poner atención o aprender, entender el cuidado personal.

En la actualidad labores sencillas como abrir la puerta, ventanas o mandar alguna alarma pueden transformarse en tareas complicadas, esto ocurre principalmente por la movilidad que tienen los usuarios o fuerza, para realizar la interacción mecánica que se debe realizar para su manipulación donde no se considera las limitaciones de movilidad. Sobre todo limitantes de interfaces, después de plantear estas ideas, agregar que características podrían cubrir las necesidades y porque.

Algunas de las patologías relacionadas con la discapacidad motriz pueden verse descritas en la siguiente Tabla 2, la cual muestra algunas de las características del afectado y el grado de dicha afectación, elementos que engloban el grupo de estudio de la presente Tesis; dicha tabla se obtiene a partir del análisis de las diferentes causas que pueden generar una condición de discapacidad motriz.

		Características del movimiento global								
		Rango de movimientos	Tamaño de la extremidad / deformaciones	Fuerza	Presición	Sensibilidad	Astenia (debilidad)	Dolor		
Patologías	Congénitas	Alteraciones genéticas	Limitado / nulo	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable	
		Alteraciones morfológicas	Limitado / nulo	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable	
	Crónicas	Secuelas de traumatismos	Amputación	Limitado / nulo	NA	Variable	Normal	Normal	Variable	Variable
			Fractura	Limitado / nulo	NA	Normal	Normal	Normal	Variable	Variable
			Luxación	Limitado	NA	Normal	Normal / disminuida	Normal	Variable	Variable
			Sección medular	Limitado / nulo	NA	Normal / disminuida	Normal / Nula	Normal / nula	Variable	Variable
			Extirpación muscular	Limitado	Atrofia	Variable	Normal	Normal	Variable	Variable
			Neuropatía	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable
	Enfermedades crónicas-degenerativas	Diabetes mellitus	Limitado	Variable	Normal	Normal	Variable	Variable	Variable	
		Distrofias	Limitado / nulo	Atrofia	Disminuida	Disminuida / nula	Normal	Variable	Variable	
		Huntington	Limitado	NA	Normal	Disminuida / nula	Normal	Variable	Variable	
		Artritis	Limitado	Normal	Disminuida	Disminuida	Disminuida	Presente	Moderado /	
		Parkinson	Limitado	NA	Normal	Disminuida / nula	Normal	Variable	Variable	
		Esclerosis lateral amiotrófica	Limitado / nulo	Atrofia	Disminuida / Nula	Disminuida / nula	Normal	Presente	Variable	
	Obesidad	Limitado	Variable	Normal	Normal / disminuida	Normal	Variable	NA		
	Tercera edad	Normal / limitado	Variable	Normal / disminuida	Normal / disminuida	Normal / disminuida	Variable	Variable		

**Tabla 2 Tabla comparativa entre diversas causas que generan un grado de discapacidad motriz.**

Existe un creciente cambio en la forma de mantener un hogar seguro, es por ello que por medio del uso de mejores y más sencillos sistemas domóticos se logra una mejor interacción entre los usuarios y su casa; permiten una mejor automatización así como un punto primordial en el cambio de enfoque social, que exista una verdadera inclusión y oportunidades para elevar la calidad de vida en personas con discapacidades.

Para ello es necesario diseñar un modelo de desarrollo para sistemas domóticos que permitan ser incluyentes a personas con diversos tipos de discapacidad, permitiéndole de esta forma que logren un mayor nivel de calidad de vida así como autonomía y seguridad en sus hogares. Se deberán plantear los pasos necesarios para cumplir con todo el proceso de desarrollo de este tipo de aplicaciones, cubriendo desde las características básicas con las cuales poderle brindar un

producto útil al usuario por medio del sistema domótico que conecte todos los elementos a controlar hasta el diseño de la interfaz móvil que servirá de puente entre las acciones de la persona y su hogar deberán centrarse en sus necesidades.

¿Por qué enfocarse en las necesidades de un usuario? se dice que más información puede ser proporcionada de manera significativa por los consumidores, con lo que les permitirá a los diseñadores convertir los datos en conocimiento, que es fundamental en la toma de decisión rápida. La extracción de información significativa a partir de datos en bruto no es trivial y esto abarca tanto la detección de eventos y visualización del resultado asociado y los modelados de datos, con la información presentada de acuerdo con las necesidades del usuario final. (Gubbi & Buyya, 2013)

La visualización es crítica para una aplicación ya que esto permite la interacción del usuario con el sistema. Con los constantes avances en las tecnologías de pantalla táctil, el uso de las tabletas y los teléfonos inteligentes tiene llega a ser muy intuitivo.

Para ello, se plantea la idea de realizar una interfaz de usuario desde un dispositivo móvil, el cual por medio de una comunicación web y servicios web, se comuniquen a su vez al sistema domótico; el cual por medio del uso de comandos, se realice el intercambio de información y acciones que controlen los diversos subsistemas de un hogar.

Sin embargo, para la realización de una interfaz de usuario eficaz, se necesitan guías o modelos para lograr una satisfacción de las necesidades de los usuarios, para ello, se deben tener en cuenta la aplicación de Patrones de Interacción, los cuales ayudarán a solucionar problemas recurrentes y con ello brindar al diseñador de herramientas comprobadas de su utilidad.

Estos Patrones de Interacción son guías para los desarrolladores que le permiten brindar una interfaz gráfica con mejores resultados, una de las herramientas que

ayudan con que cuenta la Interacción Humano - Computadora (HCI), que esta última tiene como finalidad lograr que el intercambio de información entre una persona y una computadora (sea PC, dispositivo móvil, etc.) sea más eficiente, incrementando la satisfacción del usuario, la facilidad de uso y finalmente, una mayor inclusión de la persona a un medio tecnológico.

El desarrollo eficiente de todo sistema de software requiere de modelos con los cuales poder guiar los pasos requeridos, si bien existe una amplia variedad de modelos, de acuerdo a las necesidades del proyecto, se deben adaptar los mismos para poder generar un mejor resultado, ya sea en tiempo de entrega, calidad, o aspectos cubiertos de los requerimientos.

Algunos de los modelos más utilizados actualmente para el desarrollo de soluciones de software son:

-El modelo en cascada, puede decirse que es el modelo más básico de desarrollo que refleja el ciclo de vida convencional de un proyecto, el cual se delimita por fases y hasta el término de cada una de ellas puede comenzarse la siguiente. Se caracteriza por ser un modelo muy intuitivo y generalmente sus etapas son Análisis del sistema y requisitos, Diseño, Programación y finalmente Pruebas.

-El modelo en espiral se caracteriza por ser un proceso evolutivo y que de forma incremental va construyendo prototipos, se ven evaluados y posteriormente se incrementan las funcionalidades del prototipo en base a los elementos obtenidos de la evaluación, iterándose de esta forma el proceso hasta lograr una liberación final del proyecto. Una de las cualidades de este modelo es la constante intervención del cliente al estarse evaluando el proyecto en cada iteración y como beneficio lograr un producto con mayor adaptación a sus necesidades, sin embargo a cada iteración va incrementando el tiempo y costo del proyecto.

-El modelo de desarrollo ágil SCRUM que se implementa especialmente en proyectos donde se debe priorizar el resultado en corto tiempo y los requisitos del proyecto no se encuentran muy claros o están cambiando constantemente; en este modelo se están haciendo entregas constantes al cliente y con resultados visibles en funcionamiento; sin embargo para lograrlo llevar a cabo se debe contar con un grupo de personas experimentadas y que cuentan con características como innovación, flexibilidad y amplio conocimiento en las tecnologías involucradas y métodos de desarrollo.

Sin embargo, sumando las cualidades propias del a problemática de desarrollar la herramienta que involucra de un sistema domótico con una interfaz móvil y cubrir las necesidades específicas para un grupo de la población con limitaciones físicas específicas, el proyecto involucrará características de software y hardware.

Por ello, ante la falta de una herramienta concreta y existente para cubrir la necesidad del desarrollo de sistemas domóticos para grupos específicos de la sociedad con algún tipo de discapacidad, se deberá plantear un modelo que cubra los pasos para generar este tipo de productos y ayude así a cubrir esta necesidad; a través de él definir cada uno de los pasos necesarios con los cuales se pueda llegar en puntos definidos, desde el planteamiento de los requerimientos hasta la liberación del servicio.

Una vez que se haya logrado el desarrollo del modelo, se deberá de comprobar el funcionamiento y qué ventajas se pueden lograr, esto será por medio de la aplicación del modelo en un caso específico de estudio y la aplicación de determinadas pruebas que serán parte del mismo modelo planteado para conocer los resultados.

### **1.3 Antecedentes de la investigación**

Para poder asentar las bases de donde surge la investigación se deberá de aclarar una serie de temas que sirvan como fundamento, con ello poder aclarar el funcionamiento de muchos de los elementos que se tratarán a lo largo de la investigación, así como tratar diversas soluciones parciales ya existentes a la problemática afrontada pero que de forma individual no logran atacar el problema, para ello se deberá hacer uso del análisis de éstos y poder tomar lo mejor de cada uno de ellos con la finalidad de poder conjuntarlos y de esta forma brindar una solución completa a la necesidad.

Se investigan diversas metodologías para poder desarrollar un sistema que cumpla las necesidades de un usuario para poder elegir los mejores elementos de cada uno de ellos y que sirvan para poder generar una serie de pasos definidos que brinden, a través de cada uno de ellos, información útil y resultados que en su conjunto cubran la problemática de la tesis, planteada en el capítulo anterior.

Se habla brevemente de diversas investigaciones y sistemas ya existentes que buscan a través de diversos enfoques poder cubrir la necesidad de brindar mejores herramientas y oportunidades a las personas con discapacidad motriz en su hogar a través de un sistema domótico; con este tipo de soluciones parciales, se podrá analizar cómo lo están atacando y qué elementos dejan sin cubrir para, a través de una comparativa, poder de igual forma que las metodologías de desarrollo, poder basarse en las fortalezas de cada uno de ellos y poderlas adaptar en el modelo que se propone en este trabajo.

Finalmente, se mostrará un tema de suma importancia a la investigación y que muchas de las ocasiones se deja de lado en este tipo de modelado de sistemas, el aspecto de interfaces gráficas para la interacción directa del usuario con el sistema; se mostrarán estudios que brindan herramientas y sugerencias a la hora de abordar estos temas, qué elementos tener en cuenta al momento de diseñarlas, de qué forma

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

el usuario debe intervenir en el proceso y de qué manera poder validar el funcionamiento de las mismas; elementos que serán de mucho enfoque en la investigación con la finalidad de cubrir las necesidades particulares que tienen las personas con discapacidad motriz.

En la actualidad se está haciendo cada vez más común el uso de "hogar digital" o "casa del futuro" como una posible realidad y además como solución a muchas de las problemáticas a las que se enfrentan personas con discapacidad o limitaciones por la edad; trabajando de esta forma un concepto cada vez más popular como es la "domótica accesible" o "domótica incluyente", la cual podría definirse como "un conjunto de servicios de la vivienda garantizado por sistemas que realizan varias funciones, los cuales pueden estar conectados entre sí, a redes interiores y/o exteriores de comunicación. Obteniendo un notable ahorro de energía, una eficaz gestión técnica de la vivienda, una buena comunicación con el exterior y un alto nivel de confort y seguridad". (Regatos, 2006)

Dado que la finalidad de este tipo de sistemas es mejorar la calidad de vida de quienes habitan la casa, los mayores beneficiados serán las personas que cuentan con alguna discapacidad, ya que al tener como característica que el sistema domótico se adapte a las necesidades del usuario, se da la oportunidad de brindarle un mejor desenvolvimiento en su hogar a este grupo de personas.

Actualmente existen algunas propuestas que buscan plantear alguna solución factible ante el reto promoviendo iniciativas en las que se generan entornos domóticos donde usuarios con distintas capacidades y necesidades prueban los diferentes mecanismos y sus funciones para determinar cuáles de ellos se ajustan más a sus necesidades, algunos de estos proyectos son:

- El Proyecto MODULA, propuesto por una empresa valenciana (LARTEC, Desarrollos Inteligentes S.L.) que con ayuda del IBV (Instituto de Biomecánica

de Valencia) la UDP (Unión Democrática de Pensionistas), el CEOMA (Confederación Estatal de Organizaciones de Mayores) y el apoyo del IMSERSO, desarrolla el proyecto de investigación, con el objetivo de adecuar el sistema domótico Lartec a las personas mayores para hacer de él un uso eficaz en sus viviendas. (LARTEC, 2006)

- El trabajo realizado por Christian Montalvo en su trabajo de tesis titulado "" en el cual plantea las características necesarias para un edificio inteligente en el cual personas con discapacidades puedan tener una inclusión y puedan desplazarse libremente por el edificio así como desarrollar sus tareas. En este trabajo se resalta por una parte la arquitectura básica necesaria tal como accesos, puertas, lugares comunes, etc.; así como el control de algunos sistemas básicos en domótica para facilitar la estancia de personas con discapacidad (la cual puede ser tanto visual, auditiva como motriz sin especializarlo en alguna). (Montalvo Loza)
- La recopilación de artículos en los cuales varios investigadores aportan estudios sobre oportunidades que se dan a la domótica para ayudar a personas con discapacidad; se habla sobre características que debe tener una casa, elementos básicos automatizados como accesos, sistemas de vigilancia iluminación, etc.; así como los elementos de confiabilidad que debe de cumplir un sistema para poder ser seguro para personas en estas condiciones, como normas a cumplir, aspectos éticos, entre otros. (Regatos, Sanz, & Varela, 2006)

## **1.4 Justificación de la Investigación**

Como se planteó en el Capítulo 1.2, la problemática de esta investigación es de gran importancia, ya que el grupo de personas con discapacidad motriz va en gran crecimiento por las diversas causas que pueden generar esta condición, desde motivos congénitos, crónico degenerativos, obesidad e incluso accidentes, todos en algún momento están expuestos a poder padecer esta condición, así que es

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

pertinente poder brindar una metodología para el desarrollo de sistemas domóticos que brinden una mejor oportunidad en los hogares.

Con la creciente inclusión social y abrir las puertas para que todos los sectores de la población tengan una mejor calidad de vida así como las mismas oportunidades para desarrollarse tanto en sus hogares como en su vida laboral, se han planteado varias estrategias a diversos niveles sociales, tanto por parte de gobierno como por asociaciones civiles, y por su parte el sector comercial como empresas y grupos de desarrollo han buscado ofrecer productos que los ayude.

Partiendo de estas características, se busca proveer de una base de investigación que permita el método de cómo desarrollar un producto que les permita un hogar con mejores características adaptadas a sus necesidades como es el caso de un sistema domótico, el cual les facilite tareas de forma automatizada y así mismo la aplicación en un teléfono inteligente con base en Android que se comunice con el control principal del hogar para el monitoreo de elementos como pueden ser la iluminación, temperatura, accesos controlados a la vivienda, envío de señales de alarma ante siniestros o una emergencia personal.

El valor que generará al final la investigación, es el sistema domótico personalizado al grupo de personas que cuentan con una discapacidad motriz y que permita adaptarlo a la vivienda de cada uno de ellos, identificar cuáles son sus necesidades principales y de qué forma se cubrirán por medio de los dos grandes productos generados, por un lado el sistema de control del hogar que será el cerebro que realice todas las comunicaciones con los subsistemas de la vivienda, almacene la información necesaria para accesos y garantizar permisos de acceso al hogar y sirva de puente entre estos subsistemas y el segundo gran producto, el cual es la aplicación para teléfono inteligente que logre por igual cubrir las necesidades que necesita este grupo de la población, aspecto visual, funcionalidad de los botones, métodos de comunicación, almacenaje de información, etc.

Las discapacidades que representan mayores complicaciones son las de movilidad, sensorial y cognitiva; las cuales se ven incrementadas en vulnerabilidad ante desastres naturales, pues estadísticas publicadas después del terremoto y el tsunami ocurridos en Japón en 2011 demostraron que la mortalidad de las personas con discapacidad registradas oficialmente fue de 2.06%, mientras que la de la población general fue de 1.03%. (World Health Organization, 2014)

Publicaciones como la Encuesta Nacional de Victimización de Crímenes de 2008 (Harrell & Rand, 2010), arrojan cifras alarmantes respecto a personas con discapacidad, mencionando que en hogares de Estados Unidos, personas de 12 años o mayores con discapacidades sufrieron aproximadamente 730,000 delitos violentos no fatales, y 1.8 millones de delitos contra su propiedad durante ese año.

En esa misma publicación se menciona que alrededor del 37% de los delitos violentos contra personas con discapacidad en 2008 fueron serios con: 40,000 violaciones o abusos sexuales, 116,000 robos, 115,000 asaltos agravados, además de 459,000 asaltos simples.

Cifras que generan aún mayor importancia del porqué aportar un sistema y el método de desarrollo que mitigue estas necesidades y problemática con que se cuenta actualmente; pudiendo expandirse en dado caso la aplicación del sistema para cubrir las necesidades de grupos que se encuentran en similar condición.

## **1.5 Descripción del reporte de tesis**

La presente Tesis tiene como finalidad la propuesta de un modelo para desarrollar sistemas domóticos para personas con discapacidad, a través del cual se adaptará a las necesidades específicas del usuario a través de la recolección de las necesidades propias del mismo así como la búsqueda de soluciones parciales que en su conjunto tengan un mayor impacto que por sí solas.

La investigación se divide en 6 capítulos, cada uno presentado un tema en particular; comenzando con la sección 1 en la cual se plantea el inicio del documento, aspectos del contexto de la investigación y el porqué de la necesidad de un trabajo de este tipo, justificar en base a estadísticas y características de productos existentes relacionados a la problemática.

El capítulo 2 se centra en el planteamiento de las preguntas, tanto general como específicas de la investigación, a través de las cuales se podrá recolectar cada una de las partes que le darán forma a la aportación, así como los objetivos que deben de cumplirse al concluir con el trabajo para confirmar que se logra la finalidad de la Tesis.

Dentro del tercer capítulo se tratará todo lo referente al marco teórico, temas que son relevantes para la comprensión de los elementos que tomarán parte en el desarrollo del modelo así como la implementación del mismo a través de un caso de estudio. Se describe lo referente a un sistema domótico, sus características y principales sub sistemas que se controlan dentro de un hogar; controladores mayormente manejados en la domótica con las ventajas de cada uno de ellos; se presenta el tema de arquitecturas de software, ya que éstas son una herramienta indispensable y muy valiosa para poder plantear los pasos necesarios para la descripción y caracterización de todo sistema. Finalmente se maneja el tema referente a la Interacción Humano – Computadora (HCI), tema por igual valioso al momento de desarrollar sistemas que son enfocados a un tipo de usuarios para garantizar el desempeño y utilidad de los sistemas.

A lo largo del capítulo 4 se plantea el modelo propuesto para este trabajo, con el cual se definen los pasos necesarios a llevar a cabo para la producción de sistemas domóticos enfocados a usuarios con discapacidades; para el planteamiento de éste, se parte de la generación de una arquitectura en base al análisis de las existentes y generalizando en una propia al problema; además se le da la importancia necesaria a la sección de interacción con el usuario para la cual se analiza una serie de patrones

de interacción que ayudarán a la generación de interfaces gráficas útiles para los usuarios.

En la sección 5 de este trabajo se genera el caso de estudio, en el que se implementa el modelo propuesto a través de cada uno de los pasos propuestos, en este caso se elige enfocar el estudio a generar un sistema domótico diseñado para usuarios que cuentan con un grado de discapacidad motriz ante lo cual tienen en especial limitaciones para el desplazamiento dentro de su hogar, con lo cual se genera un sistema de control con algunos subsistemas útiles para cubrir ciertas limitaciones, así como el desarrollo de una aplicación móvil a través de la cual el usuario tendrá acceso al control y gestionar funciones propias del sistema gracias a los patrones de interacción propuestos en el modelo.

Por último, se concluye con el capítulo 6, en el que se enfoca a mostrar los resultados de las pruebas exploratorias para conocer el desempeño y aceptación del sistema, generar conclusiones sobre el mismo y comprobar el cumplimiento de cada uno de los objetivos propuestos en este trabajo.

Capítulo 2

**“Formulación de tesis”**

## **2. Formulación de la investigación**

La investigación que se muestra en el presente documento de tesis se trata como anteriormente se planteó, sobre el desarrollo de una metodología que permita el desarrollo de sistemas domótico que cubra necesidades de un grupo de usuarios específicos como son pacientes con discapacidad motriz con la finalidad de que se puedan desarrollar con un mejor nivel de vida dentro de su hogar y brindarles un grado mayor de seguridad; ante la falta de un sistema que sea de forma abierta y accesible para este grupo de la población, así como la necesidad tanto en el aspecto de control del hogar como la aplicación para teléfono inteligente que estuviera adaptada a los requerimientos de los pacientes se planteó desarrollar el modelo que brindara una solución.

Para poder lograr el fin de la investigación, se deben de plantear pasos por los cuales ir completando objetivos, y de ello se trata este capítulo, en el cual se plantean las preguntas de investigación y objetivos de la misma.

### **2.1 Preguntas de investigación**

#### **2.1.1 Pregunta general de la investigación**

Se define la pregunta principal como a continuación se muestra:

- ¿Qué características deberán de tomarse en cuenta para desarrollar un método de diseño de sistemas domóticos adaptados a personas con algún grado de discapacidad motriz; así mismo, qué elementos en diseño de la interfaz gráfica se tomarán en cuenta para desarrollar una aplicación móvil?

## 2.1.2 Preguntas específicas de la investigación

A continuación se muestran las 5 preguntas específicas de la investigación:

1. ¿Qué características y limitaciones tienen las personas con discapacidad motriz para definir el perfil del usuario?
2. ¿Qué características de diseño deben tomarse en cuenta al momento de desarrollar una interfaz de usuario para la aplicación móvil de acuerdo al perfil de los pacientes con discapacidad motriz?
3. ¿Cómo debe ser el modelado del sistema domótico para que pueda comunicarse de forma eficaz entre los diversos subsistemas así como la aplicación del teléfono inteligente?
4. ¿Cuáles serán algunos de los subsistemas que le ayudarán a pacientes con algún nivel de discapacidad motriz a desarrollarse mejor en su hogar?
5. ¿Qué pruebas se deberán de realizarse a nivel usuario y a nivel sistema domótico para verificar el funcionamiento y el cumplimiento de las necesidades del paciente con discapacidad motriz?

## **2.2 Objetivos de la investigación**

### **2.2.1 Objetivo general de la investigación**

El objetivo general que definirá esta investigación es el siguiente:

- Diseñar un modelo de desarrollo abierto para sistemas domóticos y diseño de una aplicación para teléfonos inteligentes, enfocados en brindar una mayor independencia en su hogar a personas con discapacidad motriz.

### **2.2.2 Objetivos específicos de la investigación**

Para lograr el objetivo principal, éste se dividirá en 5 objetivos específicos, los cuales al cubrirse, automáticamente se logrará el cumplimiento del principal, éstos serán:

1. Identificar las características y limitaciones que comparten las personas con discapacidad motriz.
2. Determinar de acuerdo a las características de la Interacción Humano Computadora (HCI) cómo se cubrirán algunas de las necesidades de los pacientes con discapacidad motriz para el desarrollo de una aplicación para teléfonos inteligentes.
3. Determinar el modelado de un sistema domótico abierto de tipo centralizado que permita la interacción de los algunos sistemas electrónicos en la casa, que ayuden a personas con cierto grado de discapacidad motriz.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
4. Definir algunos subsistemas que deben de diseñarse en base a las necesidades de los usuarios con discapacidad motriz que pueda permitirles desarrollarse en su hogar y facilitar tareas cotidianas como desplazamiento y seguridad.
  5. Realizar pruebas exploratorias para conocer la utilidad y resultados del desarrollo del sistema domótico y la aplicación para teléfonos inteligentes de acuerdo a las necesidades de los pacientes con discapacidad motriz.



Capítulo 3

**“Marco Teórico”**



### 3. Marco Teórico

En el presente capítulo se presentarán los temas relacionados a los sistemas domóticos y las interfaces de usuario, temas que aportarán una base sólida para la creación del modelo de desarrollo para este tipo de sistemas especializados para personas con algún tipo de discapacidad. Temas como son los orígenes y características de la domótica, los sub sistemas más comunes que se controlan por medio de la domótica y diferentes tipos controladores centrales que son el cerebro de todo el sistema domótico; con la finalidad de poder saber hasta qué alcances se tendrá en el modelo de desarrollo.

Así mismo, se manejarán temas como son las diferentes arquitecturas existentes que ayudan a modelar el sistema y con las cuales se puede guiar el modelo de desarrollo propuesto para un buen funcionamiento de todo el sistema domótico específico (sub sistemas, cerebro e interfaz).

Finalmente se plantean algunos estudios realizados y que ayudan a un buen diseño de interfaces para personas con distintas discapacidades y que pueden servir de guía para poder definir los pasos en el modelo, de la misma forma se hace uso de los patrones de interacción ya existentes y se complementa una interfaz gráfica robusta y útil para este tipo de usuarios.

### 3.1 Antecedentes de la domótica

Comenzando con el tema central, primeramente se debe definir para conocer los alcances que se puede tener y la gran cantidad de oportunidades aún existentes; ¿qué es la domótica? Según la Real Academia Española, domótica se define como "Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda." (Real Academia Española, 2016) por lo tanto se busca que todos los elementos que conjuntan a una casa puedan funcionar de forma automática para facilitar las tareas cotidianas; dejando como límite la misma creatividad y necesidades del usuario.

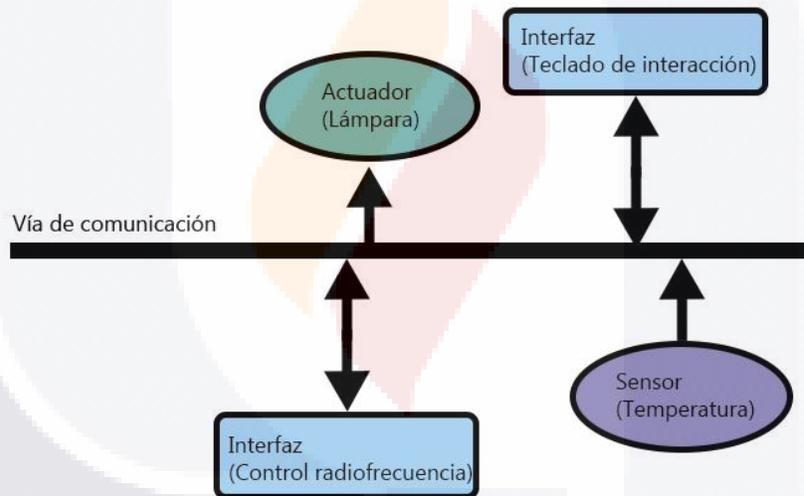
De misma forma, se define como la opción, integración y aplicación de las nuevas tecnologías informáticas y comunicativas al hogar. Incluye principalmente el uso de electricidad, dispositivos electrónicos, sistemas informáticos y diferentes dispositivos de telecomunicaciones, incorporando la telefonía móvil e Internet. (Soláns Campo, 2005) Por lo cual se debe de tener en cuenta varios aspectos con la finalidad de lograr el funcionamiento del sistema domótico, características como los sistemas que se desea controlar y los medios con los que se comunicarán, evaluar las opciones existentes desde comunicación por cableado a medios inalámbricos como pueden ser Wireless, Bluetooth, ZigBee, etc.

Para Huidobro J.M. y Millán R. (2004), la Domótica se aplica a los sistemas y dispositivos que proporcionan algún nivel de automatización dentro de la casa, pudiendo ser desde un simple temporizador para encender y apagar una luz o aparato a una hora determinada, hasta los más complejos sistemas capaces de interactuar con cualquier elemento eléctrico del hogar. La vivienda domótica es por tanto "aquella que integra un conjunto de automatismos en materia de electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones, con el objetivo de asegurar al usuario un aumento del confort, la seguridad, el ahorro energético, las facilidades de comunicación y las posibilidades de entretenimiento". Se pretende con ello integrar todos los aparatos del hogar a fin de que funcionen de la forma más eficaz

posible y con la necesidad de una intervención mínima o inexistente por parte del usuario. (Huidobro J.M., 2004)

Existen diferentes tipos de modelos de sistemas en torno a su distribución, una clasificación muy extendida de los sistemas distribuidos es aquella que los clasifica en función de la ubicación, jerarquía o relación entre sus componentes lógicos. Los sistemas domóticos así mismo cuentan con diversas arquitecturas en base a su forma de control, siendo las más comunes:

1. La arquitectura distribuida en la cual no existe un controlador principal que administre las señales entre los diversos subsistemas, sino que cada uno cuenta con su controlador, por lo cual la comunicación se hace de forma directa (P2P).

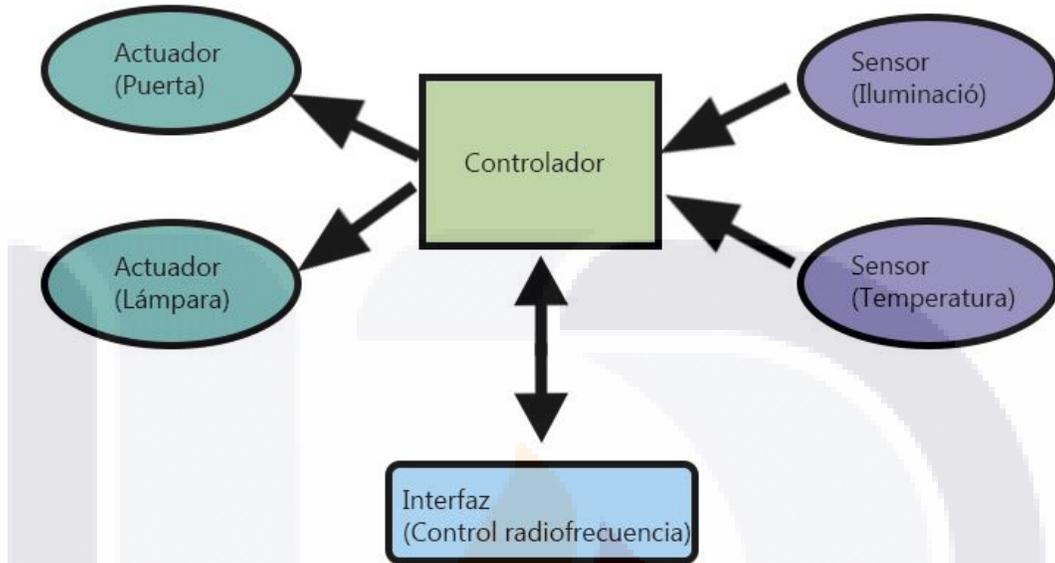


**Ilustración 1 Arquitectura distribuida**

2. La arquitectura centralizada, la cual cuenta con un control especializado central (cerebro) que por medio de él se conectan todos los subsistemas permitiendo así una interacción y brindando mayores ventajas al momento de generar una conexión al exterior de la casa por medio de internet.

Es un modelo básico en el cual los procesos del sistema están divididos en dos grupos, el servidor (que puede ser un sistema de archivos distribuidos, una base de datos, etc.) y los clientes, que son los que solicitan información a través de una

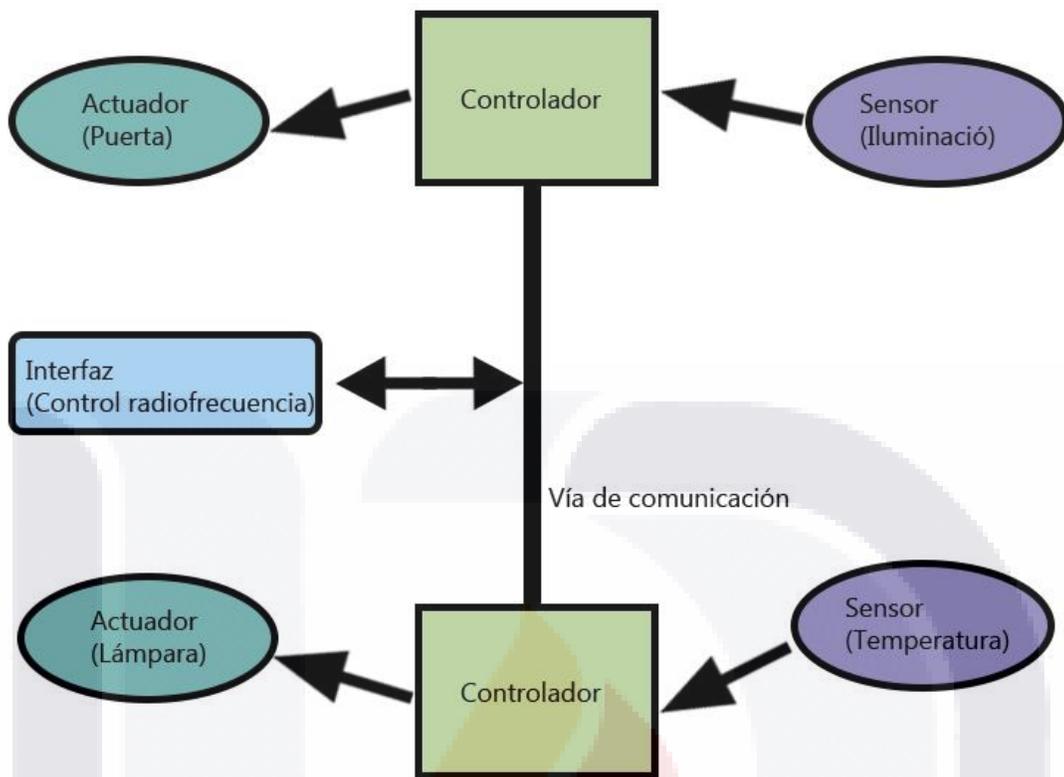
petición. Generalmente cuenta con un sistema que trata todas las peticiones de los clientes y les da respuesta; se emplea en su mayoría en sistemas pequeños con un limitado número de procesos. (Microsoft, 2009)



**Ilustración 2 Arquitectura centralizada**

3. La arquitectura descentralizada o mixta, es la cual conjunta el funcionamiento de las dos arquitecturas anteriores, la cual tiene varios controladores dependiendo de la función que llevarán a cabo cada uno de ellos comunicándose entre sí, con esto se separan las tareas, liberando tiempo de procesamiento.

En un sistema de igual a igual, la mayor parte de la interacción entre los componentes es simétrica, es decir, éstos actúan como clientes y servidores al mismo tiempo. Así mismo, la información puede estar distribuida en diferentes servidores los cuales se les da acceso dependiendo de la información que se requiere. Uno de los ejemplos más comunes de este modelo es el peer to peer. (Microsoft, 2009)



**Ilustración 3 Arquitectura descentralizada o mixta**

Dentro de los principales objetivos que se plantea la domótica:

- Seguridad, traducida en equipos de control, principalmente cámaras de video, y automatización, sensores en su mayoría; aplicados no solo a la seguridad ante robos e intrusiones al hogar, sino también seguridad ante fugas de gas, incendios y otros siniestros posibles.
- Creación de Ambientes, referida a la idea de que cada situación tiene su propia configuración ideal. Por ejemplo, la iluminación necesaria al estudiar es totalmente diferente que la usada al ver una película; es más, puede haber una programación tal que las luces se apaguen o atenúen automáticamente cuando el reproductor de películas comience y vuelvan a la normalidad cuando la película termine.

- Climatización, al igual que la iluminación, cambia en forma dinámica; la temperatura ideal a lo largo del día o del tiempo cambia y esto puede ser programado de forma tal que funcionen dadas ciertas condiciones o se autorregulen de acuerdo a sus propios sensores.
- Control de acceso, no solo facilitando la entrada y salida de los habitantes del lugar, por ejemplo, abriendo y cerrando puertas y portones si se detecta la presencia de unos de ellos o un vehículo del hogar, sino ligado a la seguridad, detectando e impidiendo el paso de personas ajenas al recinto.
- Entretenimiento, poniendo a disposición de manera fácil y rápida todo el apartado multimedia. Esto no involucra tan sólo la experiencia audio-visual, también se refiere a movilidad, por ejemplo, ofreciendo la posibilidad de, sin tener que retirar una película y ponerla en otro reproductor, desviar su salida a cualquier otro sector del lugar de forma fácil y rápida.
- Gestión de energía, evitando el típico problema de que, sin haber personas en una sala, las luces y otros equipos se encuentran encendidos por largo rato. O, en lugares donde el costo de energía es variable durante el día, programar los equipos de mayor consumo para aquellos momentos en los que es más económico. En general, utilizar los diversos sensores para localizar y neutralizar gastos de energía innecesarios.
- Automatización de Tareas, corresponde al punto típico en el que se piensa cuando se habla de Domótica, siendo útil para cosas tan sencillas como programar el encendido de la cafetera, hasta definir los grados de iluminación necesarios para abrir o cerrar las cortinas.
- Centralización, equilibrando lo complejo que resulta la utilización, con la cantidad de funciones de que se dota a cada panel, en caso de ser fijos, empotrados en los muros, móviles, como el control remoto típico de cualquier dispositivo, o contenido en un solo equipo, el computador.
- Accesibilidad, dado que si de todo lo anterior se trata, parte esencial para su logro es la posibilidad de acceder a todas las características que ofrece un sistema tal, desde cualquier parte y en cualquier momento. Por ejemplo, no

habrá ahorro si las luces fueron programadas para encenderse a las 7 PM, pero debido a problemas, nadie llegara hasta las 11 PM.

De todo lo anterior se desprende un concepto fundamental para la domótica: Integración. Esto se debe dar a diferentes niveles, entre los equipos, para lo cual se definen estándares, y entre el sistema y los habitantes, para lo cual se debe dotar al sistema de facilidad de uso. (Mella Urrutia & Moena Quijada, 2005)



## **3.2 Tipos de subsistemas domóticos**

La finalidad de la domótica es el control de los diversos subsistemas que se pueden encontrar en un hogar, entre los más comunes son los sistemas de iluminación, los sistemas de calefacción en el hogar, el acceso controlado a la casa por medio de reglas que conceden o deniegan la apertura de puertas, sistemas de vigilancia que en conjunto con las alarmas brindan el aspecto de mayor seguridad a la casa; por ello es pertinente definir algunos de ellos para conocer mejor su funcionamiento y cómo tienen un impacto en el sistema domótico.

### **3.2.1 Sub sistema de iluminación LED**

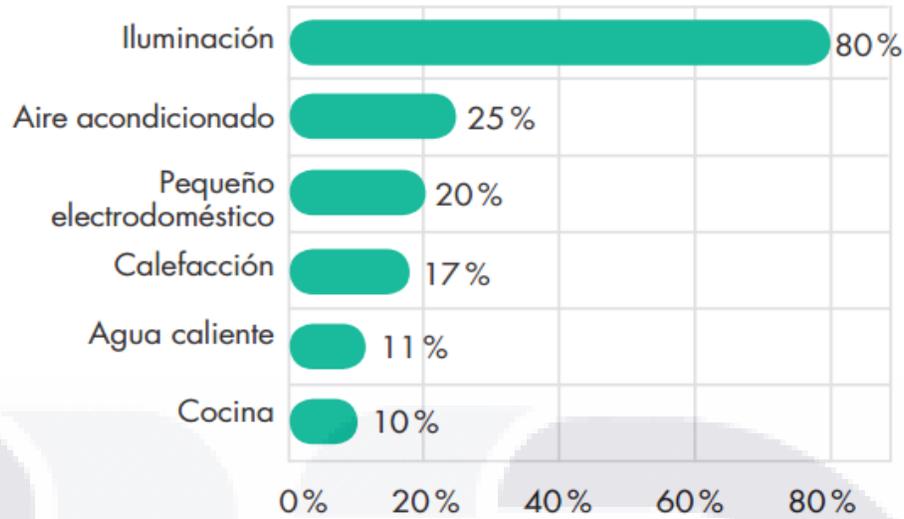
Los LEDs son dispositivos en estado sólido que generan luz de una manera radicalmente diferente a otras fuentes de luz. Las lámparas incandescentes simplemente calientan un filamento de metal (tungsteno) a miles de grados Celsius debido a su resistencia al paso de la corriente eléctrica. A esta temperatura el filamento emite luz, luz que se ubica en el área infrarroja del espectro lumínico, de ahí la ineficiencia de este tipo de lámparas. Las lámparas fluorescentes generan luz al pasar corriente eléctrica a través de vapor de mercurio, esta genera una excitación que hace al vapor de mercurio emitir luz ultravioleta (UV). La luz UV golpea el fósforo dentro de la lámpara que hace que ésta se vuelva fluorescente y produzca luz blanca visible. El proceso requiere de un balasto (dispositivo electrónico) para controlar el flujo de electricidad.

En los LEDs, un bajo voltaje de corriente continua (CC) circula a través de dos capas de material semiconductor. Esto resulta en la generación de fotones de luz de un reducido rango de frecuencias. El color de la luz depende del material semiconductor utilizado y del tipo de dopante (impurezas) que se le agregue. El semiconductor se aloja en una caja epoxi que además funciona como un sistema óptico (lente), que enfoca la luz producida. Para uso con la red de suministro eléctrico, se necesitan

controladores electrónicos y convertidores de voltaje. El nivel de innovación tecnológica y de ingeniería involucrada en los LEDs modernos es mucho mayor que en las fuentes convencionales de luz.

Con cualquier tecnología en desarrollo, las ventajas son mayores que sus desventajas. Aunque existen desafíos técnicos que superar. En el caso de la iluminación con LED, los principales desafíos incluyen los costos, la eficacia y la potencia. Todas estas son áreas en progreso constante. A pesar de las incertidumbres, es posible pensar un futuro optimista para la iluminación en base a LEDs. (Greenpeace, 2006)

**Ahorro energético en una vivienda domótica** En una vivienda de dos plantas de 130 m<sup>2</sup>, en Guadalajara, vive una familia de tres miembros, con una potencia contratada de 5,7 kW, un consumo anual de 4 500 kWh, y un coste energético anual de 550 €. La distribución energética es de un 39 % en calefacción, un 27 % en agua caliente, un 12 % en electrodomésticos, un 11 % en la cocina, un 9 % en iluminación, y un 2 % en aire acondicionado. La comparamos con una vivienda de iguales características en la que se ha realizado una instalación domótica cuyo sistema controla: las luces de forma inteligente, la luz exterior, la ocupación, y hace uso de la monitorización de las persianas como un elemento de gestión energética y lumínica. Además, detecta y elimina consumos latentes, gastos eléctricos provocados por olvidos y fallos y averías por sobrecargas en la instalación eléctrica. En un año se produce el ahorro eléctrico siguiente:



**Ilustración 4 Ahorro eléctrico después de un año con un sistema domótico instalado. (Fuente: Guía de Ahorro Energético de CEDOM.)**

La Ilustración 4 resalta la importancia del control de los diferentes sub sistemas más comunes en la domótica, de acuerdo al consumo de energía que tiene cada uno de ellos, el sistema de iluminación suele ser uno de los más críticos, por ello suele ser el que más se beneficia de una buena implementación por los sistemas de administración que ofrece un control domótico

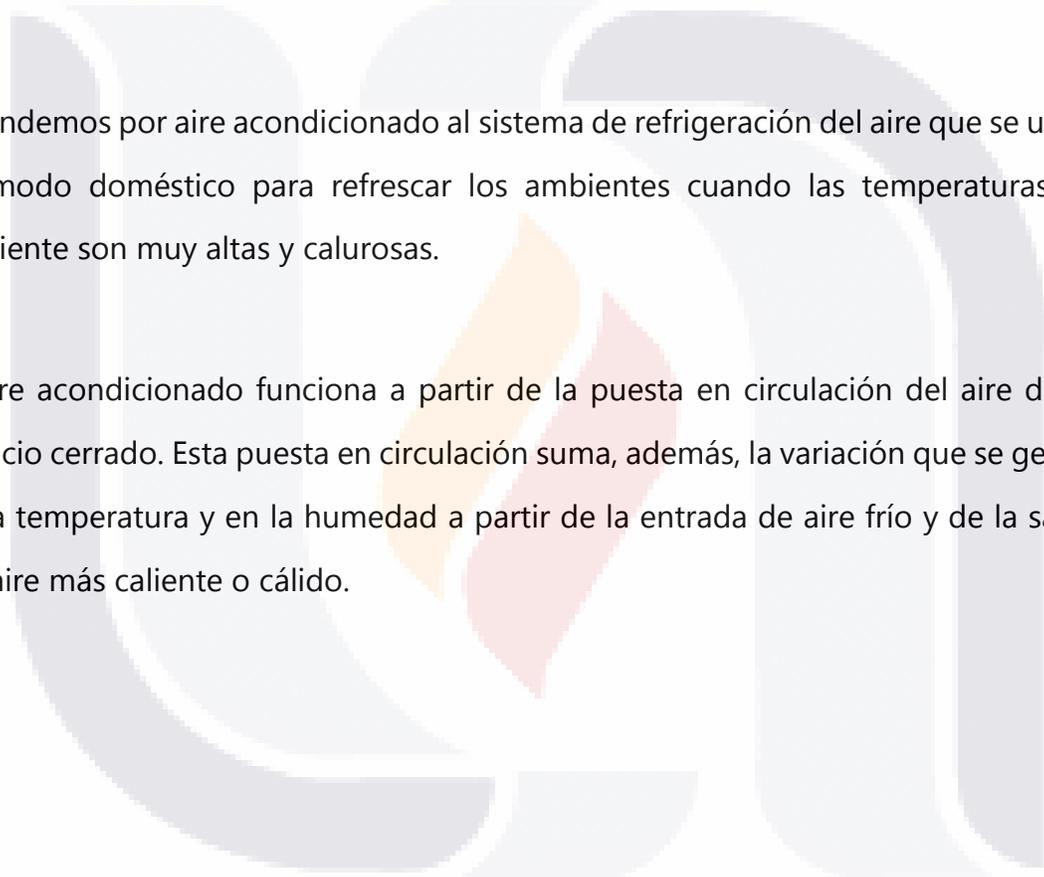
### 3.2.2 Sub sistema de aire acondicionado

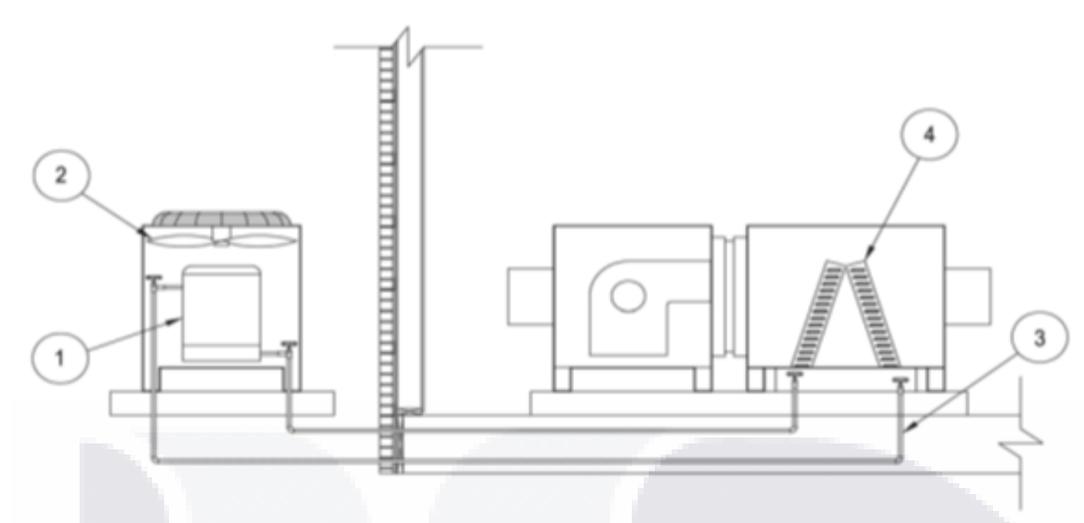
Al pensar en eficiencia en energía, una de las decisiones más importantes que se harán con respecto a un nuevo hogar es el tipo de sistema de calefacción y de enfriamiento que se va a instalar. Otra consideración crítica es la selección del contratista de calefacción y de aire acondicionado. La eficiencia del funcionamiento de un sistema depende tanto de la instalación apropiada el grado de funcionamiento del equipo.

El diseño incorrecto y la instalación incorrecta del sistema de aire acondicionado tienen impactos negativos en la comodidad personal y en las cuentas de energía. El diseño y la instalación incorrectos de un sistema de aire acondicionado pueden afectar negativa y dramáticamente la calidad del aire en un hogar. Los conductos mal diseñados y mal instalados pueden crear condiciones peligrosas que pueden reducir la comodidad, afectar negativamente la calidad del aire interior, o aún amenazar la vida de los dueños de una casa.

Entendemos por aire acondicionado al sistema de refrigeración del aire que se utiliza de modo doméstico para refrescar los ambientes cuando las temperaturas del ambiente son muy altas y calurosas.

El aire acondicionado funciona a partir de la puesta en circulación del aire de un espacio cerrado. Esta puesta en circulación suma, además, la variación que se genera en la temperatura y en la humedad a partir de la entrada de aire frío y de la salida del aire más caliente o cálido.





**Ilustración 5 Topología clásica de un sistema de aire acondicionado (Fuente: Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC) -102)**

Los acondicionadores de aire utilizan el ciclo de compresión del vapor, un proceso de 4 pasos

1. El compresor (en la unidad exterior) presuriza un refrigerante gaseoso. El refrigerante se calienta durante este proceso.
2. Los ventiladores en la unidad exterior soplan el aire a través del gas presurizado caliente, a la bobina de condensación; el gas refrigerante se enfría y se condensa en un líquido.
3. El líquido presurizado se transporta por tubos a la unidad de control de aire. Entra en una válvula reguladora o de expansión, donde se expande y se enfría.
4. El líquido frío circula a través de bobinas del evaporador. Se sopla aire interior a través de las bobinas y se enfría mientras que el refrigerante se calienta y se evapora. Se sopla el aire enfriado a través de la canalización. El refrigerante, que ahora es un gas, vuelve a la unidad exterior donde se repite el proceso.

### 3.2.3 Sub sistema de acceso controlado

Con la finalidad de garantizar la seguridad en las viviendas, cada vez se está haciendo mayor uso de elementos que ayuden a lograr la meta de tener un mejor control de quién puede acceder; se hace uso de un conjunto de componentes que por sí solos no cubren en su totalidad con esta necesidad, sin embargo al trabajar unidos resultan una solución efectiva.

Sistemas que permitan detectar intrusos, emitir avisos y sonidos para alertar ante este tipo de emergencias son algunas de las herramientas con las cuales se puede tener un control en el hogar; así es como un sistema de control se puede definir como un conjunto de dispositivos que incluye alarmas pero a su vez materiales mucho más tecnológicos tales como sensores, cámaras, centrales, infrarrojos, etc. A través de los múltiples sistemas de control de acceso se puede asegurar los hogares convirtiéndolos en sitios tranquilos y confortables.

Diversos sistemas para la apertura de puertas a personas autorizadas como son los controlados mediante biometría, un sistema seguro para el rápido acceso restringido, ya que únicamente podrá acceder la persona que previamente esté autorizada y haya registrado su huella dactilar en el sistema. El reconocimiento de huella dactilar es prácticamente instantáneo, un usuario podrá registrar varias huellas para el acceso.

Así mismo sistemas como son los de acceso mediante tarjetas de proximidad son una manera fácil y económica de gestionar el acceso a puertas y recintos. El sistema funciona mediante una tarjeta con un chip en su interior, la cual al acercarla al lector reconoce si la tarjeta está autorizada y permite el acceso o lo deniega en caso contrario.

Los equipos con tarjetas IDRF tienen un alto grado de seguridad en el acceso. Las tarjetas se pueden grabar con un lector/grabador de tarjetas que también podemos suministrar, en algunos sistemas se puede realizar la grabación desde la misma terminal.

### **3.2.4 Sub sistema de cámaras de vigilancia**

Los sistemas de vigilancia por medio de cámaras, generalmente se componen de 3 elementos básicos, las cámaras digitales (mayormente de categoría IP), el servidor que se encarga de almacenar el video grabado y el medio de transmisión; al ser las cámaras IP de las mayormente usadas y sencillas de configurar, son las más indicadas para proyectos de viviendas. Estas cámaras se comunican por medio de conexión Ethernet y actualmente de forma WiFi.

Las cámaras IP, son vídeo cámaras de vigilancia que tienen la particularidad de enviar las señales de video (y en muchos casos audio), pudiendo estar conectadas directamente a un Router ADSL, o bien a un concentrador de una Red Local, para poder visualizar en directo las imágenes bien dentro de una red local (LAN), o a través de cualquier equipo conectado a Internet (WAN) pudiendo estar situado en cualquier parte del mundo. A la vez, las cámaras IP permiten el envío de alarmas por medio de Email, la grabación de secuencias de imágenes, o de fotogramas, en formato digital en equipos informáticos situados tanto dentro de una LAN como de la WAN, permitiendo de esta forma verificar posteriormente lo que ha sucedido en el lugar o lugares vigilados.

#### **¿Qué aplicaciones tienen las cámaras IP?**

Algunas de las aplicaciones más frecuentes de las cámaras IP son la vigilancia de:

- Viviendas, permitiendo visionar la propia vivienda desde la oficina, desde un hotel, cuando estamos de vacaciones.
- Negocios, permitiendo controlar por ejemplo varias sucursales de una cadena de tiendas, gasolineras.
- Instalaciones industriales, almacenes, zonas de aparcamiento, Muelles de descarga, accesos,.... incluso determinados procesos de maquinaria o medidores.
- Hostelería, Restauración, Instalaciones deportivas.
- Lugares Turísticos, cada día es más frecuente que organismos oficiales, como Comunidades Autónomas, Ayuntamientos, etc. promocionen sus zonas turísticas, o lugares emblemáticos de las ciudades, instalaciones deportivas, implementado en sus páginas Web las imágenes procedentes de Cámaras IP estratégicamente situadas en estos lugares.



**Ilustración 6** Esquema genérico de un sistema de vigilancia IP (Fuente: Brickcom Video Management Software)

La ventaja de las cámaras IP se puede observar en la Ilustración 6, debido a el proceso de conexión que tienen permite observar el video generado por la misma desde prácticamente cualquier lugar gracias a la conexión a internet, con lo cual se puede realizar el monitoreo desde un sistema especializado, un sistema domótico, una PC o incluso desde teléfonos inteligentes.

### **3.2.5 Sub sistema de alarmas**

Actualmente estamos viviendo una etapa muy innovadora en los sistemas de alarma electrónicos, tecnologías de redes de datos, movilidad, pantallas táctiles, automatización y servicios en línea, que entre otras, han sido incorporados en los paneles de control, teclados de mando y monitoreo remoto de alarmas. El sistema actúa como segunda defensa contra cualquier intruso, dará aviso en caso de que alguna persona esté intentando sobrepasar los límites permitidos y que por alguna razón ya se encuentre dentro de la propiedad.

Los sistemas actuales de protección interior contemplan la protección de zonas cero (debajo de los detectores), y permitiendo la presencia de mascotas dentro de la propiedad sin emitir señales de alarma. Un sistema de alarma contra incendio se encarga de alertar sobre la presencia de humo o calor dentro del área protegida por los sensores de humo y temperatura. Un sistema de alarma para emergencias médicas o de pánico permite avisar al Centro de Monitoreo sobre la situación de emergencia que se presenta en el momento.

#### **¿De qué elementos se compone un sistema de alarma?**

Panel de Control: Tarjeta electrónica que funciona como el cerebro del sistema y tomará decisiones dependiendo de la actividad en cada sensor, así como de su estado actual de activación. Se encarga de comunicar los eventos de forma local o

remota, utilizando los medios de comunicación disponibles en la instalación. Su capacidad se mide en zonas de detección.

Teclado: Interfaz entre el usuario y el sistema de alarma. Puede incluir funciones extras a la de seguridad, como encendido de luces.

Detectores / Sensores: Son los dispositivos que se encargan de avisar al panel de control sobre el estado del sistema, así como de alertar en caso de una situación fuera de lo normal.



**Ilustración 7 Instalación común de un sistema de alarma (Fuente: Elite Seguridad)**

En la anterior Ilustración se observa un diagrama representativo de los diferentes elementos de los que se puede valer un sistema de seguridad en el hogar, entre otros se llega a componer del propio panel de control, sensores o detectores de movimiento, de contacto para puertas y ventanas, intercomunicadores, detectores de humo, sirenas, etc. Todos ellos en conjunto brindan de un mayor grado de seguridad para el usuario dentro de su hogar ante catástrofes o emergencias.

### 3.3 Tipos de controladores en la domótica

La sección más importante de todo sistema domótico es el cerebro o controlador de todo el conjunto, ya que es el encargado de administrar las tareas que se ejecutan, así como el envío y recepción de información tanto a los diversos sub sistemas del hogar como a los elementos de interacción fuera del hogar como pueden ser las interfaces de control en dispositivos móviles como en servidores o PC.

Por lo tanto existe una gran variedad de dispositivos que pueden ayudar en la función de este tipo de tareas, muchos de los cuales han surgido debido al estudio de grandes empresas los cuales han manejado diversos protocolos propios en la comunicación y tratamiento de los datos entre sus propios periféricos, con ello generando que muchos de los sistemas sean incompatibles entre los proveedores de los componentes.

Actualmente existen una gran variedad de sistemas centralizados, llamados controladores programables o microcontroladores, orientados a instalaciones de viviendas y pequeños edificios.

Para realizar estas instalaciones, los controladores programables disponen de unidades de E/S donde se conectan los componentes de la instalación que se van a automatizar.

- Las unidades de entradas reciben la información de los elementos de campo (pulsadores, termostatos, sensores, detectores de control remoto IR/RF, sensores de alarma, etc.), envían al controlador la información recibida y este, en función de la programación realizada, comunica a las salidas la acción que se debe realizar.

- Las unidades de salida transmiten la información a los elementos de campo, tales como lámparas, electroválvulas, electrodomésticos, motores de persianas, sirenas de alarmas, etc.

En la actualidad la mayoría disponen de módulos de E/S distribuidos por la instalación, por medio de un par trenzado de dos hilos, formando una conexión en forma de estrella con el controlador y disminuyendo el cableado. Los controladores programables son adecuados para realizar instalaciones domóticas de viviendas y automatizar cualquier instalación eléctrica en locales comerciales, pequeñas oficinas, escuelas, etc., en las que se pueden realizar el control, vigilancia y seguridad del edificio, los sistemas de ahorro energético, los sistemas de iluminación y calefacción y el control remoto de la instalación vía teléfono o Internet.

### **3.3.2 Controladores LOGO!**

LOGO! es un microcontrolador utilizado en aplicaciones domóticas de viviendas y pequeños edificios, mediante el módulo de comunicación con KNX, se utiliza en la instalación de grandes edificios.

Las aplicaciones más comunes que puede realizar son:

- Control de la iluminación.
- Control de la climatización.
- Control de la seguridad.
- Control del riego.
- Control de las puertas, las persianas y los toldos.
- Los componentes de LOGO! son:
- LOGO! Basic con las distintas configuraciones.
- Módulos de ampliaciones de E/S analógicas y digitales.

- Módulos de comunicación, AS-Interface (tiene cuatro entradas y salidas virtuales) y EIB/KNX, para conectar el LOGO! al sistema de edificios KNX. Como interfaz con KNX, facilita la comunicación con otros dispositivos KNX.
- Visualizador de texto LOGO! TD es una pantalla adicional que se conecta al LOGO! y permite la visualización de la programación y los detalles de la aplicación. Tiene cuatro teclas de función que pueden programarse como entradas en el programa e, igual que el módulo Basic, tiene cuatro teclas de cursor, una tecla ESC y una tecla OK, que también pueden programarse y utilizarse para la navegación en el LOGO! TD.



**Ilustración 8 Imagen ilustrativa de un controlador LOGO! (Fuente: Controlador LOGO!)**

La Ilustración 8 representa un controlador LOGO!, el cual tiene varias características como las entradas y salidas a través de las cuales se realiza el cableado de los diferentes elementos a controlar como pueden ser interruptores de puertas, iluminación, detectores y sensores, etc.; uno de los elementos a resaltar es la característica para poder ampliar los módulos que pueden conectarse para incrementar sus funciones así como cantidad de sub sistemas compatibles con el controlador LOGO!

### 3.3.3 Tarjetas de desarrollo (Microcontroladores)

Un microcontrolador, es un circuito integrado programable que contiene los elementos necesarios para controlar un sistema; cuando se habla de un circuito integrado programable que controla periféricos, se trata de un sistema que contiene entre otras cosas una unidad aritmético-lógica, unas memorias de datos y programas, unos puertos de entrada y salida, se puede hacer una analogía que un microcontrolador es un pequeño ordenador diseñado para realizar unas funciones específicas.

Los microcontroladores se pueden encontrar en una amplia gama de aplicaciones, como puede ser en lavadoras, teclados, teléfonos móviles, ratones etc. Hay multitud de microcontroladores con más memoria, entradas y salidas, frecuencia de trabajo, coste, subsistemas integrados y un largo etc. dependiendo de cada tipo de microcontrolador. (Serra, 2000)

Aplicaciones de los microcontroladores Se usan fundamentalmente cuando la potencia de cálculo no es importante

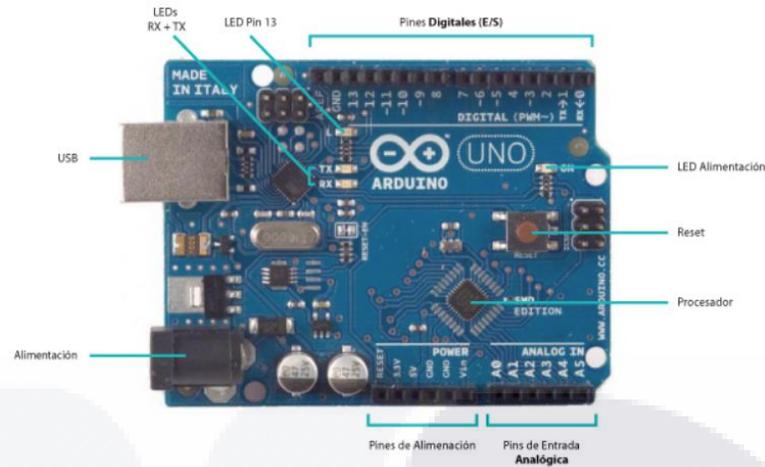
- Robótica: Muy usados en subsistemas específicos de control (extremidades, facciones del rostro, soportes prensiles, etc.)
- Equipamiento informático: impresoras, scanners, copadoras...
- Sistemas portátiles y autónomos
- Sector automotriz: control centralizado de puertas y ventanas, climatizadores, inyección, alarmas, etc.
- Sector doméstico: integrado en los sistemas de televisores, lavarropas, microondas, heladeras, videos, etc.

Una de las tecnologías que ha explotado ampliamente el uso de microcontroladores al momento de realizar proyectos con mucha facilidad es la tecnología Arduino, la cual es una herramienta para hacer que los ordenadores puedan sentir y controlar el mundo físico a través de tu ordenador personal.

Es una plataforma de desarrollo de computación física (physical computing) de código abierto, basada en una placa con un sencillo microcontrolador y un entorno de desarrollo para crear software (programas) para la placa. Se puede usar Arduino para crear objetos interactivos, leyendo datos de una gran variedad de interruptores y sensores y controlar multitud de tipos de luces, motores y otros actuadores físicos. Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o comunicarse con un software que se ejecute en un ordenador. (MEDIALAB USAL, 2010)

Algunas de las ventajas que se puede se tiene en Arduino comparado a otras tecnologías de microcontroladores son:

- **Costo:** Las placas Arduino son más accesibles comparadas con otras plataformas de microcontroladores. La versión más cara de un módulo de Arduino puede ser montada a mano, e incluso ya montada cuesta bastante menos de \$300
- **Multiplataforma:** El software de Arduino funciona en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux. La mayoría de los entornos para microcontroladores están limitados a Windows.
- **Entorno de programación:** El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes y lo suficientemente flexible para los usuarios avanzados. Pensando en los profesores, Arduino está basado en el entorno de programación de Processing con lo que el estudiante que aprenda a programar en este entorno se sentirá familiarizado con el entorno de desarrollo Arduino
- **Código abierto:** El software Arduino está publicado bajo una licencia libre y preparada para ser ampliado por programadores experimentados. El lenguaje puede ampliarse a través de librerías de C++, y si se está interesado en profundizar en los detalles técnicos, se puede dar el salto a la programación en el lenguaje AVR C en el que está basado.



**Ilustración 9 Placa de desarrollo Arduino basada en un Microcontrolador (Fuente: Arduino UNO)**

Un controlador Arduino se caracteriza por la variedad de entradas y salidas, siendo algunas digitales como analógicas, así como los conectores para comunicarse directo a una PC, con esto se tiene la facilidad de manejo y adaptabilidad a un sin fin de aplicaciones que se le pueden dar de acuerdo a la programación que se diseñe.

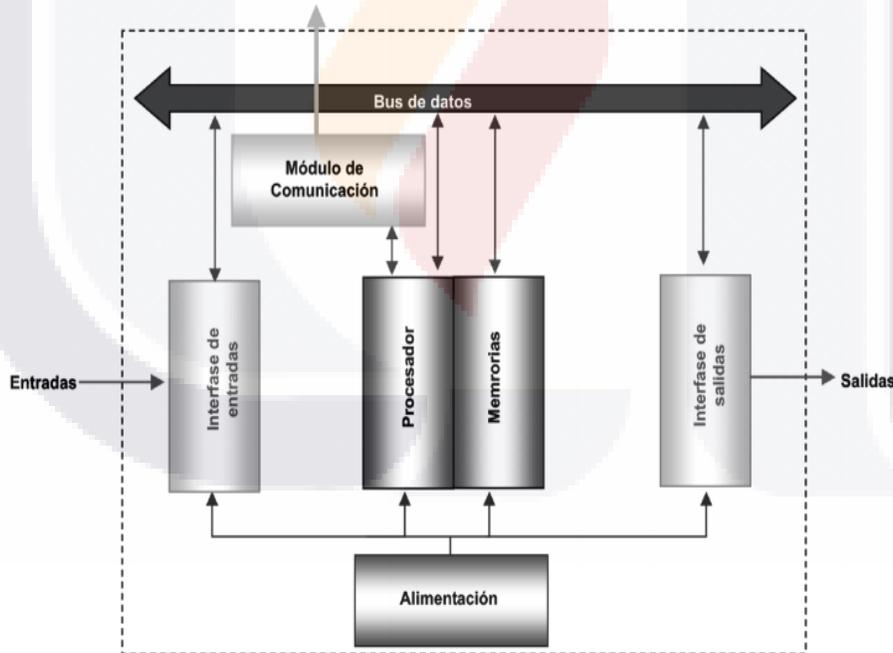
### 3.3.4 PLC

Hoy los Controladores Lógicos Programables son diseñados usando lo último en diseño de microprocesadores y circuitería electrónica, esto proporciona una mayor confiabilidad en su operación, así como también en las aplicaciones industriales donde existen peligros ambientales: alta repetitividad, elevadas temperaturas, ruido ambiente o eléctrico, suministro de potencia eléctrica no confiable, vibraciones mecánicas, entre otros.

Según lo define la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos un PLC – Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) es

un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos.

También se puede definir como un equipo electrónico, el cual realiza la ejecución de un programa de forma cíclica. La ejecución del programa puede ser interrumpida momentáneamente para realizar otras tareas consideradas más prioritarias, pero el aspecto más importante es la garantía de ejecución completa del programa principal. Estos controladores son utilizados en ambientes industriales donde la decisión y la acción deben ser tomadas en forma muy rápida, para responder en tiempo real. Los PLC son utilizados donde se requieran tanto controles lógicos como secuenciales o ambos a la vez. (Moreno, 2010)



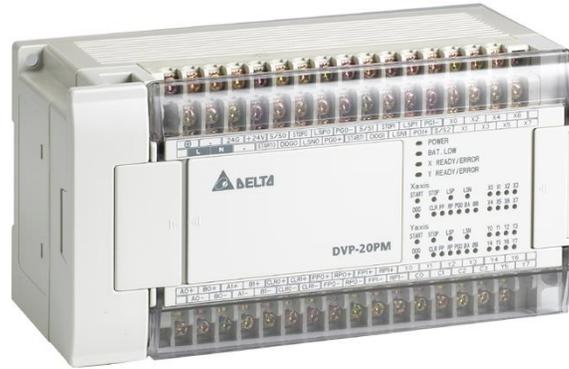
**Ilustración 10 Diagrama de componentes básicos de un PLC (Duente: Control y Automatización)**

## **Ventajas**

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos, debido a que no es necesario dibujar previamente el esquema de contactos, es preciso simplificar las ecuaciones lógicas, ya que por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande. • La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega. • Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos. • Mínimo espacio del tablero donde se instala el autómata programable. • Menor costo de mano de obra de la instalación. • Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata. • Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado. • Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

## **Inconvenientes**

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido. Esta capacitación puede ser tomada en distintos cursos, inclusive en universidades.
- El costo inicial.



**Ilustración 11 Clásico diseño de un PLC (Fuente: PLC Delta)**

Un PLC se caracteriza por su diseño robusto y elementos internos, lo que le da confiabilidad ante fallas así como la protección a variaciones en el funcionamiento; consta de una serie de entradas y salidas, las cuales tienen la posibilidad de controlar elementos que consuman grandes cantidades de energía, además de la interfaz de conexión por la cual se comunica con una PC para el manejo de datos y el propio programa de su funcionamiento.

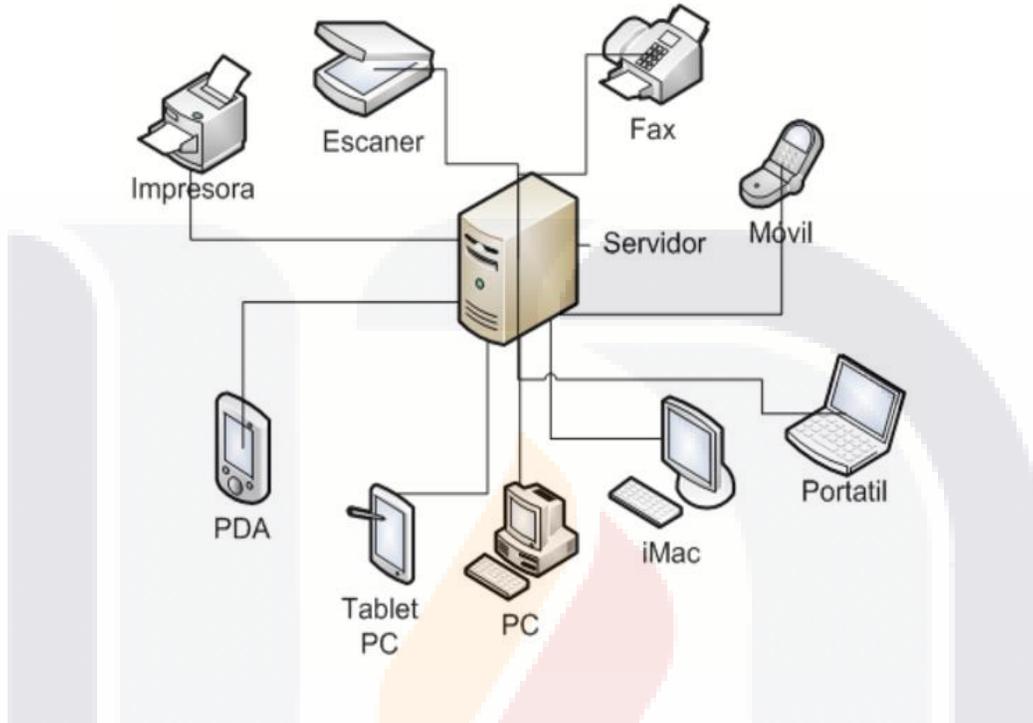
### **3.3.5 Servidores**

Un servidor, como la misma palabra indica, es un ordenador o máquina informática que está al "servicio" de otras máquinas, ordenadores o personas llamadas clientes y que le suministran a estos, todo tipo de información.

Un servidor en informática será un ordenador u otro tipo de dispositivo que suministra una información requerida por unos clientes (que pueden ser personas, o también pueden ser otros dispositivos como ordenadores, móviles, impresoras, etc.). Por tanto básicamente tendremos el siguiente esquema general, en el denominado esquema "cliente-servidor" que es uno de los más usados ya que en él se basa gran parte de internet.

La principal característica de un servidor es la posibilidad de transferencia de información, ya que al momento en que un cliente hace una petición a un servidor

envía información necesaria para llevar a cabo la tarea; en respuesta el servidor regresa el paquete de datos requeridos por el cliente.



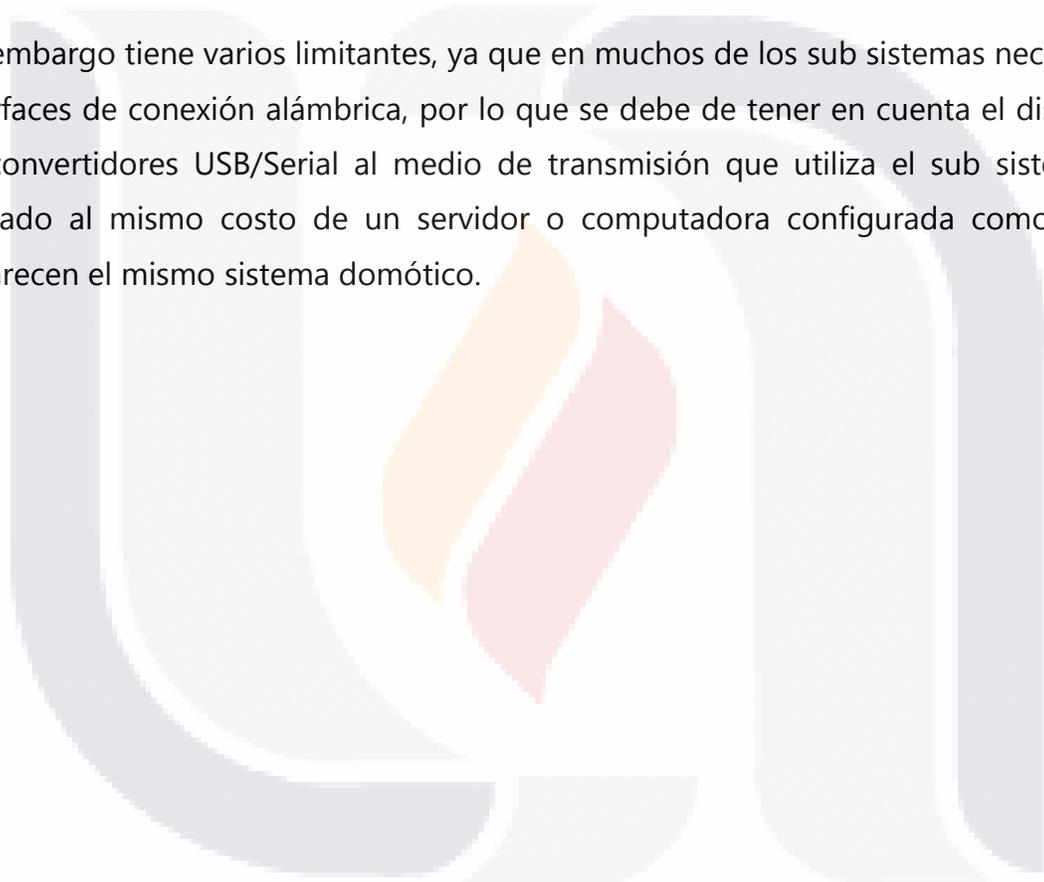
**Ilustración 12 Diagrama de peticiones de diversos dispositivos a un servidor (Fuente: Aprender a Programar)**

Para conectarse a un servidor, el cliente debe ser capaz de comunicarse con él por la red. Los ordenadores conectados a Internet normalmente se comunican a través de IP (Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de Internet) TCP/IP permite a los diferentes tipos de computadoras comunicarse en un nivel bajo; que depende de las aplicaciones, sin embargo, la misma aplicación es la que determina la forma de conversación entre el cliente y el servidor.

TCP / IP utiliza direcciones IP para comunicarse entre equipos. Cada ordenador en Internet tiene su propia dirección IP única. Cuando un equipo quiere enviar un mensaje a otra máquina en Internet, que especifica la dirección de la otra máquina y el mensaje se abre camino a través de la red.

A través de este modelo de servidores, se llegan a configurar como controladores de sistemas domóticos, ya que al tener la ventaja de una conexión natural a Internet y el manejo de propias bases de datos pueden realizarse sistemas más robustos ante la administración de información, historiales, etc. de los sub sistemas que se controlan dentro de un hogar y ligarlos directamente a la red; permitiendo así la comunicación a servicios web en la nube o por medio de una página web o aplicación, la interacción del usuario con el sistema domótico a distancia.

Sin embargo tiene varios limitantes, ya que en muchos de los sub sistemas necesita interfaces de conexión alámbrica, por lo que se debe de tener en cuenta el diseño de convertidores USB/Serial al medio de transmisión que utiliza el sub sistema. Sumado al mismo costo de un servidor o computadora configurada como tal, encarecen el mismo sistema domótico.



### 3.4 Modelos arquitectónicos más comunes

Según Bass, Clements y Kazman, la arquitectura del software de un programa o sistema de cómputo es la estructura o estructuras del sistema, lo que comprende a los componentes del software, sus propiedades externas visibles y las relaciones entre ellos.

La arquitectura no es el software operativo. Es una representación que permite: (Pressman, 2010)

1. Analizar la efectividad del diseño para cumplir los requerimientos establecidos,
2. Considerar alternativas arquitectónicas en una etapa en la que hacer cambios al diseño todavía es relativamente fácil,
3. Reducir los riesgos asociados con la construcción del software.

Arquitectura de software es el proceso de definición de una solución estructurada que cumple con todos los requisitos técnicos y operativos, mientras que optimiza atributos comunes como la calidad, el rendimiento, la seguridad y capacidad de administración.

Se trata de una serie de decisiones basadas en una amplia gama de factores, y cada una de estas decisiones puede tener un impacto considerable en la calidad, rendimiento, facilidad de mantenimiento, y en general el éxito de la aplicación. (Microsoft, 2009)

Una definición reconocida es la de Clements: La arquitectura de software es, a grandes rasgos, una vista del sistema que incluye los componentes principales del mismo, la conducta de esos componentes según se la percibe desde el resto del sistema y las formas en que los componentes interactúan y se coordinan para

alcanzar la misión del sistema. La vista arquitectónica es una vista abstracta, aportando el más alto nivel de comprensión y la supresión o diferimiento del detalle inherente a la mayor parte de las abstracciones.

Paul Clements define cinco temas fundamentales en torno de los cuales se agrupa la disciplina:

- 1. Diseño o selección de la arquitectura:** Cómo crear o seleccionar una arquitectura en base de requerimientos funcionales, de performance o de calidad.
- 2. Representación de la arquitectura:** Cómo comunicar una arquitectura. Este problema se ha manifestado como el problema de la representación de arquitecturas utilizando recursos lingüísticos, pero el problema también incluye la selección del conjunto de información a ser comunicada.
- 3. Evaluación y análisis de la arquitectura:** Cómo analizar una arquitectura para predecir cualidades del sistema en que se manifiesta. Un problema semejante es cómo comparar y escoger entre diversas arquitecturas en competencia.
- 4. Desarrollo y evolución basados en arquitectura:** Cómo construir y mantener un sistema dada una representación de la cual se cree que es la arquitectura que resolverá el problema correspondiente.
- 5. Recuperación de la arquitectura:** Cómo hacer que un sistema de legado evolucione cuando los cambios afectan su estructura; para los sistemas de los que se carezca de documentación confiable, esto involucra primero una "arqueología arquitectónica" que extraiga su arquitectura.

Una arquitectura de software define la forma de trabajar en un sistema, como construir nuevos módulos, pero también debe dejar intuir el tipo de aplicación que describe. Con ello se tiene una serie de objetivos claros que la arquitectura de software brinda:

**1. Independiente de los frameworks:** La construcción del sistema sea tan abstracto como sea posible, de esta forma no dependa de un framework para poder ser implementada.

**2. Testeable:** La forma en que están diseñadas las secciones de la arquitectura y por ende el propio código, permita la aplicación de diversos métodos de prueba o "testeo" para la evaluación del mismo.

**3. Independiente de la UI:** La separación en secciones permite que los elementos no se vean alterados ante cambios de requerimiento en aspectos de la interfaz de usuario (UI), ya que las reglas de negocio son independientes y por lo mismo la interfaz se adaptará a ellas.

**4. Independiente de la base de datos:** Por igual que la interfaz de usuario, la base de datos se adapta a las reglas de negocio que se diseñaron a través de la arquitectura, con esto se garantiza que pueda adaptarse a diferentes tecnologías específicas de bases de datos.

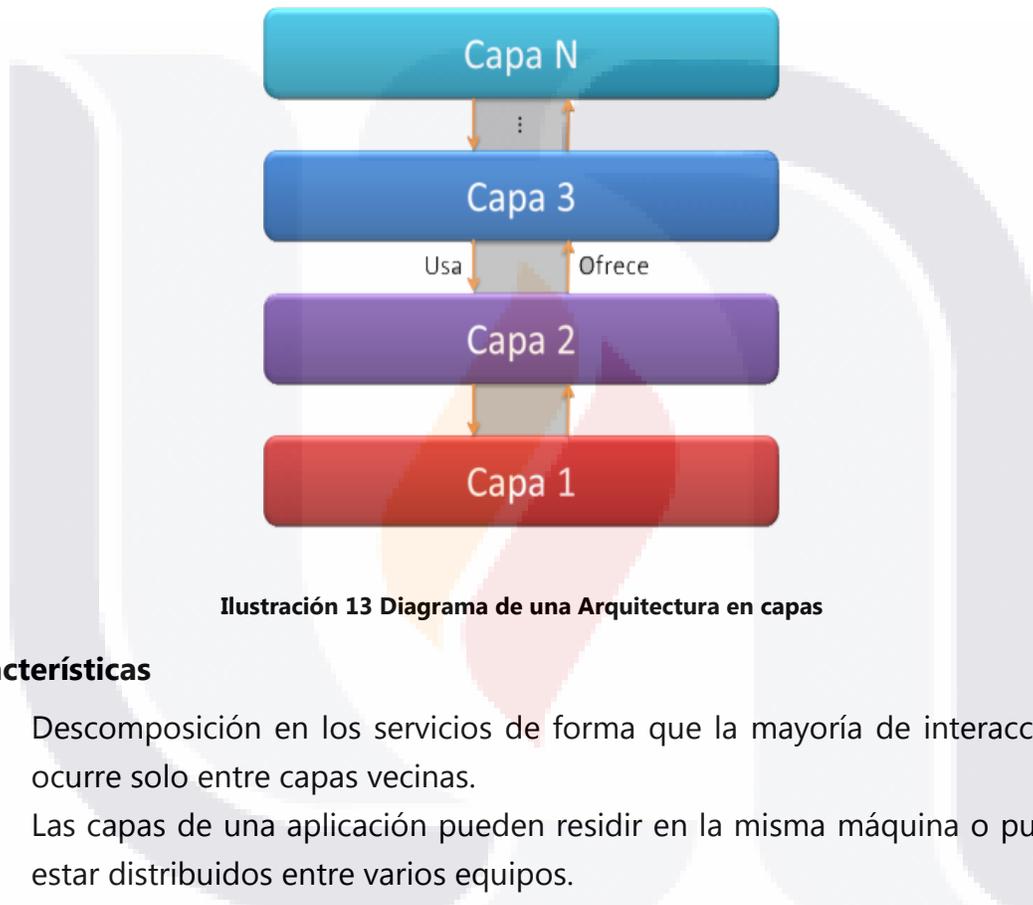
**5. Independiente de cualquier componente externo:** Se aplica la misma regla descrita en la base de datos pero relacionada a componentes externos así como integraciones con otros sistemas, librerías, etc. (<https://devexperto.com/arquitectura-del-software/>)

Gracias a todas estas ventajas descritas una arquitectura de software bien diseñada, permite que un conjunto de sistemas, aun teniendo aplicaciones diferentes, pero que compartan las características básicas con las cuales la arquitectura fue construida, podrá funcionar para solucionar el problema de forma específica.

Para ello ya se cuenta con un conjunto de patrones de diseño en base a los cuales se puede generar una arquitectura propia, ya sea con un solo patrón o la conjunción de varios de ellos; los patrones de diseño tienen características muy claras de funcionamiento y en qué casos se pueden aplicar, a continuación se muestran los más comunes:

### 3.4.1 Arquitectura en capas

En esta arquitectura se realiza la división de sus componentes agrupados en capas, las cuales en su capa exterior se encontraran los componentes encargados de la interacción con el usuario (interfaz de usuario) y la capa más baja se realizan las operaciones centrales del sistema, estando así en las capas medias los servicios de utilidad y comunicación entre las capas. (de la Torre Llorente, 2010)



**Ilustración 13 Diagrama de una Arquitectura en capas**

#### Características

- Descomposición en los servicios de forma que la mayoría de interacciones ocurre solo entre capas vecinas.
- Las capas de una aplicación pueden residir en la misma máquina o pueden estar distribuidos entre varios equipos.
- Los componentes de cada capa se comunican con los componentes de otras capas a través de interfaces bien conocidas.
- Cada nivel agrega las responsabilidades y abstracciones de nivel inferior.
- Muestra una vista completa del modelo y a la vez proporciona suficientes detalles para entender las relaciones entre capas.
- No realiza ninguna suposición sobre los tipos de datos, métodos, propiedades y sus implementaciones.
- Separa de forma clara la funcionalidad de cada capa.

**Principios clave**

- Cada capa contiene la funcionalidad relacionada solo con las tareas de esa capa.
- Las capas inferiores no tienen dependencias de las capas superiores.
- La comunicación entre capas está basada en una abstracción que proporciona un bajo acoplamiento entre capas.

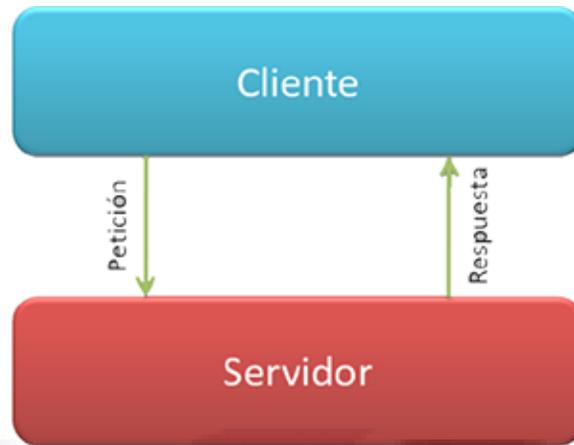
**Beneficios**

- Abstracción ya que los cambios se realizan a alto nivel y se puede incrementar o reducir el nivel de abstracción que se usa en cada capa del modelo.
- Aislamiento ya que se puede realizar actualizaciones en el interior de las capas sin que esto afecte al resto del sistema.
- Rendimiento ya que distribuyendo las capas en distintos niveles físicos se puede mejorar la estabilidad, tolerancia a fallos y rendimiento.
- Independencia ya que elimina la necesidad de considerar el hardware y el despliegue así como las dependencias con interfaces externas.

**3.4.2 Arquitectura cliente – servidor**

El estilo arquitectónico de cliente-servidor describe los sistemas que implican un cliente independiente y sistema de servidor, y una red de conexión distribuida.

La arquitectura cliente-servidor indica una aplicación de interfaz de usuario de una aplicación de escritorio que comunica con un servidor de base de datos que contiene gran parte de la lógica de negocio en forma de procedimientos almacenados, o con un servidor de archivos dedicado, donde el cliente inicia una o más solicitudes esperando una respuesta, y procesándola. (de la Torre Llorente, 2010)



**Ilustración 14 Diagrama de una Arquitectura Cliente - Servidor**

**Características**

- Es un estilo para sistemas distribuidos
- Divide el sistema en aplicación cliente, una aplicación servidora y una red que las conecta.
- Describe una relación entre el cliente y el servidor en la cual el primero realiza peticiones y el segundo envía respuestas.
- Puede usar un amplio rango de protocolos y formatos de datos para comunicar la información.

**Principios Clave**

- El cliente realiza una o más peticiones, espera por las respuestas y las procesa a su llegada.
- El cliente normalmente se conecta solo a uno o a un número reducido de servidores al mismo tiempo.
- El cliente interactúa directamente con el usuario, por ejemplo a través de una interfaz gráfica.
- El servidor no realiza ninguna petición al cliente.
- El servidor envía los datos en respuesta a las peticiones realizadas por los clientes conectados.
- El servidor normalmente autentifica y verifica primero al usuario y después procesa la petición y envía los resultados.

**Beneficios**

- Más seguridad ya que los datos se almacenan en el servidor que generalmente ofrece control sobre la seguridad.
- Acceso centralizado a los datos que están almacenados en el servidor lo que facilita su acceso y actualización.
- Facilidad de mantenimiento ya que los roles y las responsabilidades se distribuyen entre los distintos servidores a través de la red lo que permite que un cliente no se vea afectado por un error en un servidor en particular.

**3.4.3 Arquitectura basada en servicios**

Se basa en la integración de aplicaciones independientes de manera que desde la red pueda accederse a sus funcionalidades, las cuales se ofrecen como servicios. La forma más habitual de implementarla es mediante Servicios Web, una tecnología basada en estándares e independiente de la plataforma, con la que la arquitectura basada en servicios puede descomponer aplicaciones monolíticas en un conjunto de servicios e implementar esta funcionalidad en forma modular. (de la Torre Llorente, 2010)



**Ilustración 15 Diagrama de una Arquitectura basada en servicios**

Siendo un servicio una funcionalidad concreta que puede ser descubierta en la red y que describe tanto lo que puede hacer como el modo de interactuar con ella.

**Características**

- La interacción con el servicio está muy desacoplada.
- Puede empaquetar procesos de negocio como servicios.
- Los clientes y otros servicios pueden acceder a servicios locales corriendo con el mismo nivel.
- Los clientes y otros servicios acceden a los servicios a través de la red.
- Puede usar un amplio rango de protocolos y formatos de datos.

**Principios clave**

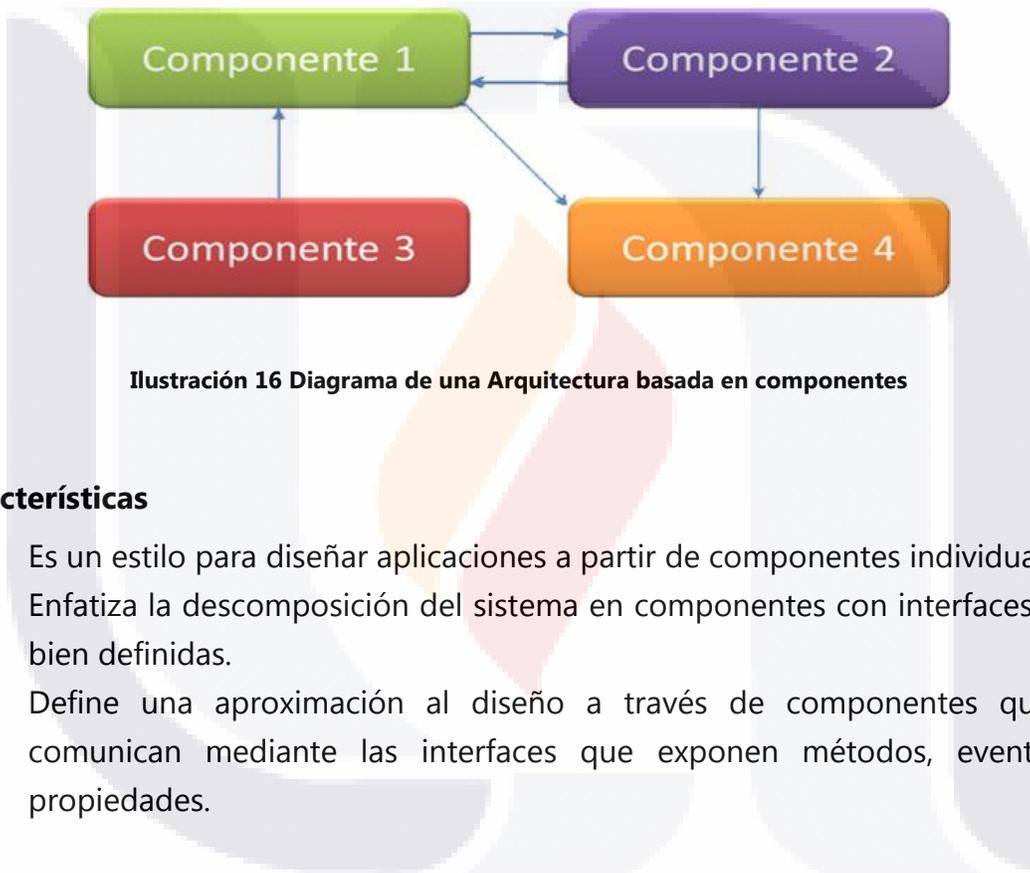
- Los servicios son autónomos, es decir, cada servicio se mantiene, se desarrolla, se despliega y se versiona independientemente.
- Los servicios pueden estar situados en cualquier nodo de una red local o remota mientras ésta soporte los protocolos de comunicación necesarios.
- Cada servicio es independiente del resto de los servicios y puede ser reemplazado o actualizado sin afectar a las aplicaciones que lo usan mientras la interfaz sea compatible.
- Los servicios comparten esquemas y contratos para comunicarse, no clases.
- La compatibilidad se basa en políticas que definen funcionalidades como el mecanismo de transporte, el protocolo y la seguridad.

**Beneficios**

- Alineamiento con el dominio ya que la reutilización de servicios comunes con interfaces estándar aumenta las oportunidades tecnológicas y de negocio y reduce costes.
- Abstracción ya que los servicios son autónomos y se accede a ellos a través de un contrato formal que proporciona bajo acoplamiento y abstracción.
- Descubrimiento ya que los servicios exponen descripciones que permiten a otras aplicaciones y servicios encontrarlos y determinar su interfaz automáticamente.

### 3.4.4 Arquitectura basada en componentes

Arquitectura que permite al diseñador construir una estructura sencilla de modificar y adaptarse al medio en que funcionará. Se basa en estar estructurada en componentes los cuales están regidos por una jerarquía, en la cual existirá un componente principal que será el que estará llamando a otros componentes, los cuales tendrán como respuesta un funcionamiento o incluso realizar llamado a otros componentes. (de la Torre Llorente, 2010)



**Ilustración 16 Diagrama de una Arquitectura basada en componentes**

#### Características

- Es un estilo para diseñar aplicaciones a partir de componentes individuales.
- Enfatiza la descomposición del sistema en componentes con interfaces muy bien definidas.
- Define una aproximación al diseño a través de componentes que se comunican mediante las interfaces que exponen métodos, eventos y propiedades.

#### Principios clave

- Los componentes son diseñados de forma que puedan ser reutilizados en distintos escenarios en distintas aplicaciones aunque algunos componentes son diseñados para una tarea específica.
- Los componentes son diseñados para operar en diferentes entornos y contextos. Toda la información debe ser pasada al componente en lugar de incluirla en él o que éste acceda a ella.

- Los componentes pueden ser extendidos a partir de otros componentes para ofrecer nuevos comportamientos.
- Los componentes exponen interfaces que permiten al código usar funcionalidad y no revelan detalles internos de los procesos que realizan o de su estado.
- Los componentes están diseñados para ser lo más independientes posible de otros componentes, por lo que pueden ser desplegados sin afectar a otros componentes o sistemas.

### **Beneficios**

- Fácil despliegue ya que se puede sustituir un componente por su nueva versión sin afectar a otros componentes o al sistema.
- Reducción de costes ya que se pueden usar componentes de terceros para abaratar los costes de desarrollo y mantenimiento.
- Reusables ya que son independientes del contexto se pueden emplear en otras aplicaciones y sistemas.
- Reducción de la complejidad gracias al uso de contenedores de componentes que realizan la activación, gestión del ciclo de vida, etc.

## **3.5 Estudios sobre el diseño de interfaces gráficas para grupos con alguna discapacidad**

Las interfaces son los dispositivos de contacto entre un usuario y una máquina. El diseño de las interfaces incide activamente en el proceso de comunicación interactiva; así, es necesario profundizar en los aspectos cognitivos del ser humano, para definir modelos de interfaces adaptadas a las necesidades individuales y sociales, y al mismo tiempo, preparar a la sociedad para la adaptación a las nuevas interfaces que formarán parte de su entorno.

Desde los primeros tiempos de la informática, con el uso de tarjetas perforadas hasta la manipulación directa del ordenador personal con menús, submenús y gráficos, ha llovido mucho. Las interfaces son cada vez más sofisticadas, más reducidas, con más prestaciones y más eficientes, pero lo mejor está por venir: la tecnología de reconocimiento del lenguaje natural y de la fisonomía del cuerpo humano, las posibilidades de interrelación de la realidad virtual o las interfaces nanotecnológicas, abren ventanas al futuro que incidirán en todos los aspectos del ser humano. (Cervelló González, 2010)

Las nuevas tecnologías se pueden considerar una barrera, en vez de una herramienta que facilite el acceso al trabajo, a la educación y al ocio, y potencie la integración, independencia y autonomía a las personas discapacitadas.

En una sociedad que lucha para romper barreras arquitectónicas para los discapacitados, se estaba, inconscientemente, estableciendo otra gran barrera proveniente de la evolución y la integración de la informática. Por suerte, últimamente se han realizado fuertes inversiones para cambiar esta realidad.

### **3.5.1 Guía de accesibilidad para desarrolladores GNOME**

Es un conjunto de recomendaciones y buenas prácticas que facilitan el desarrollo de programas que se puedan implementar a personas con algún tipo de discapacidad; para el desarrollo de una interfaz, GNOME recomienda una serie de consideraciones como:

- Proporcione «Deshacer» para cada acción que cambie los datos del usuario o la configuración de la aplicación. Si es posible, proporcione más de un nivel de deshacer y rehacer, y una lista del histórico para permitir un vista previa de qué acciones se pueden deshacer.

- Proporcione comandos para restaurar la configuración predeterminada. Si una configuración particular puede hacer la aplicación completamente inservible para un individuo, por ejemplo, haciendo que las tipografías sean muy pequeñas, sería útil proporcionar una opción para restaurar la configuración predeterminada fuera de la propia aplicación. Esto podría hacerse, por ejemplo, mediante un interruptor de línea de comandos.
- La ayuda evita que los usuarios hagan mal las cosas. Es particularmente importante para las acciones que se puedan hacer de forma accidental (por ejemplo, las acciones del ratón) o algo que no se puede deshacer fácilmente (por ejemplo, sobrescribir un archivo). Considere usar los diálogos de confirmación o forzar al usuario para entrar en un modo particular para llevar a cabo acciones potencialmente destructivas.
- Minimice la carga de memoria de los usuarios. Por ejemplo, deje que el usuario vea múltiples documentos al mismo tiempo, y asegurarse la ayuda en línea u otras instrucciones puede permanecer visibles mientras llevan a cabo el procedimiento que se describe. Déjeles copiar toda la información mostrada, y pegarla en cualquier parte donde se puedan introducir los datos.
- No haga que los usuarios inserten discos. Dependiendo de la discapacidad particular de un usuario, pueden encontrar difícil insertar físicamente o cambiar un disco, o pueden encontrarlo para identificar el disco correcto en el primer lugar. Si su aplicación está instalada desde el CD-ROM, proporcione una opción para copiar todos los ficheros que sean necesarios en el disco duro del usuario.
- No coloque funciones más utilizadas muy profundas en los menús. Ya sea que usted está usando un ratón, teclado o algún otro dispositivo de entrada, es mejor evitar los elementos de menú profundamente anidados. Así como la carga de memoria sobre su localización, siempre es más difícil y cuesta mucho tiempo para acceder a él.
- No guíe a los usuarios a través de pasos innecesarios. Por ejemplo, los asistentes son útiles para los usuarios que tienen problemas para manejar un gran número de opciones a la vez, pero otros usuarios pueden necesitar

minimizar la cantidad de tiempo o las pulsaciones de teclado que utilizan. Dichos usuarios se benefician de la posibilidad de saltarse los pasos innecesarios o de ir directamente a la que necesitan. Considere la posibilidad de proporcionar un botón Finalizar en los asistentes que permitan saltar hasta el final y asumir las respuestas predeterminadas para los pasos intermedios. Si el proceso tiene muchos pasos, considere preguntar al usuario al inicio si se quiere atravesar todos los pasos, o simplemente los más comúnmente utilizados. (The GNOME Project, 2005 - 2014)

### **3.5.2 ¿Cómo hacer “APPs” accesibles?**

El documento “Cómo hacer Apps accesibles” informa de las necesidades de las personas con discapacidad para utilizar estas aplicaciones, recogiendo los requisitos que debe tener en cuenta el desarrollador para conseguir que una aplicación sea accesible.

Estos requisitos se deben exigir en las contrataciones públicas para asegurar la accesibilidad electrónica. Esperamos que esta nueva serie documental sea una nueva vía de comunicación y agradeceremos muy sinceramente todos los comentarios y propuestas para seguir avanzando en una sociedad plenamente accesible. (Gil González, 2013)

Entre algunos de los principales elementos a considerar en el aspecto visual, los que recomienda este estudio son los siguientes:

- 1.** Nombre de los elementos de la interfaz. Debe garantizarse que todos los elementos de la interfaz, como casillas de verificación, botones o texto estático, están perfectamente identificados y son únicos en su contexto, con información de su nombre, estado y rol, de forma que esta información pueda

ser utilizada por los servicios de accesibilidad y por los productos de apoyo para informar adecuadamente a los usuarios.

2. Nombres consistentes y significativos. Los nombres de los elementos de la interfaz deben tener un nombre único y significativo a lo largo de toda la interfaz de usuario, usando un lenguaje natural que pueda entender el usuario.
3. Nombres cortos y concisos. Deben utilizarse nombres que sean cortos y que no incluyan su función, de forma que el texto se diferencie del rol, el estado y el valor del elemento, información no visible pero que los lectores de pantalla verbalizarán a petición del usuario. Un etiquetado incorrecto podría producir una lectura poco natural, como por ejemplo "Botón, botón de reproducción".
4. Nombres visibles. Los elementos de la interfaz de usuario deben tener un etiquetado visible que informe al usuario, salvo que sea un elemento estándar con una función conocida (por ejemplo, el control de reproducción de vídeo). Las etiquetas visibles de los controles deben estar próximas a éstos.
5. Etiquetas de iconos. Todos los iconos deben poder tener asociada una etiqueta de texto y debe existir la posibilidad de visualizar sólo esa etiqueta.

### **3.6 Interfaces de software**

Una interfaz, crea un medio eficaz de comunicación entre los seres humanos y la computadora, o entre dos componentes virtuales; Sigue un principio de diseño que identifica los objetos y acciones del mismo; luego se crea una plantilla que constituye la base de la interfaz.

Para su construcción, se debe identificar los requerimientos del componente, la tarea y el ambiente en el que debe implementarse; se definen los datos a mostrar y el formato en que se comunicará.

Para el diseño de la interfaz, se requiere información definitiva sobre la entidad a la que se le enviará la información y desde la que se recibe.

Para crear si diseño gráfico, se hace uso de UML, en el cual se especifica una clase interfaz, en la cual se especifican las operaciones visibles desde el exterior de una clase o un componente; es un conjunto de operaciones que describen alguna parte del comportamiento de una clase y dan acceso a ellas.

Para el diseño de una interfaz de usuario se lleva a cabo un proceso en el cual se van cubriendo etapas bien definidas, la mayoría de ellas siempre deben de estarse evaluando constantemente con el usuario, ya que es el primer elemento que brinda información, ésta se puede obtener a través de:

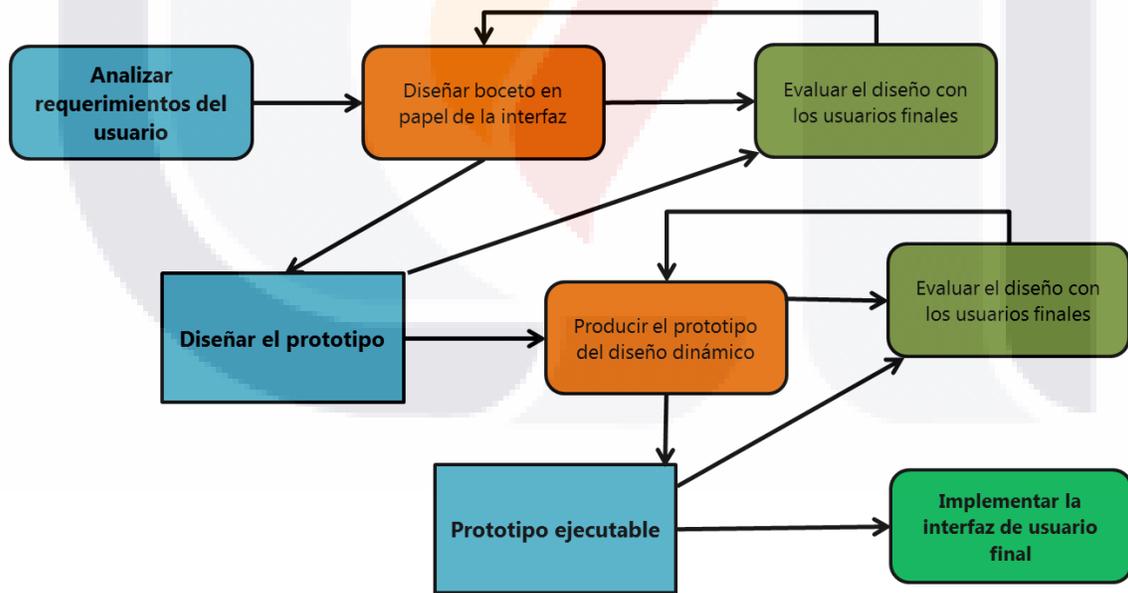
- Entrevista con el usuario: Un enfoque directo, hay que entrevistar al usuario para comprender sus necesidades.
- Información de ventas: El personal de ventas debe reunirse con clientes y usuarios de manera regular para obtener información que ayude al equipo de software, para clasificar en categorías y comprender sus necesidades.
- Información de mercadotecnia: Se debe analizar el mercado para tener una mejor comprensión de parte que cada segmento se use sutilmente.
- Información proveniente de soporte: El personal debe hablar diario con los clientes. Esto hace fuente de información y ver lo que les gusta o disgusta del software.

El proceso de desarrollo entonces, como se muestra en la imagen 17 puede llegar a ser recursivo, teniendo los pasos de:

- 1.** Analizar y comprender la actividad del usuario: la cual será el elemento primordial de toda la interfaz, el usuario será quien evaluará si le es útil o

no la interfaz, esta punto se cubre al obtener la información con los elementos antes mostrados.

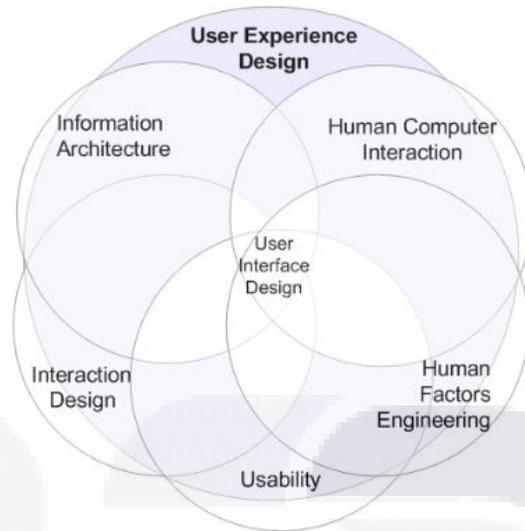
2. Se produce un diseño básico donde se muestren los elementos que contendrá la representación en boceto de la funcionalidad de la interfaz, este paso se puede desarrollar de forma tan simple como un boceto a lápiz o se puede hacer uso de herramientas especializadas para el diseño de interfaces.
3. Este diseño en boceto se evalúa con los usuarios para obtener aprobación o retroalimentar y adaptarse.
4. Cuando se ha aceptado por el usuario, se lleva a cabo un prototipo funcional ejecutable para evaluarse nuevamente con el usuario ya mostrando el diseño gráfico de los elementos como serán de forma final, y en este punto se puede dar por aceptado y llevarse a la implementación o de acuerdo a la retroalimentación se llevará a un rediseño y nuevamente prototipado y evaluación.



**Ilustración 17** Proceso de diseño de una interfaz gráfica

El diseño de interfaz llega a ser una actividad tan compleja ya que de ella suele dar la pauta para el éxito de un proyecto o el fracaso del mismo, ya que puede conjuntar actividades tan variadas como se puede ver en la figura 18, que el diseño de interfaces hace uso de:

- Un alto grado de experiencia en diseño y poder interpretar las necesidades del usuario y poder plasmarlas en forma funcional.
- Conocimientos en el tema de interacción humano – computadora, ya que las acciones que tengan cada uno de los elementos debe tener una finalidad clara y el usuario debe responder de forma intuitiva.
- Ingeniería en los factores humanos, para poder adaptar las necesidades de la forma más generalizada posible con la finalidad de que la interfaz sea útil para la mayor cantidad de usuarios.
- Conocimientos en usabilidad, ya que la velocidad del desarrollo de proyectos no permite invertir tiempo de más y con ello elevar los costos de producción, así que se debe hacer uso de patrones existentes que permiten la adaptación a diversos proyectos.
- Saber interpretar la misma arquitectura del sistema para que la interfaz se adapte al modelo ya establecido y pueda enviar la información que brinda el usuario al sistema y reglas de negocio y, a su vez, recibir la respuesta del sistema y desplegarla al usuario. (Shneiderman & Plaisant, 2010)



**Ilustración 18 Áreas de conocimiento involucradas en el diseño de interfaces gráficas (Fuente: Montparnas)**

Para poder formar una interacción robusta, se han generado buenas prácticas en este campo, conocidas como las 8 reglas de oro:

1. **Esforzarse para conseguir consistencia:** Se deben exigir secuencias de acciones consistentes, utilizarse terminología consistente en los mensajes, menús y pantallas de ayuda, emplearse de forma consistente el color, composición, mayúsculas, fuentes, etc.
2. **Atender la usabilidad universal:** Reconocer las necesidades de los diversos usuarios, facilitando la transformación del contenido. Como puede ser las diferencias entre diversos segmentos de la población, edades, discapacidades y diversidad tecnológica.
3. **Ofrecer realimentación informativa:** Para cada acción del sistema debe de haber una realimentación por parte del sistema.
4. **Diseñar diálogos para conducir a la finalización:** Crear sistemas claros de conducción hasta el final del proceso de las secuencias de acción del usuario. Como ejemplo al finalizar una acción, el envío de un mensaje que se ha realizado de forma correcta la tarea.

5. **Prevenir errores:** Diseñar el sistema de forma que los usuarios no puedan cometer errores serios, tener en cuenta las posibles fallas que el sistema pueda tener y conseguir la forma de evitarlas, diseñar lo más robusto posible el sistema
6. **Permitir deshacer acciones de forma fácil:** Diseñar la interfaz en la medida de lo posible que el usuario tenga la posibilidad de remediar acciones erróneas, por lo tanto construir un sistema reversible. Este sistema suaviza la ansiedad que se puede producir en el usuario.
7. **Dar soporte al control interno:** Los operadores experimentados desean firmemente tener la sensación de que están al mando de la interfaz y que la interfaz responde a sus acciones. Las acciones sorprendentes por parte de la interfaz, las secuencias de entrada de datos tediosas, la incapacidad o dificultad para obtener la información necesaria y la incapacidad para producir acciones deseadas, crea ansiedad e insatisfacción.
8. **Reducir la carga de la memoria a corto plazo:** Diseñar sistemas de visualización simples, la frecuencia de movimiento de ventana se reduzca y que se asigne suficiente tiempo de entrenamiento para códigos y secuencias de acciones. Una buena práctica es tener la premisa que generalmente los humanos pueden recordar siete (+/-2) elementos de información.

### 3.7 Patrones de Interacción

Las interfaces de usuario gráficas se han vuelto tan comunes que ha surgido una amplia variedad de patrones de diseño de ellas. Un patrón de diseño es una abstracción que prescribe una solución de diseño para un problema de diseño bien delimitado.

La interfaz de usuario es presumiblemente el elemento más importante de un sistema o producto basado en computadora. Si la interfaz estuviera mal diseñada, afectaría mucho la capacidad del usuario de aprovechar el poder computacional y el

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

contenido de información de una aplicación. En realidad, una interfaz defectuosa haría que fallara incluso una aplicación bien diseñada y con buena implementación.

Son tres los principios importantes que guían el diseño de interfaces eficaces:

1. Dar el control al usuario,
2. Reducir la memorización del usuario y,
3. Hacer que la interfaz sea consistente.

Para lograr que una interfaz cumpla estos principios, debe llevarse a cabo un proceso de diseño bien organizado. El desarrollo de una interfaz de usuario comienza con una serie de tareas de análisis. El análisis del usuario define los perfiles de distintos usuarios finales y proviene de varias fuentes comerciales y técnicas. El análisis de la tarea define las tareas y acciones del usuario por medio de un enfoque de elaboración o bien otro orientado a objetos, la aplicación de casos de uso, elaboración de tareas y objetos, análisis del flujo de trabajo y representaciones jerárquicas de la tarea para entender bien la interacción humano-computadora. El análisis ambiental identifica las estructuras físicas y sociales en las que debe operar la interfaz. (Pressman, 2010)

Existen elementos ya definidos y probados que ayudan como buenas prácticas con el fin de garantizar un buen diseño de interfaz, que son conocidos como Patrones de Diseño; los patrones de diseño de interfaz de usuario son recurrentes soluciones que resuelvan los problemas de diseño comunes. Los patrones de diseño son los puntos de referencia estándar para el experimentado diseñador de interfaz de usuario. (Shiraishi & Ishikawa, 2009)

La principal meta que se logra gracias a los Patrones de Interacción es la Usabilidad, elemento al cual giran por completo los patrones de interacción y que se puede definir como la disciplina que estudia la forma de diseñar interfaces para que los

usuarios puedan interactuar con ellos de la forma más fácil, cómoda e intuitiva posible. La mejor forma de crear una interfaz usable, es realizando un diseño centrado en el usuario, diseñando para y por el usuario.

La palabra usabilidad también se refiere a los métodos para mejorar la facilidad de uso durante el proceso de diseño. Dentro de los factores que determinan la usabilidad se pueden mencionar la accesibilidad, legibilidad, navegabilidad, facilidad de aprendizaje, velocidad de utilización, eficiencia del usuario y tasas de error, elementos que han acuñado términos como "amigable con el usuario".

La usabilidad brinda una serie de características y beneficios al proceso de desarrollo de software, como pueden ser:

- Reducción de los costos de aprendizaje y consecuentemente los de asistencia y ayuda al usuario.
- Optimización de los costos de diseño, rediseño y mantenimiento.
- Aumento de la tasa de conversión de visitantes a clientes de un sitio web.
- Mejora de la imagen y el prestigio.
- Mejora en la calidad del producto.
- Mejora la calidad de vida de los usuarios, ya que reduce su estrés, incrementa la satisfacción y la productividad.

Para poder evaluar un patrón de interacción se puede llevar un análisis de acuerdo a las 10 recomendaciones de usabilidad que propuso Nielsen:

- 1. Visibilidad del estado del sistema:** el sistema siempre debería mantener informados a los usuarios de lo que está ocurriendo, a través de retroalimentación apropiada dentro de un tiempo razonable.
- 2. Relación entre el sistema y el mundo real:** el sistema debería hablar el lenguaje de los usuarios mediante palabras, frases y conceptos que sean familiares al usuario, más que con términos relacionados con el sistema.

Seguir las convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.

3. **Control y libertad del usuario:** hay ocasiones en que los usuarios elegirán las funciones del sistema por error y necesitarán una "salida de emergencia" claramente marcada para dejar el estado no deseado al que accedieron, sin tener que pasar por una serie de pasos. Se deben apoyar las funciones de deshacer y rehacer.
4. **Consistencia y estándares:** los usuarios no deberían cuestionarse si acciones, situaciones o palabras diferentes significan en realidad la misma cosa; siga las convenciones establecidas.
5. **Prevención de errores:** mucho mejor que un buen diseño de mensajes de error es realizar un diseño cuidadoso que prevenga la ocurrencia de problemas.
6. **Reconocimiento antes que recuerdo:** se deben hacer visibles los objetos, acciones y opciones, El usuario no tendría que recordar la información que se le da en una parte del proceso, para seguir adelante. Las instrucciones para el uso del sistema deben estar a la vista o ser fácilmente recuperables cuando sea necesario.
7. **Flexibilidad y eficiencia de uso:** la presencia de aceleradores, que no son vistos por los usuarios novatos, puede ofrecer una interacción más rápida a los usuarios expertos que la que el sistema puede proveer a los usuarios de todo tipo. Se debe permitir que los usuarios adapte el sistema para usos frecuentes.
8. **Estética y diseño minimalista:** los diálogos no deben contener información que es irrelevante o poco usada. Cada unidad extra de información en un diálogo, compite con las unidades de información relevante y disminuye su visibilidad relativa.
9. **Ayudar a los usuarios a reconocer,** diagnosticar y recuperarse de errores: los mensajes de error se deben entregar en un lenguaje claro y simple, indicando en forma precisa el problema y sugerir una solución constructiva al problema.
10. **Ayuda y documentación:** incluso en los casos en que el sistema pueda ser usado sin documentación, podría ser necesario ofrecer ayuda y documentación. Dicha información debería ser fácil de buscar, estar enfocada en las tareas del usuario, con una lista concreta de pasos a desarrollar y no ser demasiado extensa.

Para poder facilitar la aplicación de patrones de interacción, en la web existe una gran cantidad de sitios dedicados a la difusión de patrones de interacción, los cuales ya han sido aplicados ampliamente y constantemente se encuentran en actualización por parte de la comunidad y expertos en el área como ejemplo las páginas:

- Ui-patterns (<http://ui-patterns.com/patterns>) que es una de los sitios más antiguos y completos, con un nivel confiable de calidad en propuestas de patrones y que los mismos usuarios pueden aportar sus mejoras.
- Patternty (<http://patternry.com/patterns/>) página con un buen contenido en patrones y elementos visuales enfocados a HTML5.
- Android Patterns (<http://www.androidpatterns.com/>) una de las webs más completas en cuanto a patrones enfocados a Android se refiere, contiene una gran cantidad de ejemplos ante cada problemática de patrones.
- Developer (<https://developer.android.com/design/patterns/new.html>) Android  
Página administrada por Google y enfocada en patrones y diseños con soporte a las versiones más recientes del sistema operativo. Página

Capítulo 4

**“Modelo de desarrollo para  
domótica inclusiva”**

## 4. Modelo de desarrollo para domótica inclusiva

En este capítulo se describe una visión del modelo propuesto, primeramente una descripción general de qué finalidad tiene el modelo y cómo es que se debe de desarrollar cada una de sus diversas fases para generar un producto funcional y que cubra las necesidades del usuario.

Seguidamente en la sección de arquitectura propuesta se plantean los análisis que se debieron de realizar para poder generar una arquitectura que describiera los diversos elementos que deben de generarse para poder formar el sistema domótico completamente y qué arquitecturas se tomaron como referencia basándose en las necesidades definidas del propio usuario.

Se describe cada una de las capas que conforman la arquitectura y que elementos las conformarán, por qué se diseñan de esta forma abstracta y cómo se estarán implementando.

Finalmente se abordan los elementos que servirán de guía ante el diseño de la interfaz gráfica para que el usuario interactúe con el sistema, ya que al ser un sistema enfocado en el propio usuario, con necesidades muy específicas, debe de analizarse y hacerse el mejor uso de los elementos visuales así como la funcionalidad de cada uno de ellos para que al usuario le sean útiles.

Una de las finalidades es el adoptar uso de patrones que ya se han probado y analizado con anterioridad para adaptarse a las necesidades propias y de esta forma agregar una probabilidad mayor de éxito en el sistema, así como el ahorro de recursos y tiempo.

## 4.1 Descripción general del modelo

El modelo propuesto se basará en una composición de diversas arquitecturas que servirán de referencia así como guía para el desarrollo de sistemas domóticos que cubran además las necesidades de grupos de usuarios con limitaciones físicas como algún tipo de discapacidad.

Como se revisó en la Sección 3.4 del presente documento, se revisan algunas de las arquitecturas más comunes y con mayor uso en la representación de sistemas; en base a las cuales se realizará una arquitectura enfocada al desarrollo de sistemas domóticos inclusivos tomando las características útiles de varias de ellas.

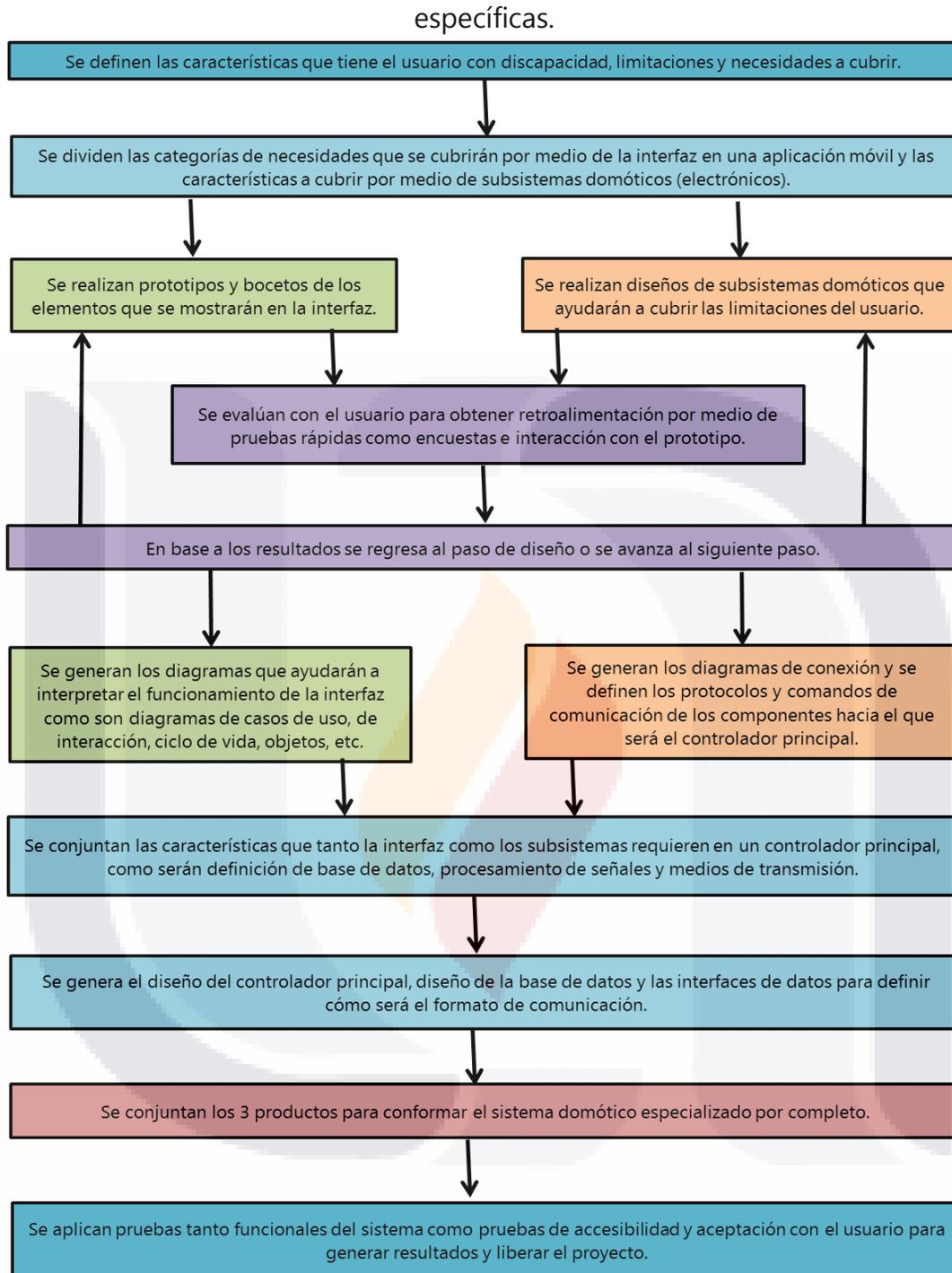
Al ser un modelo abstracto, se busca que éste se pueda adaptar para satisfacer necesidades específicas del propio grupo de usuarios, basándose los pasos descritos en el modelo se identificarán las características y a partir de ahí poder implementar cada una de las fases del propio modelo.

La arquitectura se describe en tres grandes capas y conjuntos de pasos a seguir en cada uno de ellas para generar productos funcionales de forma independiente pero que en unión conformarán la finalidad del sistema que es de índole domótica que tiene como característica, poder asistir a personas con algún grado de discapacidad.

El modelo se apoya de herramientas que ya son de aplicación común en el proceso de software como son diagramas de casos de uso, diagramas de entidad, de clases y bases de datos, etc. Esto con la finalidad de que se pueda interpretar por los involucrados en las tareas necesarias para generar el producto.

La arquitectura generada se forma a partir del conjunto de varios tipos de diseños ya existentes como son arquitectura por capas, cliente servidor, basada en componentes y de tiempo real; al tomar las características que cubran las necesidades del sistema domótico enfocado a usuarios con discapacidad; de esta forma se puede tener una arquitectura robusta y clara que pueda lograr la meta así como dividir las tareas de forma independiente y secuenciales en un equipo de desarrolladores.

En el siguiente diagrama se puede observar la secuencia que el modelo propone para generar productos domóticos para grupos de usuarios con características



**Ilustración 19 Flujo de tareas para el desarrollo de un sistema domótico especializado para usuarios con un grado de discapacidad**

En la Ilustración anterior, se plantean los pasos a seguir de forma generalizada para la aplicación del modelo propuesto, por medio de los cuales se busca garantizar la obtención de cada uno de los productos característicos de cada capa, a través de los

cuales, se cumple una parte de las necesidades del proyecto y en su conjunto conforman el sistema domótico especializado para personas con alguna discapacidad. La mayor de las características con las que cuenta, es la definición de sus fases de acuerdo a las capas que conforman la arquitectura y el orden de diseño y desarrollo de las mismas.

## 4.2 Arquitectura propuesta

En la actualidad existe una gran cantidad de modelos para la creación de una arquitectura de software, se enfocan en la finalidad para qué tipo de negocio se estará diseñando así como cumpliendo una serie de características como:

- ¿Cuáles son las partes fundamentales de la arquitectura que representan el mayor riesgo si los obtiene mal?
- ¿Cuáles son las partes de la arquitectura que tienen más probabilidades de cambiar, o cuyo diseño se puede retrasar hasta más tarde con poco impacto?
- ¿Cuáles son sus supuestos clave, y cómo se pueden probar?
- ¿Qué condiciones pueden requerir que se rediseñen?

De aquí la extrema necesidad de la creación de una arquitectura que lleve la guía en el desarrollo del sistema y que brinde por medio del modelo los pasos necesarios a llevarse a cabo para un producto funcional y que cubra las necesidades del usuario.

### 4.2.1 Requerimientos del sistema

El sistema deberá cubrir una serie de necesidades enfocadas en el usuario, éstas se pueden observar en la siguiente tabla:

Requerimiento	Descripción
Req.1	Conexión a internet para el envío y recepción de datos entre el usuario y el control domótico.
Req.2	Base de datos para el almacenamiento de información del usuario así como historiales de funcionamiento de los subsistemas a controlar.
Req.3	Responder a las solicitudes del usuario a generar una acción en alguno de los subsistemas.
Req.4	Variedad de medios de comunicación para los diversos subsistemas.
Req.5	Diseño de interfaz enfocado a personas con algún grado de discapacidad motriz.
Req.6	Sistema abierto a modificaciones y con la posibilidad de incrementar la cantidad de subsistemas a controlar.
Req.7	Seguridad en el acceso a información y al control principal.

**Tabla 3 Requerimientos principales del sistema para el diseño de una arquitectura**

Para la elección de una arquitectura se evaluaron algunas de las arquitecturas más comunes y utilizadas en base a las características principales que la arquitectura deberá de contar y con ello, tener una visión de la más adecuada; la Tabla 4 muestra la evaluación de las arquitecturas.

Arquitectura	Características a cumplir						
	Representación abstracta.	Manejo por componentes.	Lectura de señales en tiempo real.	Flujo continuo de procesamiento de datos.	Uso de interfaz de usuario.	Delimitación en bloques por usuario, control y bases de datos.	Control vía Web.
Arquitectura de flujo de datos.	X	√	X	√	X	X	√
Arquitectura de llamada y retorno.	√	X	√	X	√	√	√
Arquitectura orientada a objetos.	√	√	X	X	√	√	√
Arquitectura por capas.	√	√	X	X	√	√	√
Arquitectura cliente-servidor.	√	X	√	X	√	X	√
Arquitectura de sistemas de tiempo real.	√	X	√	√	X	√	√

**Tabla 4 Tabla comparativa entre arquitecturas**

De esta forma, se concluye que no se tiene una arquitectura que pueda cubrir de todas las necesidades, así que se estará realizando la conjunción de varias, tomando

como primera base la arquitectura para sistemas en tiempo real, ya que cubre algunos de los aspectos más importantes como son poder generalizarse a un modelo abstracto, la lectura de señales en tiempo real y un proceso en un flujo continuo.

Así mismo, se integrará un modelo en capas con el cual poder delimitar las secciones enfocadas a cada uno de los elementos como son el usuario, el control y el hardware; y finalmente, una arquitectura en componentes con la cual poder llegar a un diseño detallado, los cuales nos permitirán contar con las cualidades de reutilización de los mismos, así como poder tener un buen mantenimiento de código, y finalmente permitir el crecimiento del sistema a nuevos elementos a controlar en el sistema domótico que se puedan adaptar fácilmente.

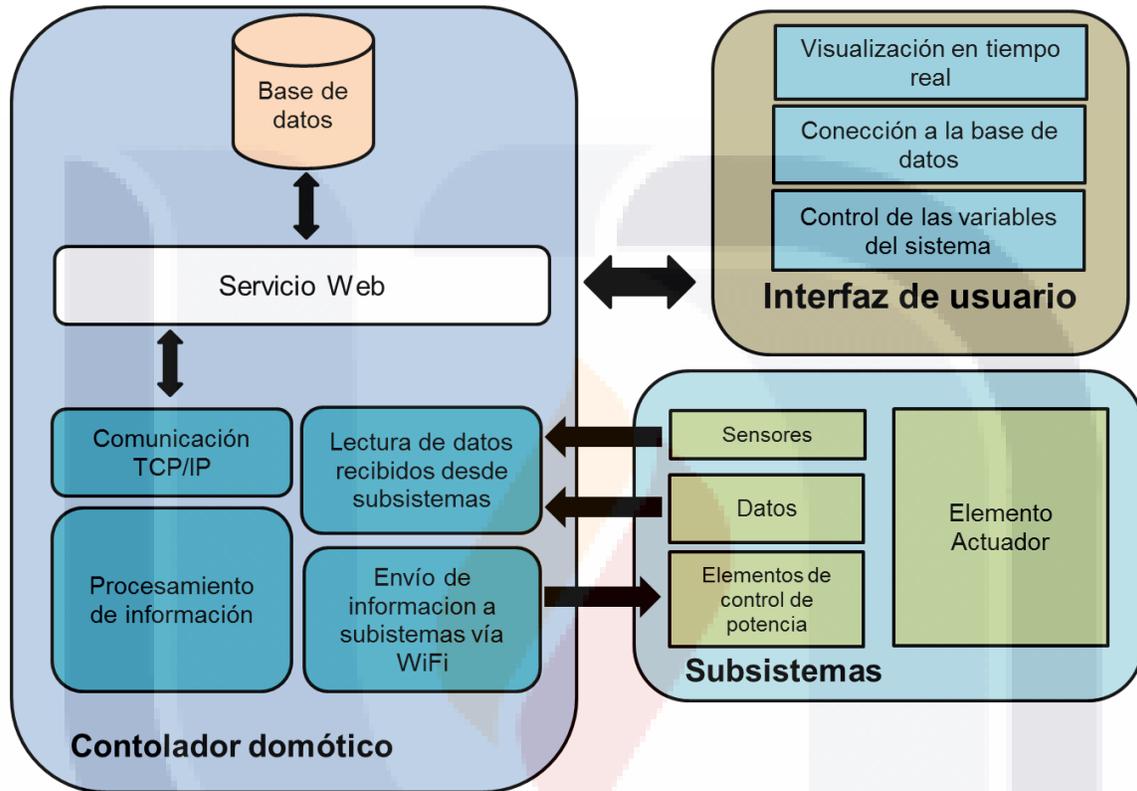
#### **4.2.2 Arquitectura para un sistema domótico con apoyo a usuarios con discapacidad motriz**

El desarrollo de una arquitectura de software es uno de los procesos de nivel más alto de diseño que se realiza al comienzo de un proyecto, para ello se hace uso de pasos definidos por medio de los cuales facilitar su creación y evaluar el desempeño que se tendrá con él.

Involucra definir la estructura y las responsabilidades de los subsistemas o componentes que comprenderán la Arquitectura de Software. Cada componente permite abstraer una funcionalidad para poder ser reutilizado. El resultado de esta actividad es el documento de especificación de componentes.

Se crea un diagrama de bloques, que representa la interacción entre dichas abstracciones funcionales. Cada componente realiza alguna sub función y representa

una abstracción procedimental definida. Se desarrolla una narrativa de procesamiento para cada componente. En algunas situaciones, ya existen especificaciones de sistema, programa y componente. Cuando éste es el caso, las especificaciones se revisan para conformarse con el código existente.



**Ilustración 20** Arquitectura para el sistema doméstico enfocado a usuarios con discapacidad motriz

Presenta la implementación ideal sin depender de las características particulares de un determinado lenguaje. Esta arquitectura permite descomponer el sistema utilizando descomposición en capas funcionales.

Consiste en descomponer el problema a resolver en módulos o tareas más simples. Cada tarea representa una actividad completa y se codifica de manera

independiente. Facilita el diseño descendente del problema, centrándonos cada vez en la resolución de sub problemas de magnitud inferior.

La arquitectura se dividirá en 3 grandes capas que representarán cada una de las fases en que se debe desarrollar el sistema, Interfaz de usuario, Subsistemas y Controlador domótico.

### **4.2.3 Subsistemas**

En el diseño de arquitectura, representará abstractamente cada uno de los diversos elementos domóticos que pueden adaptarse de forma automatizada; siendo de forma específica aplicarse como un control de iluminación, elementos de seguridad siendo alarmas, supervisión por medio de cámaras IP, controles de climatización, apertura de puertas y ventanas, envío de historiales médicos a especialistas, etc.

Si bien en todo sistema domótico se tiene una serie de sub sistemas básicos y definidos como son los que se presentan en el marco teórico, Sección 3.2, entre ellos enfocados a controlar la iluminación, climatización, acceso al hogar, así como seguridad; éstos se manejan de forma común, sin características especiales, con la finalidad de cubrir al público en general; sin embargo para la aplicación de estos mismos sub sistemas a grupos específicos de la población, como el caso de una discapacidad, se deben tomar elementos extra para generar una utilidad específica.

La mayoría de los subsistemas se pueden generalizar con los componentes reflejados en la Ilustración 20, el cual cuenta con elementos actuadores, que son los que generarán una acción, pudiendo reflejarse como motores, interruptores, accionadores, etc. que su función se interpretará como encender lámparas, electrodomésticos, abrir o cerrar puertas, entre otros.

Los sensores o generadores de datos interpretarán la medición de alguna variable física en señales electrónicas que pueden procesarse por el control domótico; y finalmente el control de potencia que es el que recibe e interpreta la señal enviada por el sistema domótico al sub sistema.

#### **4.2.4 Controlador domótico**

El controlador domótico será el elemento que interpretará la información enviada desde la interfaz de usuario como del subsistema, así mismo devolverá datos a los dos componentes como una respuesta.

Dentro de los elementos con que debe contar un control domótico como primer elemento de contacto a los subsistemas, será un medio de comunicación, siendo el más versátil de forma inalámbrica WiFi, a través de él, se enviará información y se decodificarán los datos recibidos.

El elemento principal del controlador domótico será el que procese la información, de esta forma se administrarán las acciones a realizar, siendo entre otras, almacenamiento de información temporal, conversión de datos, realizar cálculos, etc.

Deberá de contar con el módulo que le permita conectarse a internet y por medio de peticiones TCP/IP poder enviar o recibir información vía Web, abriendo la posibilidad de control a distancia y dando la posibilidad a todos los subsistemas de que cuenten con comunicación al exterior.

La sección que contenga todos los servicios web para administrar las peticiones del exterior y adaptar la información enviada o recibida y que sea útil para el control domótico o para el medio de interacción del usuario; los servicios web pueden dirigirse de forma directa al procesamiento principal o como peticiones de información al último elemento que debe contar el sistema, la base de datos.

El último elemento que debe de tomarse en cuenta es un medio de almacenamiento de información, siendo la base de datos; generalmente este elemento se cuenta en otros sistemas de forma externa o autónoma, sin embargo para la finalidad del sistema domótico, ésta se debe almacenar dentro de la misma capa del controlador debido a la información que contendrá, que será desde los datos necesarios para hacer identificación de usuarios, como datos de contacto y mismos historiales de funcionamiento de los subsistemas, así que para finalidades de seguridad se incluyen de forma local.

#### **4.2.5 Interfaz de usuario**

La interfaz de usuario será el medio con el que el usuario tendrá contacto directo con el sistema, así mismo el que transmitirá las consultas al control domótico, por consiguiente es uno de los elementos más importantes en todo el sistema.

Se deberá hacer análisis completo de las necesidades que el usuario tiene y cómo poder cubrirse, el aspecto gráfico será un elemento crítico ya que dentro de las principales limitaciones es cómo el usuario puede interactuar de forma eficiente con el sistema; se deberá hacer uso de buenas prácticas ya existentes y comprobadas que puedan adaptarse a los requisitos específicos.

Para el análisis de este tema se desarrollan tablas de análisis de diversos elementos que ayudarán a desarrollar una interfaz eficiente.

#### **4.3 Elementos de interfaces de usuario**

Para desarrollar la interfaz gráfica de la aplicación que funcionará como elemento principal de interacción entre el usuario con el sistema de control, cada uno de los elementos debe de cubrir dos necesidades, por el aspecto funcional, realizar una

tarea específica de envío o recepción de información del usuario al sistema de control desencadenando una acción en el mismo sistema domótico y, en segunda característica, cubrir las limitaciones que el usuario pueda tener para interactuar con el mismo, llámese color, forma, tamaño, etc.

El desarrollar de forma eficiente una interfaz gráfica es elemento clave para la aceptación y éxito de toda aplicación, pues al ser el medio principal con el cual un usuario interactúa con un sistema, deben de tomarse las medidas pertinentes para asegurar la satisfacción del mismo; esto se logra haciendo uso de los elementos y principios que la Interacción Humano – Computadora brinda, en la Sección 3.8 y 3.9 del Marco Teórico se revisó información referente a estos aspectos.

Elementos como son los pasos para conocer al usuario y qué busca en una interfaz, el flujo que se sigue en los pasos de bocetado y diseño de la misma, son herramientas útiles para un buen proyecto; así como una de las piezas clave, la aplicación de Patrones de Interacción, éstos se definen en la Sección 3.9, mostrando la gran importancia que tienen al brindar estándares ya comprobados ante ciertas necesidades, así como las guía que se toman en cuenta para la aplicación de ellos; qué elementos tomar en cuenta para una buena práctica.

Para ello, se dio a la tarea de investigar elementos ya establecidos y que cuentan con buenas prácticas por medio de la cual, se obtendrán patrones de diseño útiles que harán un entorno amigable. Algunos de los patrones a tomar en cuenta son los siguientes que se mostrarán bajo el formato propuesto por Martjin van Welie. (Welie & Trctteberg, 2000)

<b>Nombre</b>	El título del patrón, el cual debe ser representativo, claro y conciso del concepto a comunicar.
<b>Problema</b>	Una descripción del problema desde el punto de vista del usuario.
<b>Contexto</b>	Una descripción de la situación en la cual puede usarse el patrón, cuales son las características del contexto, en términos de las tareas, del usuario.
<b>Fuerza</b>	Aspectos del contexto que necesitan ser optimizados.
<b>Solución</b>	Descripción clara de la solución propuesta.
<b>Racionalización</b>	Describe los resultados de aplicar el patrón.
<b>Ejemplo</b>	Imagen donde se muestre sencillamente su aplicación.
<b>Uso conocido</b>	Una muestra ilustrativa de una solución exitosa.

**Tabla 5** Tabla de evaluación para patrones propuesta por van Welie

De acuerdo a la tabla anterior propuesta por van Welie se analiza una serie de patrones existentes para el desarrollo de interfaces gráficas, a las cuales se les da el enfoque aplicado al área domótica con la finalidad de crear diseños centrados en el usuario y así lograr una mayor integración en la administración de todo el sistema.

#### 4.3.1 Ventana de Acceso por Usuario (UNITiD, 2013)

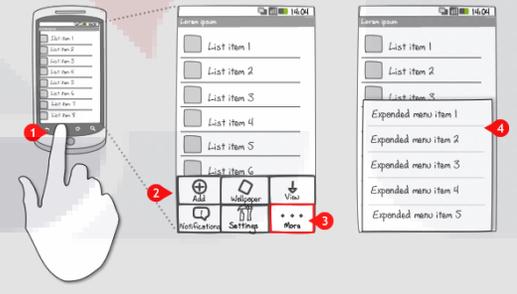
Ventana de Acceso por Usuario	
<b>Problema</b>	El usuario necesita ingresar sus credenciales para tener acceso a opciones restringidas, su cuenta, datos, etc.
<b>Contexto</b>	Un procedimiento de login se aplica cuando una aplicación da acceso a grandes cantidades de datos de carácter personal que necesita ser asegurado. Para poder iniciar sesión, el usuario tenía que registrarse primero.
<b>Fuerzas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso de login es prácticamente siempre el mismo, por lo que el usuario sabe qué hacer.</li> <li>• La contraseña se muestra en puntos.</li> <li>• El registro en el botón es visible, aunque sólo para una parte. El usuario puede seleccionar iniciar sesión pulsando sobre el botón.</li> <li>• Al pulsar en el botón de inicio de sesión de un diálogo rueda de progreso aparece para notificar al usuario su nombre de usuario y la contraseña son autenticados. Si la combinación es correcta, el usuario está conectado.</li> </ul>

<p><b>Solución</b></p>	<p>El registro en la pantalla muestra dos campos, uno para el usuario o la dirección de correo electrónico y una contraseña para, junto con un botón dedicado para iniciar la sesión. Cuando uno de los campos de texto es presionado el teclado en pantalla se desliza dentro de la pantalla y los usuarios pueden ingresar su información.</p> <p>El menú ampliado se cierra directamente pulsando la tecla de menú o tocando la pantalla fuera del menú. El usuario puede volver al menú de iconos pulsando el botón de nuevo.</p>
<p><b>Racionalización</b></p>	<p>El formulario de acceso puede proporcionar un enlace para registrar una cuenta en caso de que el usuario no tiene uno. Además, también puede mostrar una casilla de verificación para recordar al usuario, cuando es probable que el usuario tenga constante acceso desde el mismo dispositivo.</p>
<p><b>Ejemplos</b></p>	
<p><b>Usos conocidos</b></p>	<p><b>Domótica</b></p>  <p>Un ejemplo en el sistema de ingresar usuario y/o contraseña es en la domótica o control del sistema de una casa, sean lámparas, calefacción, seguridad etc. Para mantener un nivel seguro se requiere de esta identificación.</p>

Tabla 6 Tabla de evaluación del patrón "Ventana de acceso por usuario"

### 4.3.2 Mostrar el Menú de Opciones (UNITiD, 2013)

<p><b>Mostrar el menú de opciones</b></p>	
<p><b>Problema</b></p>	<p>El usuario necesita una opción de poder acceder al menú de opciones de la ventana activa.</p>

<p><b>Contexto</b></p>	<p>Se necesitará de un menú de opciones cuando se tengan más de 6 opciones que se pueden asignar a la actividad actual.</p>
<p><b>Fuerzas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando un usuario pulsa el botón de menú, el menú de opciones se desliza desde la parte inferior del menú de opciones contiene comandos que son globales a la actividad actual, o pueden comenzar una otra actividad.</li> <li>• El menú ampliado se cierra directamente pulsando la tecla de menú o tocando la pantalla fuera del menú. El usuario puede volver al menú de iconos pulsando el botón de nuevo.</li> </ul>
<p><b>Solución</b></p>	<p>El menú de opciones se compone de 1 a 6 botones contienen un icono y el título. El icono se utiliza para identificar la opción, el título como apoyo.</p> <p>Las opciones deben ser ordenadas por relevancia de izquierda a derecha y de arriba a abajo, proporcionando la opción más relevante primero.</p> <p>Los iconos en el menú se pueden organizar en una cuadrícula de 2 por 3, o un 3 por 2 cuadrículas.</p> <p>Cuando tienes más de 6 opciones para distribuir en el menú Opciones, hacer que el botón sexto, es decir, en la esquina inferior derecha, un botón "más".</p> <p>Al pulsar el botón más se abre el menú expandido, que se desliza desde la parte inferior en lugar de en el menú de iconos. El menú ampliado muestra una lista de elementos de menú de sólo texto.</p>
<p><b>Racionalización</b></p>	<p>En las ventanas activas de la mayoría de las aplicaciones, se pueden realizar actividades extras o moverse entre ventanas, pero ya que no se debe limitar el espacio de visualización de la aplicación, las opciones deben de contenerse en menús desplegable, que si no se utilizan no deberán estar visibles.</p>
<p><b>Ejemplos</b></p>	
<p><b>Usos conocidos</b></p>	<p><b>Control de temperatura</b></p>



**Tabla 7 Tabla de evaluación del patrón "Menú de opciones"**

### 4.3.3 Mostrar Una Lista De Elementos (UNITiD, 2013)

<b>Mostrar una lista de elementos</b>	
<b>Problema</b>	El usuario desea navegar a través de una lista de elementos que se vayan cargando de forma dinámica ligada a alguna base de datos, conjunto de elementos, etc.
<b>Contexto</b>	Las listas de los elementos de contenido pueden ser muy largas. No se recomienda cargar la lista completa de una sola vez. Se debe ir cargando sólo la parte superior de la lista para ahorrar al usuario una gran cantidad de tiempo de espera para que se cargue la lista completa de elementos.
<b>Fuerzas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario no tiene idea de cuánto contenido está cargado.</li> <li>• El usuario tiene que esperar cada vez para ver algunas cosas más en la lista.</li> <li>• El usuario no tiene que hacer clic para ver más contenido.</li> </ul>
<b>Solución</b>	En una lista, se carga una pequeña sección de elementos de la lista. Cuando el usuario se desplaza hacia arriba en la lista, y el último elemento precargado se alcanza aparecerá un mensaje de 'carga' y un indicador de actividad aparecen en la parte inferior de la pantalla, diciendo que los elementos se están cargando. Cuando termine, el mensaje de carga será reemplazado por el siguiente elemento de la lista.
<b>Racionalización</b>	El método de cargas dinámicas reduce considerablemente el tiempo de espera para visualizar grandes listas, ya que no se cargarán todos los elementos de una sola vez, sino que conforme se vaya desplazando se van cargando, con ello igualmente se reduce memoria del sistema en el que temporalmente se almacena la lista.

<p><b>Ejemplos</b></p>	
<p><b>Usos conocidos</b></p>	<p><b>Refrigerador inteligente</b></p>  <p>En un refrigerador inteligente, envía a la aplicación ligada la cantidad de productos que contiene y cuales necesita de la lista de productos. Ésta lista se muestra al usuario que puede desplazarse hacia arriba o bajo.</p>

**Tabla 8** Tabla de evaluación del patrón "Lista de elementos"

#### 4.3.4 Ventana De Acción En Progreso (UNITiD, 2013)

<p><b>Ventana de acción en progreso</b></p>	
<p><b>Problema</b></p>	<p>El usuario necesita un indicador que le muestre el porcentaje de avance de una tarea o en su defecto que se está trabajando en alguna de sus acciones.</p>
<p><b>Contexto</b></p>	<p>Una ventana de diálogo es por lo general una pequeña ventana que aparece delante de la actividad actual, por lo que la actividad subyacente pierde su enfoque. Diálogos de progreso se utilizan principalmente para indicar que se está cargando una aplicación.</p>
<p><b>Fuerzas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario no tiene idea de cuánto tiempo tomará el proceso.</li> <li>● Al procesar la solicitud, el usuario no puede realizar ninguna acción en la aplicación. Se ve obligado a esperar, o saltar a otra aplicación</li> <li>● No hay un botón para cancelar el proceso que se muestra en la ventana de progreso.</li> </ul>
<p><b>Solución</b></p>	<p>La ventana de progreso se puede aplicar en una gran cantidad de tareas y contextos.</p> <p>Por ejemplo en un inicio de sesión en una aplicación. Al llenarse con su nombre de usuario y contraseña, y dando clic al botón de iniciar sesión, se estará autenticando y con lo mismo, durante este proceso se muestra una ventana de</p>

	progreso, es decir, el usuario no sabe cuánto tiempo tomará para que se termine la tarea.
<b>Racionalización</b>	El método de una ventana de progreso sirve para indicarle al usuario que alguna acción está procesándose y con ello no hacer que se den varios clics a un botón en específico para realizar la misma solicitud.
<b>Ejemplos</b>	
<b>Usos conocidos</b>	<p><b>Horno</b></p> <p>En una pantalla de espera en el momento en que esté funcionando un horno, esta muestra que está trabajando y cuánto tiempo queda pendiente para terminar su tarea.</p>

Tabla 9 5 Tabla de evaluación del patrón "Acción en progreso"

### 4.3.5 Mensajes de Alerta (UNITiD, 2013)

<b>Mensajes de alerta</b>	
<b>Problema</b>	El usuario necesita observar mensajes que muestren el resultado de una acción o una advertencia ante la misma.
<b>Contexto</b>	El mensaje de alerta se utiliza mejor para los mensajes de texto cortos, como 'archivo guardado,' cuando estás bastante seguro de que el usuario está prestando atención a la pantalla. Los mensajes de alerta se pueden utilizar cuando su aplicación no está activo, pero podría perderse debido a su naturaleza breve.
<b>Fuerzas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario puede perder una notificación cuando no prestar atención a la pantalla</li> <li>• El mensaje no puede aceptar eventos de interacción de usuario.</li> </ul>

<p><b>Solución</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los mensajes aparecen siempre en el mismo lugar.</li> </ul> <p>Un mensaje de aviso emergente puede ser desencadenado por una acción que el usuario toma, o ser mostrado por una aplicación en sí.</p> <p>El mensaje se desvanece automáticamente y puede salir en la superficie de la pantalla actual y sólo llena la cantidad de espacio requerido para el mensaje.</p> <p>El mensaje de aviso emergente puede aparecer incluso si la aplicación no es visible.</p>
<p><b>Racionalización</b></p>	<p>El mensaje es eficiente cuando el usuario ya está prestando atención a la pantalla y requiere de un espacio mínimamente perjudicial suficiente para observarse el contenido.</p> <p>Ayuda al usuario a recibir alguna notificación o aviso de que una acción se realizó o tuvo éxito.</p>
<p><b>Ejemplos</b></p>	
<p><b>Usos conocidos</b></p>	<p><b>Alarma de sismo</b></p>  <p>Un equipo que alerta ante un sismo, manda un mensaje visible para que se tenga información con tiempo necesario.</p>

Tabla 60 Tabla de evaluación del patrón "Mensajes de alerta"

### 4.3.6 Barra De Desplazamiento En La Pantalla (UNITiD, 2013)

<b>Barra de desplazamiento en la pantalla</b>	
<b>Problema</b>	Se requiere de un método de rápido desplazamiento en una lista de elementos.
<b>Contexto</b>	<p>La barra de desplazamiento se puede utilizar cuando el usuario tiene que hacer frente a una larga lista de elementos.</p> <p>El usuario tiene que desplazarse hacia abajo para encontrar el artículo de interés, pero para llegar a la parte inferior de la página que significaría una gran cantidad de movimientos para desplazarse.</p> <p>La barra de desplazamiento ayuda a que el usuario se mueva más rápido a través de la lista de elementos.</p>
<b>Fuerzas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario puede perder visión general porque la lista se mueve demasiado rápido (cuando los artículos no están ordenados alfabéticamente, y el usuario no sabe exactamente dónde mirar).</li> <li>• La barra de desplazamiento se movería en dirección opuesta en comparación con el desplazamiento táctil.</li> </ul>
<b>Solución</b>	<p>El usuario está viendo una lista y empieza a desplazarse hacia arriba aparecerá una barra de desplazamiento en el borde derecho de la pantalla. Es un indicador de donde se encuentra en la página.</p> <p>La barra de desplazamiento también se puede arrastrar hacia arriba o hacia abajo para dejar que el usuario desplazarse más rápido para encontrar los artículos de interés.</p> <p>Cuando el usuario deja de desplazarse de posición, después de dos segundos desaparece el control de la barra.</p>
<b>Racionalización</b>	La barra de desplazamiento sirve para moverse a gran velocidad a través de una lista larga de elementos.
<b>Ejemplos</b>	
<b>Usos conocidos</b>	<b>Estéreo de un automóvil</b>

	
	<p>En un autoestéreo, al mostrar la lista de canciones, igualmente mostrará una barra de desplazamiento del lado derecho para moverse rápidamente entre la lista de opciones.</p>

**Tabla 11** Tabla de evaluación del patrón "Barra de desplazamiento en la pantalla"

### 4.3.7 Botón Deslizable Para Intensidad (UNITiD, 2013)

<b>Botón deslizable para intensidad</b>	
<b>Problema</b>	El usuario necesita de un elemento que le permita variar la entrada de un valor en alguna variable de forma intuitiva.
<b>Contexto</b>	El deslizador se aplica por lo general en un control visual, en el que el usuario tiene que introducir un valor para algo, como una distancia o un nivel de sonido. El usuario puede hacer una elección a través de un rango de valores permitidos.
<b>Fuerzas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el rango de valores es grande, es difícil entrar a un valor exacto.</li> <li>• El cursor se oculta por el dedo. La información visual es ninguno de los pequeños cambios.</li> </ul>
<b>Solución</b>	<p>Un control deslizable muestra el rango de entre los cuales el usuario puede elegir un valor. El valor de más a la izquierda es el valor mínimo, el derecho a lo sumo el valor máximo.</p> <p>El control deslizable consiste en una tira horizontal dividida en dos partes por un control. La parte izquierda corresponde con el valor que está seleccionado actualmente. La parte derecha muestra la cantidad de espacio que el usuario tiene que ajustar el valor.</p>
<b>Racionalización</b>	La barra de desplazamiento simula un objeto de la vida real para seleccionar un valor, es una forma muy intuitiva de introducir un valor de algo y fácil de entender además de que es rápido.

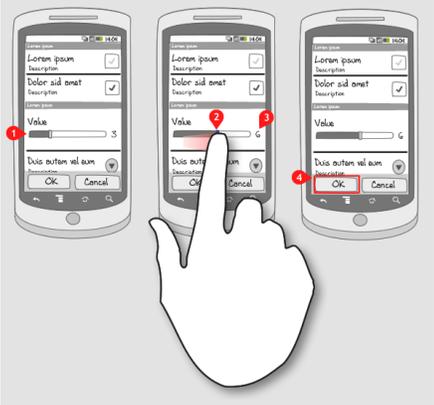
<p><b>Ejemplos</b></p>	
<p><b>Usos conocidos</b></p>	<p><b>Control de intensidad de luz, audio, etc.</b></p>  <p>Uno de los elementos más comunes e intuitivos al momento de controlar opciones regulables como intensidad de luz, el volumen de audio, etc.</p>

Tabla 72 Tabla de evaluación del patrón "Control de deslizable para intensidad"

### 4.3.8 Barra De Pestañas Entre Ventanas (UNITiD, 2013)

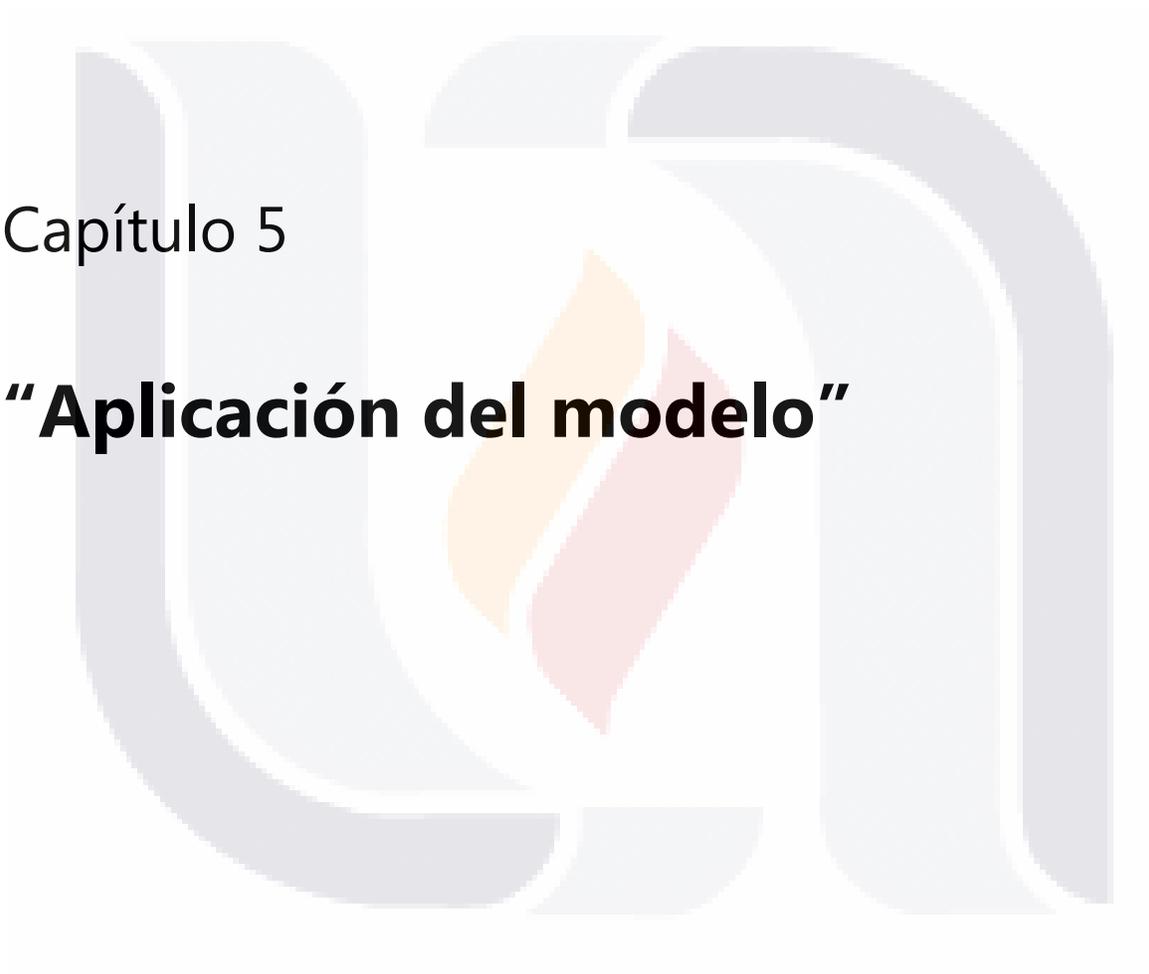
<p><b>Barra de pestañas entre ventanas</b></p>	
<p><b>Problema</b></p>	<p>Se requiere un conjunto de pestañas cuando existen varias vistas o ventanas que muestren información en pantalla completa.</p>
<p><b>Contexto</b></p>	<p>Una barra de pestañas se puede utilizar para cambiar entre los diferentes modos o vistas en un usuario o aplicación. No debe ser capaz de acceder a los diferentes modos por todas partes en la aplicación.</p> <p>Esto significa que la barra de pestañas estará siempre en la misma ubicación en la pantalla, destacando qué modo está activo.</p> <p>Se utiliza la barra de pestañas cuando en la aplicación se han definido claramente los modos, puntos de vista o sus tareas.</p>
<p><b>Fuerzas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupa más espacio en pantalla que la colocación de elementos de navegación en el menú Opciones.</li> <li>• Sólo puede manejar hasta 5 elementos de navegación efectiva</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cualquier elemento de menú cerca del fondo pueden causar usuario tocar accidentalmente un botón de hardware.</li> </ul>
<b>Solución</b>	<p>La barra de pestañas se puede colocar en la parte superior o la parte inferior de la pantalla; la funcionalidad es independiente de su posición. Puede contener hasta 5 fichas, que son equidistantes en la barra de pestañas.</p> <p>La primera pestaña se resalta, por lo que se abre la vista correspondiente. Cuando se toca otra pestaña se muestra la vista que pertenece a esa pestaña y ésta se resalta.</p>
<b>Racionalización</b>	<p>Permite cambiar fácilmente entre los modos, las opciones o las tareas, se tiene una navegación familiar para los usuarios.</p> <p>Menú principal sigue estando disponible para las opciones contextuales y la barra de pestañas permite a los usuarios centrarse en el contenido.</p>
<b>Ejemplos</b>	
<b>Usos conocidos</b>	<p><b>Cambio de pestaña</b></p> <p>En aplicaciones para el control de variables en una casa o en un electrodoméstico inteligente, se muestran pestañas las cuales de cambiar entre una a otra, harán visible otro tipo de información, haciendo así que el usuario no deba cambiar constantemente entre ventanas.</p>

**Tabla 83** Tabla de evaluación del patrón "Barra de pestañas entre ventanas"

Capítulo 5

**“Aplicación del modelo”**



## 5. Aplicación del modelo

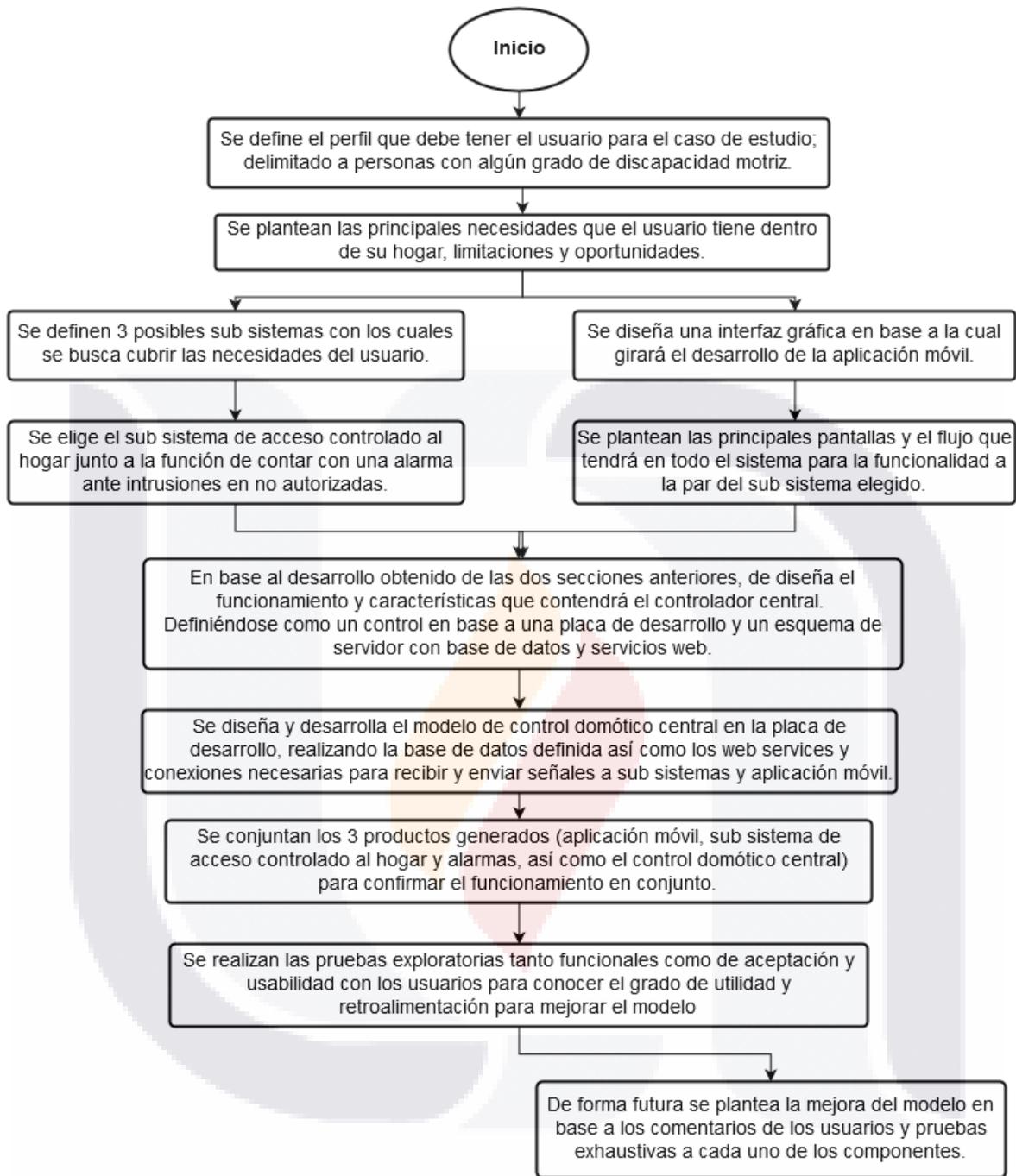
En esta sección se muestra el caso de estudio específico que se realizó para validar el modelo propuesto y cómo se realizó el desarrollo de cada una de las fases; el caso de estudio que se eligió para aplicar el modelo es un sistema domótico enfocado en apoyar a pacientes con algún grado de deficiencia motriz (desplazamiento).

Con lo cual se definieron las características que este sector de la población tiene y cómo se deberían de cubrir las principales limitaciones que tienen para las tareas diarias dentro de su hogar, se dividieron las necesidades en los dos grupos propuestos en el modelo de la forma en que se pueden cubrir siendo por medio de la aplicación móvil o por medio de un subsistema domótico, de esta forma poder llevar a cabo el diseño de los diagramas necesarios para la correcta interpretación de los elementos a cubrir y poderse llevar a cabo.

En respecto a los subsistemas que se plantearon se debían de cubrir de forma principal son 3, los cuales se definen como Acceso a personas autorizadas al hogar, Alarmas de auxilio ante desastres naturales, emergencias o accidentes y Contacto con un profesional de la salud.

Estos tres subsistemas propuestos cubren limitaciones básicas que este grupo de personas se enfrentan día a día, además cada uno de ellos se divide en tareas que se llevarán a cabo en la interfaz móvil y tareas que interactuarán directo con el controlador domótico.

Se mostrarán los análisis de cada uno de los subsistemas y cómo se desarrolló uno de ellos con los pasos propuestos en el modelo, haciendo uso de las herramientas de diagramas y pruebas con un usuario directo.



**Ilustración 21 Diagrama de flujo de cada una de las etapas que se aplicaron para la aplicación del modelo**

En la Ilustración 21 se observa el diagrama de flujo general que se aplicó en el desarrollo del caso de estudio, cada una de las etapas o pasos que se llevaron a cabo para la aplicación del modelo se realizan de la forma en que se plantea a lo largo de Capítulo 4; desde la concepción del perfil que debe tener el grupo de usuarios a los

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

cuales se tiene pensado enfocarse, las necesidades de los mismos y la forma en que se cubrirán las principales con la finalidad de evaluar la utilidad del modelo.

Se resalta la realización de cada una de las 3 capas, siendo dos de ellas trabajadas a la par las cuales son la de contacto directo con el usuario, la aplicación móvil, así como la capa de sub sistemas, en este caso habiendo elegido uno para establecer una tarea simple y clara con la cual poder tener una acción dentro del hogar: una vez que se concluye la etapa de desarrollo de las dos primeras capas y en base a ellas, se define tanto el funcionamiento como los componentes que debe contener el control domótico central.

Al tener los tres productos individuales, se realiza la tarea clave de unirlos para formar el sistema domótico especializado, finalidad principal del modelo; con lo cual proceder con la evaluación del mismo directo con los usuarios; cabe recalcar que el tipo de pruebas que hasta este trabajo se realizaron, son de forma exploratoria para tener una primera vista de la utilidad del modelo; con lo cual poder realizar en un futuro, las adecuaciones pertinentes y el análisis exhaustivo de cada uno de los componentes individuales y comparación de desarrollo de aplicaciones relacionadas haciendo uso del modelo propuesto, ante un desarrollo sin el uso del mismo.

En las siguientes secciones se muestra de forma más detallada cómo se realizaron cada uno de los pasos, así como algunas de las herramientas en las cuales se hace apoyo para el cumplimiento de los objetivos.

## 5.1 Delimitación del usuario e identificación de las necesidades con que cuenta en su hogar.

Como se definió en la Tabla 2 de la sección 1.2 Problemática de la investigación, el grupo de personas que cuentan con un nivel de discapacidad motriz que le limita en su desplazamiento dentro de su hogar es muy amplio, ya que se cuenta con un gran número de causas que pueden generar una persona caiga en esta categoría, así que para obtener una descripción clara de los usuarios, se toma como caso de estudio toda aquella persona que debe hacer uso de una silla de ruedas para poder desplazarse.

En base a esta categorización, no se limitará a que el usuario cuente con variantes como pueden ser de edad o características de origen de su limitación, ya que para el estudio, un usuario puede tener limitaciones en su libre desplazamiento siendo un niño, adulto o anciano, así como el origen de su condición puede ser por un origen congénito, un accidente o efectos de la propia edad.

Clasificación de usuario	Características
<p><b><i>Usuarios con discapacidad motriz dificultando su desplazamiento.</i></b></p>	Limitación en su desplazamiento.
	Necesitar de muletas o silla de ruedas para desplazarse.
	Saber usar aplicaciones de dispositivos móviles.
	La edad no es un factor que afecte al grupo de estudio.
	Dificultad para moverse a través de su hogar.
	Necesidad de tener mayor seguridad en su casa.

**Tabla 9 Características del perfil de usuario para el caso de estudio**

A partir de aquí se aplicó una encuesta a un usuario que tiene como característica que debe hacer uso de una silla de ruedas para su desplazamiento, con la finalidad de conocer cuáles son las mayores limitaciones que tiene dentro de su hogar para poder realizar sus tareas diarias, qué aspectos lo limitan mayormente y qué barreras tiene ante aspectos de seguridad.

Los resultados se analizaron y se busca cubrir con los siguientes subsistemas.

## **5.2 Subsistemas propuestos para cubrir las necesidades del usuario**

Varias de las actividades que debería poder realizar una persona no son parte de la cotidianidad para alguien con una deficiencia motriz. Por ello, el sistema domótico estará compuesto de tres subsistemas que permitirán facilitar la vida del usuario.

### **5.2.1 Subsistema 1. Acceso a personas autorizadas.**

Según la publicación de la Encuesta Nacional de Victimización de Crímenes de 2008 (Harrell & Rand, 2010), en hogares de Estados Unidos, personas de 12 años o mayores con discapacidades sufrieron aproximadamente 730,000 delitos violentos no fatales, y 1.8 millones de delitos contra su propiedad durante ese año.

En esa misma publicación se menciona que alrededor del 37% de los delitos violentos contra personas con discapacidad en 2008 fueron serios con: 40,000 violaciones o abusos sexuales, 116,000 robos, 115,000 asaltos agravados, además de 459,000 asaltos simples.

En el contexto nacional, se puede hacer referencia al Manual de Seguridad del Instituto Politécnico Nacional (2010), el cual está orientado a la sociedad en general, buscando que se conozca cómo reaccionar ante crisis de índoles diversas. Al hablar sobre el peligro de ser victimizado en el hogar, dicho texto menciona entre los principales factores de riesgo que los más vulnerables son los discapacitados, ancianos, mujeres y menores de edad. Lo anterior es comprensible considerando el grado de movilidad y fuerza que estas personas tienen, ya sea para defenderse o emprender la huida.

Este subsistema puede utilizar diversas estrategias para que se controle la entrada de personas al inmueble. Algunas de ellas pueden ser:

1. Que las personas autorizadas cuenten con un NIP que permita la entrada solamente durante ciertas horas del día.
2. Que el usuario, desde dentro del inmueble, permita la apertura de la puerta durante un intervalo de segundos.
3. Ante la activación del subsistema de alarmas de auxilio y accidentes, se pondrían a disposición la entrada con los NIP (o algunos de ellos) hasta que la situación esté controlada.

### **5.2.2 Subsistema 2. Alarmas de auxilio ante desastres naturales, incendios y otras catástrofes.**

Según Ventura Velázquez, Hernández Tápanes, Lorenzo Ruiz, Sanchez Gil & Bravo Acosta (2010) "las discapacidades que representan mayor preocupación en emergencias y desastres son: de movilidad, sensorial y cognitiva", lo cual se refleja en el documento de la NHK Fukushi Network Shuzaihan (citado en World Health Organization, 2014), el cual indica de manera similar que la vulnerabilidad de las personas que tienen discapacidades se ven aumentadas ante desastres naturales, pues estadísticas publicadas después del terremoto y el tsunami ocurridos en Japón en 2011 demostraron que la mortalidad de las personas con discapacidad registradas oficialmente fue de 2.06%, mientras que la de la población general fue de 1.03%.

En este mismo sentido, un documento del Departamento de Seguridad Doméstica de los Estados Unidos y la Cruz Roja Americana (2004), orientado a personas con discapacidad, recomienda para casos de desastres la utilización de sistemas de alerta que no dependan de líneas telefónicas.

Se busca evitar daños o fatalidades en caso de un fenómeno natural, un siniestro o ante intrusiones y violaciones del subsistema de acceso a personas autorizadas. Para permitir esta prevención, es necesario que algún suceso haga de gatillo en este subsistema, para lo cual algunos candidatos son:

1. Activación manual de la alarma a través de la App móvil, la cual llevará a cabo la tarea de disparar la alarma.
2. Activación automática ante la activación de sensores como son de humo, agua, entre otros.
3. La detección de que se ha violado el subsistema 1, de acceso a personas autorizadas, en cuyo caso se activará el protocolo de llamado, tanto al personal de seguridad como al profesional de la salud (detallado en el siguiente subsistema).

### **5.2.3 Subsistema 3. Contacto al profesional de la salud.**

Muchas de las personas que sufren discapacidad motriz, requieren atención domiciliaria las 24 horas del día, contando con un profesional de la salud que les facilite actividades como: administración de medicamentos, apego a dietas, actividad física, paseos, actividades lúdicas, entre otras. Es por ello que "la atención domiciliaria como actividad de nivel primario adquiere cada vez mayor importancia, ello por las necesidades que surgen de los enfermos que no pueden asistir por sus medios a los centros asistenciales, por la dependencia asociada al envejecimiento, aumento de las enfermedades cardiovasculares, accidentes, violencia y cáncer" (Soto Fernández & Barrios Casas, 2012).

Respecto a accidentes en el hogar, según datos y cifras de la Organización Mundial de la Salud (2015) cada año se producen 424,000 caídas mortales, lo que las hace la segunda causa mundial de muerte, también anualmente se producen 37.3 millones de caídas que requieren atención médica.

Además, indica que algunos de los factores de riesgo que pueden promover que las personas sufran caídas son: la edad, trastornos médicos subyacentes (neurológicos, cardíacos u otras afecciones discapacitantes), efectos de medicamentos, pérdida de equilibrio o inactividad física sobre todo en personas mayores, problemas cognitivos, visuales y de movilidad, problemas de equilibrio, entre otros.

Por otro lado, en un estudio realizado en España (Moreno-Martínez, Ruiz-Hidalgo, Burdoy-Joaquim, & Vázquez-Mata, 2005) se encontró que las personas de la tercera edad que sufren caídas con mayor frecuencia son los que presentan más de cuatro enfermedades simultáneas (pluripatología), los que tienen enfermedades del aparato locomotor, y del tejido conectivo, enfermedades de los ojos, los que consumen más de tres fármacos de forma habitual (polifarmacia), entre otros. Este mismo artículo habla de que el 41.7% de los pacientes sufrieron una caída llegaron a una sala de urgencias.

Un boletín informativo publicado por el Centro de Investigación y Prevención de Lesiones (2007) indica que el 40% de las lesiones mortales en los Estados Unidos de América, afectan a personas de edad avanzada.

Respecto a esto, es relevante lo que indica la Guía de Práctica Clínica de Intervenciones de Enfermería en la Atención del Adulto Mayor con Síndrome de Movilidad (CENETEC, 2014), que señala que "es necesaria la presencia de personal de la salud para la atención de personas con el llamado 'síndrome de inmovilidad', y a su vez asumir una actitud activa, para fortalecer, rehabilitar o prevenir complicaciones y especialmente evitar el confinamiento y la institucionalización del adulto mayor fortaleciendo su autonomía y por consecuencia mejorar su calidad de vida".

La finalidad de este subsistema es reducir el riesgo tanto de consecuencias por accidentes, como de fatalidades, al disparar una alerta que promueva que el usuario

reciba auxilio en caso de caídas, quemaduras, golpes, crisis de diversos tipos (convulsivas, nerviosas, de ansiedad, etc.), ingesta de alimentos o sustancias con potencial tóxico, accidentes cerebro-vasculares, infartos, entre otros.

La propuesta consiste en que, al percatarse o sentir el preludio de una de las crisis antes mencionadas se alerte al médico o enfermero a través de diversos medios, como llamada al celular, SMS, entre otros. Posteriormente, el usuario recibirá instrucciones de cómo actuar en base a las Guías de Práctica Clínica mexicanas.

1. Activación manual de un dispositivo que lleve a cabo la tarea de disparar la alarma.
2. Activación automática ante la ausencia de una respuesta del usuario, quien deberá avisar cada cierto intervalo de tiempo predefinido que está consciente. Cuando no exista tal respuesta, la alarma se activaría.

La detección de que se ha violado el subsistema 1, de acceso a personas autorizadas, o el subsistema 2, Alarmas de auxilio ante desastres naturales, incendios y otras catástrofes, en cuyo caso se activaría el protocolo de llamado tanto al personal de seguridad como al profesional de la salud para que se cercioren del bienestar e integridad de la salud del usuario.

### **5.3 Desarrollo del subsistema enfocado en el acceso a personas autorizadas al hogar**

Para la aplicación del modelo de forma completa, se elige trabajar con solo un subsistema y de esta forma cubrir los pasos propuestos para evaluar la efectividad del propio modelo.

Se elige el subsistema de acceso a personas autorizadas ya que cubre perfectamente elementos que se deben de desarrollar en cada una de las 3 capas que conforman la arquitectura, haciendo uso de la interfaz para que el usuario tenga control sobre

la autorización de acceso a personas al hogar, así como poder generar alarmas cuando la propia seguridad se ve violada. En lo referente a la capa de subsistema o control electrónico, se requiere que se genere una acción que de acceso a la persona abriendo puertas o en el aspecto de seguridad, ante una intrusión no autorizada, poder activas las alarmas pertinentes como aviso a sistemas de seguridad pública como activación de sirenas; finalmente la capa del propio controlador domótico se requiere de forma indispensable ya que será la encargada en almacenar información necesaria para que un usuario pueda acceder al hogar, así como pueda generar las señales necesarias para la activación de los sistemas de apertura de puertas o generación de alarmas.

### **5.3.1 Diseño de la aplicación móvil y las distintas interfaces gráficas**

De acuerdo a las necesidades que deben de cubrirse en este subsistema, se desarrolla el primer boceto de la interfaz principal (ilustración 22), en la cual se dan a elegir las opciones principales del menú, las cuales son abrir puertas, la sección de poder generar una alarma, definir los usuarios autorizados, contacto con un técnico, etc.

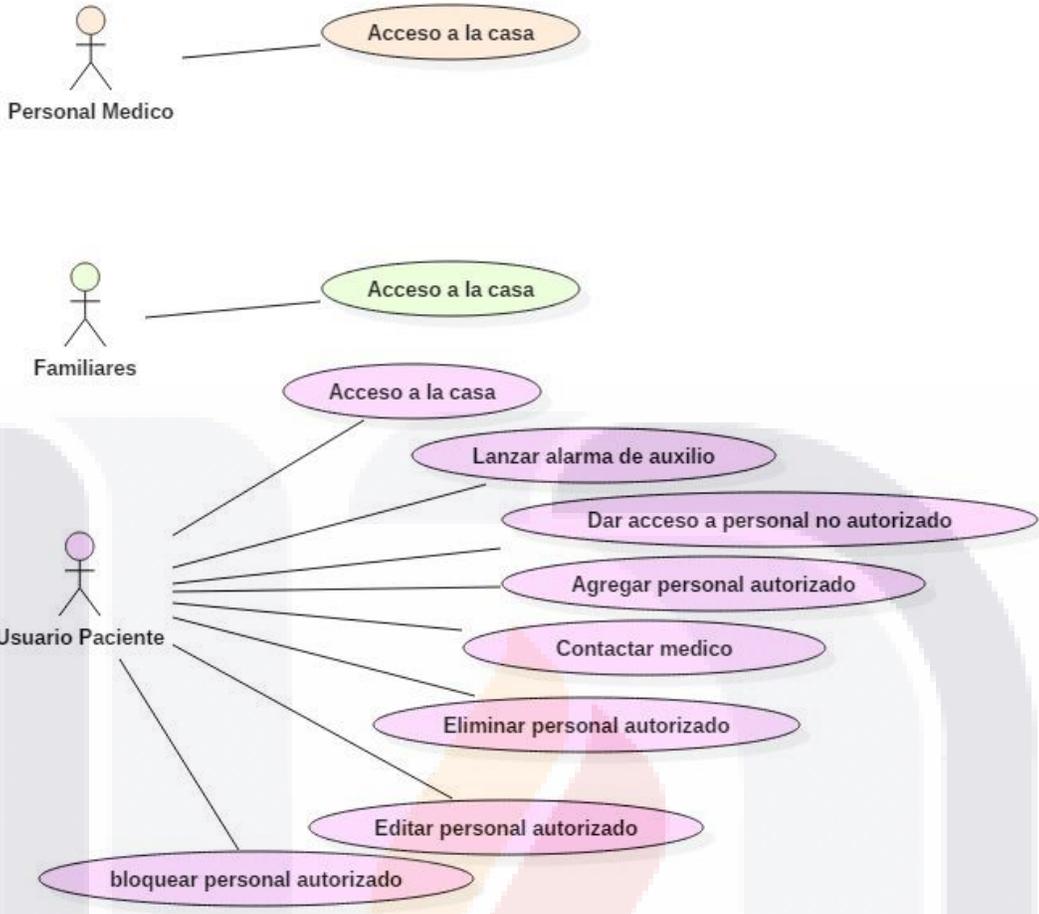


**Ilustración 22 Boceto de la interfaz principal para el subsistema de acceso a personas autorizadas**

Se mostró el boceto y se evalúa la idea con el usuario el cual acepta la propuesta, con lo cual se procede a la generación de los diagramas que ayudarán al desarrollo de la aplicación en las diversas secciones, las cuales se definen por tareas.

### **5.3.1.1 Diagrama de casos de uso**

Para una mejor representación de las funciones que deben de tenerse en cuenta en este subsistema, se hace uso de un diagrama de casos de uso, definiendo los actores que intervienen además de los casos en los que pueden intervenir, en la Ilustración 23 se muestra el diagrama general con los 3 actores que tendrán un papel directo además de las acciones que cada uno de ellos puede tener.



**Ilustración 23 Diagrama de casos de uso para el subsistema de acceso a usuarios autorizados**

<b>Actor</b>	Personal médico
<b>Casos de uso</b>	Acceso a la casa
<b>Tipo</b>	Secundario
<b>Descripción</b>	El personal médico es el encargado en brindar atención de salud al paciente, con lo cual se le puede conceder el permiso de acceder al hogar.

**Tabla 10 Actor Personal médico**

<b>Actor</b>	Familiares
<b>Casos de uso</b>	Acceso a la casa
<b>Tipo</b>	Secundario
<b>Descripción</b>	Son los familiares del paciente, a los cuales se le puede dar el permiso de acceder al hogar cuando lo requieran.

**Tabla 11 Actor Familiares**

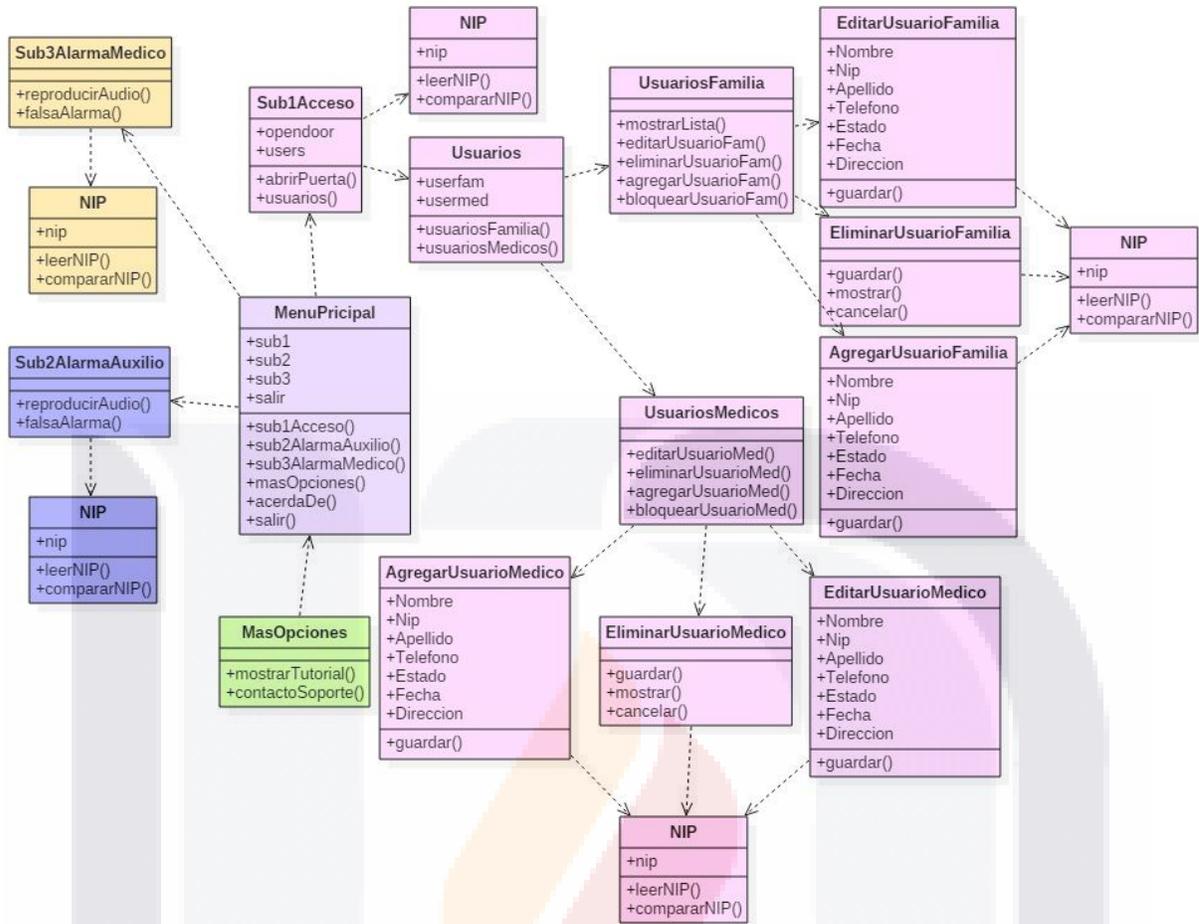
<b>Actor</b>	Usuario paciente
<b>Casos de uso</b>	Acceso a la casa, lanzar alarmas de auxilio, conceder o negar permisos de acceso, contactar a personal médico.
<b>Tipo</b>	Primario
<b>Descripción</b>	Es el usuario principal del sistema y es el paciente que tiene la discapacidad, cuenta con las acciones de conceder el acceso al hogar de los otros actores o negarlo, disparar alarmas entre otras.

**Tabla 12 Actor Usuario paciente**

De acuerdo a la identificación de cada uno de los actores así como la interacción que tendrá cada uno de ellos se planea la división y definición de cada una de las tareas para poder ser representada en la serie de diagramas útiles para interpretar y poder desarrollar el sistema.

### 5.3.1.2 Diagrama de clases del subsistema

Se genera un diagrama de clases de las diversas funciones del subsistema de acceso a personas autorizadas, en el cual se busca poder descomponer de forma modular cada una de las clases a programarse para poder cubrir los casos de uso que se plantearon anteriormente, en la siguiente Ilustración 24, se puede observar la interacción entre cada una de ellas y cómo estará planteado el escenario.



**Ilustración 24 Diagrama de clases que representa el funcionamiento del subsistema de acceso a usuarios autorizados**

Gracias al diseño de un diagrama de clases se define de forma puntual cada una de los objetos que interactuarán en el sistema, con cada una de sus propiedades y métodos, de esta forma lograr un control para evitar se repitan funciones o datos, además de poder generar una guía ante modificaciones del sistema en elementos individuales sin que afecte a los demás elementos.

### 5.3.2 Buenas prácticas para el diseño de la interfaz

La estética de la aplicación del sistema doméstico se basa en este estilo: simple y fácil de comprender, es decir que busca la usabilidad, que es “la capacidad de un programa de ser entendido, aprendido, utilizado y ser atractivo para el usuario, cuando se utiliza en condiciones determinadas” según la norma internacional

ISO/IEC 9126-1:2001: Software engineering. Product quality. Part 1: Quality model. (Rodríguez Yunta & Giménez Toledo, 2004).

Además, utiliza el factor psicológico de la conocida teoría de la Gestalt, que como indican Zardalevich y Moreno Mora (2005, n.d.) es utilizada para predecir cómo las personas responderán a los elementos del diseño e incluye un lema famoso que dicta que “el todo es más que la suma de sus partes... los objetos y los acontecimientos se perciben como un todo organizado”; y como un sistema propiamente dicho, una interfaz está compuesta de diversos elementos.

### **5.3.2.1 Colores y botones**

Aunque se tienen significados prácticamente universales de los colores más fundamentales como son el rojo, azul, verde y amarillo, la selección de los colores para la interfaz de la aplicación tiene fundamentos normativos como puede leerse en los siguientes párrafos.

Los elementos relacionados de manera directa con el subsistema 1, de Acceso a Personas Autorizadas, tiene un color verde, por su significado de “Condición Segura”, según la Norma de Señales y avisos para protección civil, de colores, formas y símbolos a utilizar (DOF, 2011).

El mismo documento, indica que el color amarillo significa “Precaución” o “Riesgo”, por lo cual se usa en los elementos directamente relacionados con el subsistema 2, de Alarmas de Auxilio ante Desastres, Incendios y Otras Catástrofes.

Por otro lado, Castilla Juárez (2014) indica que “la Cruz Roja es uno de esos símbolos o emblemas que casi de manera universal son conocidos, reconocidos e identificados por prácticamente cualquier persona... Pensar en la Cruz Roja casi de manera inmediata genera en nuestra cabeza un vínculo entre dicho símbolo y la asistencia médica, de salud y socorro especialmente”. Por lo anterior, el símbolo de Cruz Roja se utiliza para acceder al subsistema 3, relacionándose el mismo color rojo para el resto de los elementos de ese subsistema.

En la Norma de Señales y avisos para protección civil, de colores, formas y símbolos a utilizar (DOF, 2011), se menciona también que el color Azul es un color relacionado

con indicaciones obligatorias, por ello se relaciona con el apartado de "Otras opciones", que es donde está el Tutorial de uso.

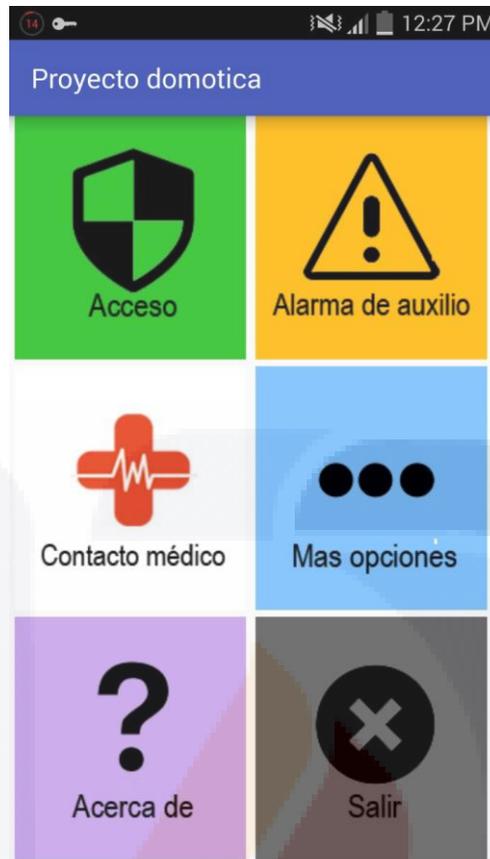
Para el botón de Acerca de, se seleccionó el color violeta por representar profundidad, reflexión e introspección. Se eligió un tono claro para permitir que las funciones más relevantes de la aplicación mantuvieran tal estatus.

Por último, el negro no es considerado como un color propiamente, sino que es la total ausencia de colores y se relaciona con el final. Al ser contrastante con los colores previamente utilizados para el resto de los botones, este se usará para el botón de Salir.

Respecto a los elementos de botones, se opta por que sean grandes, buscando que se formen menús sencillos con pocas opciones, facilitando así el uso de las aplicaciones de salud por personas de la tercera edad (Asunción, López, Fernández Alemán, Toval, & Carrillo De Gea, 2014).

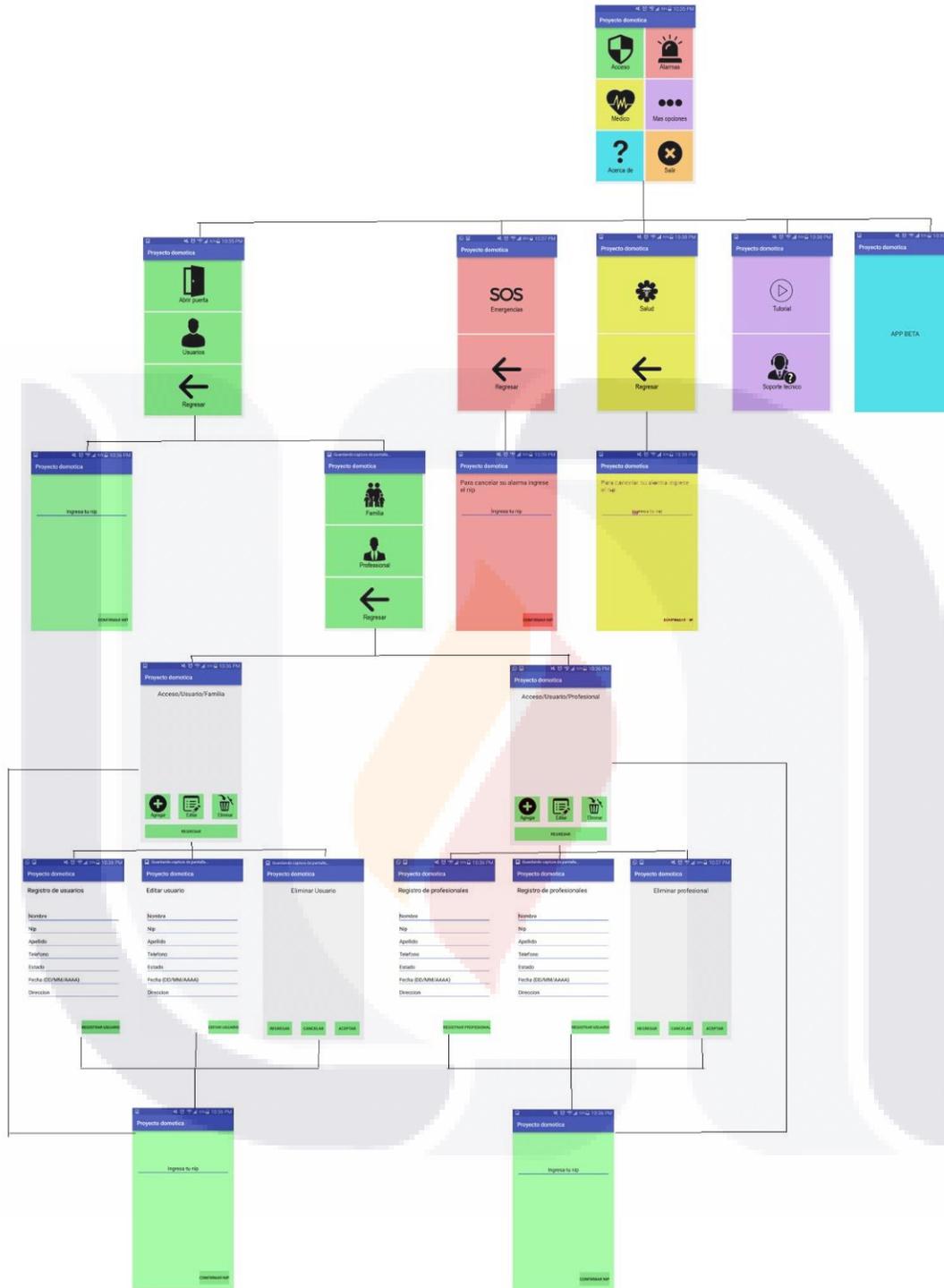
### **5.3.3 Prototipo final de la interfaz gráfica**

Al finalizar con la aplicación de los elementos antes desarrollados, se llega a una interfaz final, la cual tiene su funcionamiento en cada una de las secciones o botones, así mismo cubriendo las características de las buenas prácticas y patrones de interacción. En la Ilustración 25 se puede apreciar la interfaz final.



**Ilustración 25** Diseño final de la interfaz principal del sistema de acceso a usuarios autorizados

Al seguir con el proceso de creación de interfaces, se va desarrollando el flujo de navegación a través de las ventanas, cuidando en cada una de ellas se sigan manteniendo las características antes planteadas así como los patrones de cada una de ellas; en la Ilustración 26 se muestra el árbol de flujo que tiene la aplicación móvil a través de cada una de las interfaces de acuerdo a cómo se puede navegar a través de cada una de ellas.



**Ilustración 26 Flujo de navegación entre las diversas ventanas de la aplicación de acceso a personas autorizadas**

El diagrama anterior muestra el flujo normal que tiene cada una de las interfaces gráficas realizadas para la aplicación, de esta forma el diagrama además de ayudar

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

a obtener una visión global de todas las funciones del sistema, permite en algún momento el planteamiento de pruebas a la aplicación y conocer qué respuestas se obtendrán a partir de las acciones generadas en cada una de las interfaces.

## **5.4 Diseño de conexión y comunicación del subsistema acceso a personal autorizado**

De forma paralela al diseño de la interfaz gráfica, se puede ir desarrollando la capa del propio subsistema o conexiones electrónicas así como la definición del medio de comunicación que se debe establecer con el controlador principal, comandos necesarios y protocolo a utilizar; de esta forma se desarrollan los diagramas generales en base a los elementos necesarios que se requieren para cubrir la necesidad de garantizar el acceso al hogar así como las alarmas ante una violación de la seguridad del hogar.

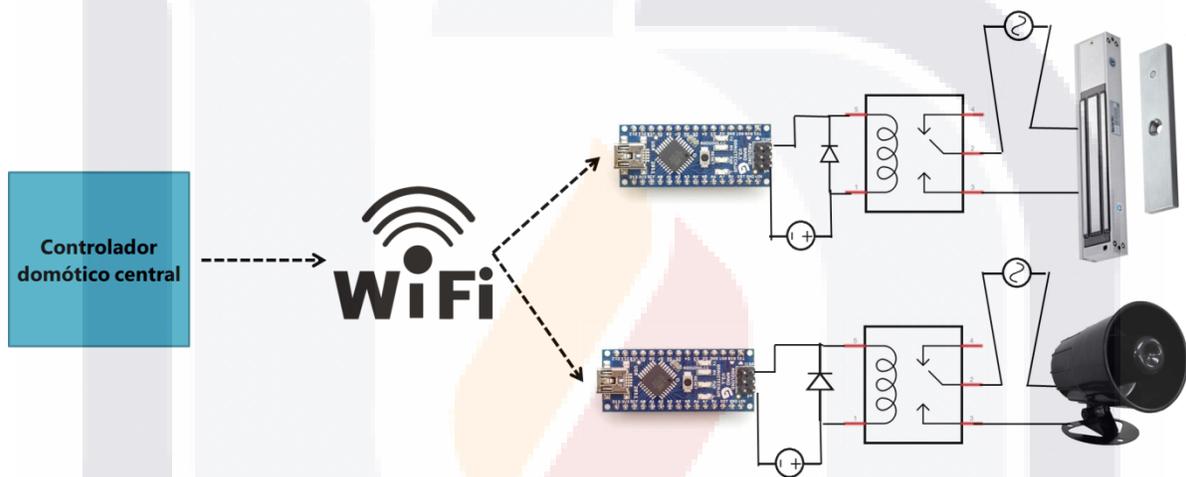
### **5.4.1 Diagrama de conexión del subsistema acceso a personal autorizado**

Se definen los componentes que se deberán utilizar para poder cubrir la necesidad de conceder el acceso al hogar, así como la característica de poder generar una alarma ante una violación de la seguridad del hogar; de esta forma se tienen 2 secciones a controlar de forma independiente, las cuales se nombrarán como apertura de puerta y el segundo simplemente como alarma.

El primero de ellos, la apertura de puerta, se caracterizará por un dispositivo que le permita recibir información por medio de la vía WiFi, de esta forma leerá los datos enviados desde el controlador domótico y los convertirá a señales eléctricas que se conectarán a un relevador que cierra o abre el circuito eléctrico para activar o desactivar una cerradura electromagnética, esta cerradura tiene la característica de mantener una puerta cerrada brindando buen nivel de seguridad y confiabilidad, al cerrar el circuito la cerradura se abrirá y permitirá el acceso de la persona autorizada.

En el segundo de los elementos a controlar, que es la alarma, contará de igual forma con un receptor de señales WiFi que interpretará las señales enviadas desde el propio controlador domótico, de esta forma al igual que la apertura de puerta, envía una señal eléctrica que cierra o abre un circuito eléctrico con el cual se activará la sirena o la desactivará.

En la Ilustración 27 se muestra el diagrama de conexión de los dos elementos a controlar, mostrando de forma sencilla la conexión eléctrica así como la vía de transmisión de datos entre el controlador domótico y los componentes del subsistema.



**Ilustración 27 Diagrama de conexión eléctrica del subsistema acceso a personal autorizado**

La conexión así como el cableado de los subsistemas para lograr una funcionalidad será de forma muy simple, consta del receptor/interprete de comunicación WiFi el cual recibe los datos enviados desde el controlador domótico y transmite una señal de activación a interruptor o relevador que es el encargado de dejar pasar la corriente necesaria para activar ya sea la cerradura electromagnética o la sirena en el sistema de alarma,

### 5.4.2 Comunicación entre controlador domótico y el subsistema

La forma en que se establece que se puedan comunicar los receptores del subsistema que activaran tanto la sirena como la cerradura electromagnética se

establece que desde el controlador domótico se envíen peticiones; al encontrarse dentro de la misma red WiFi, se delimitó que la forma en que el controlador deberá comunicarse es por medio de conexión por sockets, ya que estos son conexiones sencillas que son soportadas por la mayoría de los lenguajes de programación y se definen pasos muy claros en su proceso de comunicación.

El algoritmo básico de comunicación por sockets se realiza de la siguiente forma:

1. Se abre el socket.
2. Se inicia un stream de entrada o salida hacia el socket.
3. Se lee la respuesta que devuelve al stream en base al protocolo plateado.
4. Se cierra el stream.
5. Se cierra el socket.

De esta forma, se define que aplicando el algoritmo en lenguaje Java se tendrá la siguiente rutina que servirá desde el controlador domótico hacia el receptor en la sirena o la cerradura electromagnética.

```
String hostName = args[0];
int portNumber = Integer.parseInt(args[1]);
try (
    Socket echoSocket = new Socket(hostName, portNumber);
    PrintWriter out =
        new PrintWriter(echoSocket.getOutputStream(), true);
    BufferedReader in =
        new BufferedReader(
            new InputStreamReader(echoSocket.getInputStream()));
    BufferedReader stdIn =
        new BufferedReader(
            new InputStreamReader(System.in))
)
```

## 5.5 Diseño de controlador domótico principal

Una vez que se han desarrollado las dos fases o capas anteriores (Interfaz gráfica y Subsistema electrónico) se cuenta con las características o necesidades que el controlador domótico debe de satisfacer para lograr una conexión completa y que interactúe el sistema por completo.

Para ello, como se revisó en el marco teórico en la sección 3.3, existen diversos tipos de controladores, desde el más básico como un microcontrolador, hasta el más elaborado y costoso como puede ser un servidor completo o PLC; des esta forma se resumen las características que se requieren en base a las 2 capas:

1. Se requiere de un medio de almacenamiento de información (base de datos) para almacenar información del usuario como credenciales de acceso al sistema domótico, así como la información de los usuarios autorizados a acceder al hogar.
2. Posibilidad de conectarse a una red WiFi para comunicarse con los receptores encargados de abrir puerta o disparar la alarma.
3. Contar con conexión a internet para poder lograr una interacción con la aplicación móvil a distancia.
4. Interpretar la información recibida desde la aplicación móvil por medio de internet, para ello, se debe contar con la opción de hospedar servicios web.

Ante estos requerimientos, se genera una tabla para evaluar los diversos controladores domóticos y las 4 principales necesidades como se muestran en la siguiente Tabla 13:

<b>Evaluación de requisitos</b>				
<b>Tipo de controlador domótico</b>	<b>Almacenamiento interno (base de datos)</b>	<b>Conexión WiFi</b>	<b>Conexión a internet</b>	<b>Servicios Web</b>
<b>Controlador LOGO!</b>	X	√	√	X
<b>Tarjeta de desarrollo</b>	√	√	√	√
<b>PLC</b>	X	√	√	X
<b>Servidor</b>	√	√	√	√

Tabla 13 Evaluación de controladores domóticos en base a necesidades de la interfaz y subsistemas

Al evaluar los diferentes controladores domóticos en base a las necesidades que deben de cubrirse de las 2 capas anteriores, se identifica que hay 2 opciones viables para elegir en este caso, se tienen la tarjeta de desarrollo y el servidor; con cualquiera de las dos opciones se pueden cubrir las tareas que requieren las 2 capas; entonces al momento de elegir cual se implementará, se basa en características propias de las dos opciones viables, en el caso del servidor se tiene la ventaja de ser un sistema especializado para el manejo de bases de datos así como el uso de servicios, sin embargo la mayor limitante e el costo del mismo equipo; en el caso de la tarjeta de desarrollo, se tiene como ventaja el bajo costo del equipo así como la facilidad de extender sus funciones al contar con salidas analógicas y digitales de forma directa para conectar nuevos subsistemas.

De esta forma, se eligió a la tarjeta de desarrollo como la opción a elegir como controlador domótico central. De esta forma una conexión de las 3 capas de forma completa, se muestra en la Ilustración 28.



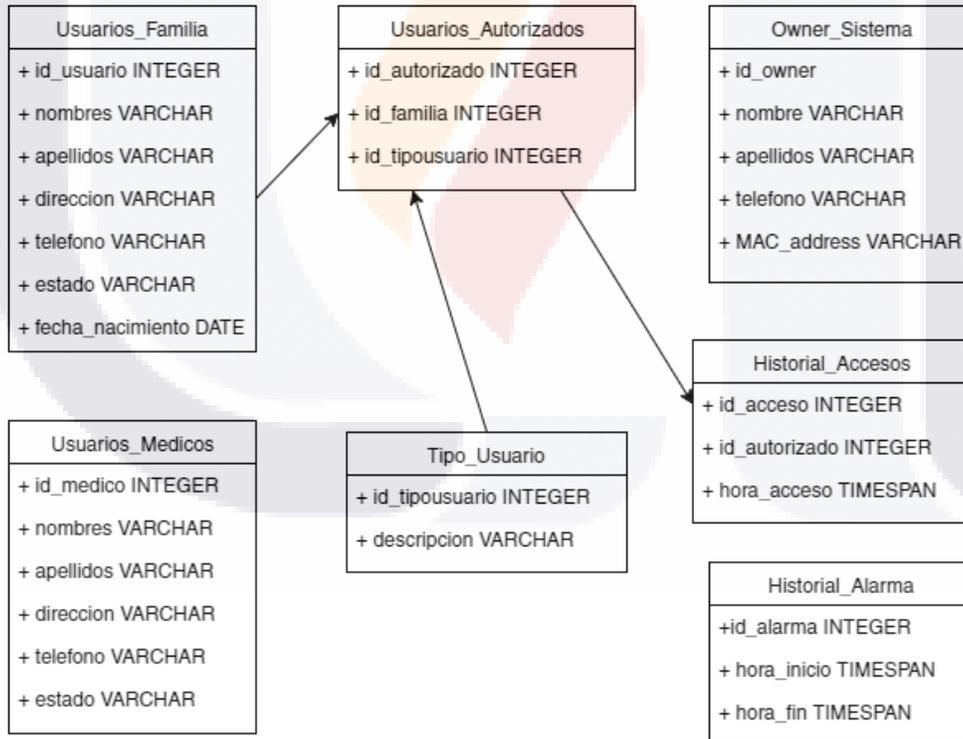
**Ilustración 28 Diagrama de interacción entre las 3 capas o productos generados**

El diagrama anterior de forma generalizada muestra el flujo de trabajo del sistema domótico desarrollado, comenzando el proceso en la aplicación móvil por medio de una interfaz, la cual ante una acción generada por el usuario enviará los datos al controlador domótico, éste interpretará la función esperada realizando dos acciones, por un lado activando el sub sistema (ejemplo activación de la alarma) y en segundo lugar, regresando una respuesta a la aplicación como tal para que el usuario esté enterado de que su acción obtuvo una respuesta.

### 5.5.1 Modelado de base de datos

Se desarrolló un modelo de base de datos en el cuál se plantean las tablas necesarias así como cada uno de sus campos con la finalidad de poder almacenar la información necesaria para el funcionamiento del sistema, acciones como el registro de usuarios autorizados para ingresar al hogar, datos de contacto y datos principales del usuario que controla el sistema, así como historiales de las acciones generadas en cada uno de los sistemas para llevar un control de los mismos, horas de acceso al hogar, horarios en que se disparan las alarmas etc.

En la Ilustración 29 entonces, se presenta el diagrama de tablas para la base de datos, así como su relación que se generó para el caso de estudio aplicado a al subsistema de control de acceso a usuarios al hogar.



**Ilustración 29 Diagrama de base de datos diseñada para el sistema doméstico**

En la anterior ilustración se identifica cada una de las tablas a utilizar en el sistema desarrollado, identificando que cada una de ellas cuenta con identificadores únicos

que permitirán realizar una relación entre tablas y con ello separar registros por seguridad así como evitar se repita información ingresada por los usuarios.

### **5.5.2 Comunicación entre la aplicación y el controlador domótico por servicios web**

Una forma efectiva que además agrega un grado mayor de seguridad sobre todo a la hora del guardado de información a una base de datos, es el uso de servicios bien estructurados, a través de éstos, se envía la información al control domótico el cual contiene la base de datos.

Una de las ventajas que se tiene al usar este tipo de medios de conexión, es la reutilización, ya que el mismo servicio que se usará a través de la aplicación móvil, se puede expandir en su uso a programas para escritorio o desde una misma página web; con lo cual, se desarrollaron los servicios necesarios para la interacción entre el control domótico y la interfaz gráfica.

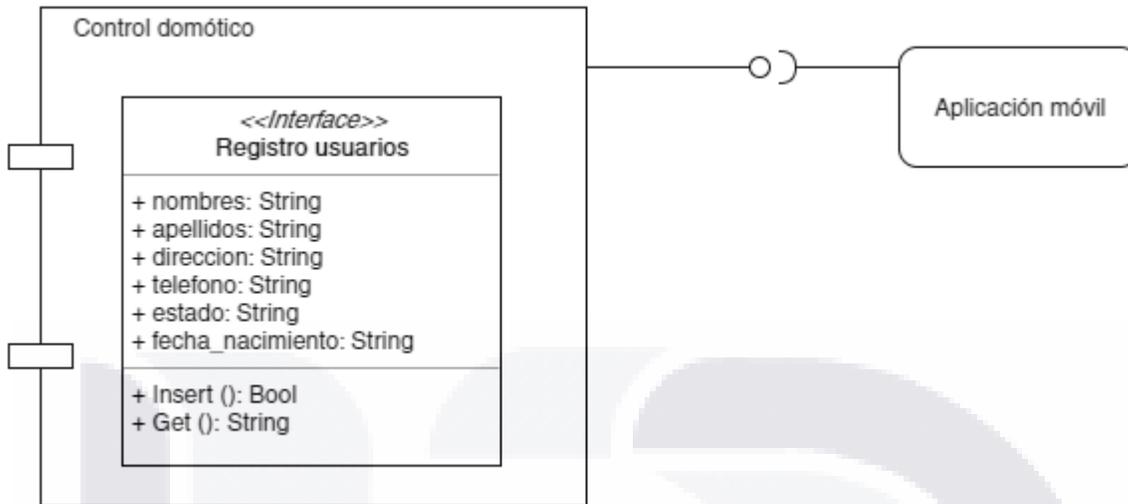
En el siguiente fragmento de código, se describe el planteamiento de unos de los servicios utilizados, el cual tiene como función el registro de los datos de los usuarios a los cuales se les concederá el permiso de acceder al hogar; se puede observar que la conexión se realiza a la base directamente y además el ingreso de los datos se encuentra de forma parametrizada; solicitando información general del usuario como es su nombre, dirección, etc.

```
<?php  
  
if ($_SERVER['REQUEST_METHOD'] == 'POST') {  
    $db = new mysqli('218.115.5.24', 'DomoticaMotriz', 'iasDjj47a48',  
'usersDomotica');  
    $nombres = $_POST['nombres'];  
    $apellidos = $_POST['apellidos'];  
    $direccion = $_POST['direccion'];  
    $telefono = $_POST['telefono'];  
    $estado = $_POST['estado'];  
    $fecha_nacimiento = $_POST['fecha_nacimiento'];
```

```
    echo json_encode("$nombres, $apellidos, $direccion, $telefono, $estado,
$fecha_nacimiento");
    $insertar = "INSERT INTO Usuarios_Familia(nombres, apellidos, direccion,
telefono, estado, fecha_nacimiento) VALUES('$nombres', '$apellidos', '$direccion',
$telefono, '$estado', '$fecha_nacimiento')";
    if ($db->query($insertar) == TRUE) {
        echo json_encode("Usuario guardado con exito");
    } else {
        echo json_encode("No se ha podido guardar el usuario");
    }
    $resultado->close();
    $db->close();
}
```

### **5.5.3 Interfaz de comunicación entre aplicación y el controlador doméstico**

Igualmente, para poder definir la forma en que se debe de realizar la comunicación entre la aplicación móvil y el control doméstico, se debió de generar las interfaces adecuadas en las cuales se especificara el formato de los datos y características de cada una de las variables; esto con la finalidad de generar una buena correcta comunicación entre los sistemas y el correcto tratamiento de los datos; en la siguiente Ilustración 30 se muestra el diagrama referente ejemplificando la interfaz que representa el servicio mostrado en la sección anterior.



**Ilustración 30 Diagrama de interfaz para registrar usuarios en la base de datos**

La interfaz anterior muestra la estructura con la cual se realizará la comunicación entre 2 de los productos que forman parte del sistema domótico, la aplicación móvil y el control domótico, en la función de registro de usuarios, se determina la estructura de cada uno de los datos con la finalidad de que la comunicación se pueda realizar de forma exitosa y cada uno de los datos tenga establecida su estructura y orden determinado.

Capítulo 6

**“Resultados obtenidos y  
Conclusiones”**

## 6. Resultados obtenidos y Conclusiones

En este capítulo se muestran las pruebas que se aplicaron al caso de estudio de la sección 5, se busca evaluar dos aspectos del producto generado a través del modelo propuesto, de esta forma se buscará evaluar el aspecto funcional del envío y recepción de información, almacenamiento de la misma y ejecución de acciones en el subsistema desarrollado (acceso a personas autorizadas y disparo de alarmas); el segundo elemento a evaluar será la satisfacción del usuario y el grado de usabilidad que le brinda la aplicación móvil a través de las diversas interfaces gráficas.

En base a los resultados obtenidos, se puede evaluar de forma exploratoria la funcionalidad del modelo propuesto y cómo se cubren los objetivos planteados al inicio de la tesis, referenciando de qué forma se están cubriendo cada uno de ellos y conclusiones propias en cada sección.

## 6.1 Pruebas funcionales al sistema domótico

Para evaluar el funcionamiento técnico del sistema, se planteó la aplicación de pruebas del tipo de caja negra, este tipo de prueba sólo se ejecuta dando distintos valores a las entradas. Los datos de prueba se escogerán atendiendo a las especificaciones del problema, sin importar los detalles internos del programa, a fin de verificar que el programa se ejecute de manera correcta.

Este tipo de prueba se centra en los requisitos funcionales del software y permite obtener entradas que prueben todos los flujos de una funcionalidad. El método de la caja negra se utilizará para verificar el correcto manejo de funciones externas provistas o soportadas por el software; revisará que el comportamiento observado se apegue a las especificaciones del producto y a las expectativas del usuario; los casos de prueba se construyen a partir de las especificaciones del sistema. (CIBERTEC, 2010)

Los métodos de caja negra o funcional permiten derivar casos de prueba que buscan encontrar los siguientes tipos de errores:

- Funciones incorrectas o faltantes.
- Errores de interfaz.
- Errores en estructuras de datos o en acceso a BD externas.
- Errores de comportamiento o desempeño.
- Errores de inicialización o término.

De esta forma, se planeó la aplicación de forma general en dos secciones, la primera funcionará en la interacción entre la aplicación móvil al control domótico central con envío y tratamiento de información, y la segunda prueba fue en la interacción del control domótico central al subsistema de apertura de puerta por medio de la activación de la cerradura electromagnética, en la siguiente Tabla 14 se describe el

diseño de la prueba de caja negra en cada uno de los casos, así como la cantidad de iteraciones para evaluar el desempeño.

<b>Componente a probar</b>			
<b>Componente a probar</b>	<b>Tipo de prueba</b>	<b>Objetivo de la prueba</b>	<b>Cantidad de ciclos</b>
Registro de usuarios autorizados para acceder al hogar.	<b>Funcional</b>	Desde la aplicación se enviarán los datos de usuarios a registrar para garantizarles un acceso al hogar; se deberá confirmar que los datos se guardan correctamente en la base de datos en el controlador domótico.	20
Revisar usuarios autorizados que se encuentran registrados en la base de datos.	<b>Validación de datos</b>	Se revisará la lista de usuarios que se encuentran registrados en la base de datos para confirmar que los datos son correctos entre cada usuario.	20
Apertura de puerta a un usuario autorizado	<b>Funcional</b>	Se intentará acceder con los datos de un usuario registrado al hogar, con la finalidad de que el controlador active la cerradura electromagnética y se permita el acceso.	10
Activación de alarma	<b>Funcional</b>	Se activará el botón de pánico con la finalidad de que se active la alarma desde el controlador domótico y al sirena suene.	10

**Tabla 14 Matriz de definición de pruebas al sistema domótico generado**

La finalidad de establecer una tabla como la anterior es determinar de forma clara qué se busca con cada una de las pruebas establecidas así como generar un panorama que ayude en la planeación de los tiempos necesarios; informar de forma igual los resultados obtenidos.

### 6.1.1 Resultados de pruebas técnicas al sistema domótico

Las pruebas técnicas referentes al sistema domótico en conjunto se realizó por medio del formato presentado en la Tabla 15, en ella se presenta además los resultados obtenidos en la primera prueba que buscó como objetivo confirmar el correcto guardado de la información en base de datos sobre usuarios autorizados para acceder al hogar.

<b>Evaluación de componente:</b>	<b>Usabilidad y accesibilidad de la aplicación móvil con el usuario</b>		
<b>Nombre del proyecto:</b>	Sistema domótico para personas con discapacidad motriz		
<b>Versión de componente:</b>	1.01	<b>Fecha de evaluación:</b>	09/09/2016
<b>Evaluador:</b>	Jesús Vargas		
<b>Planteamiento de prueba</b>			
	<b>Tipo de prueba a realizar:</b>	Funcional	
	<b>Cantidad de ciclos:</b>	20	
	<b>Fecha de inicio de prueba:</b>	08/09/2016	
	<b>Fecha de término de prueba:</b>	09/09/2016	
<b>Descripción de la prueba a realizarse:</b>	A través de la interfaz de la aplicación móvil se registrará una matriz de datos de 20 diferentes usuarios con la finalidad de verificar su correcto guardado.		
<b>Comentarios:</b>	Cada usuario cuenta con su información individual.		
<b>Realización de la prueba</b>			
	<b>1. ¿Se pudo realizar la prueba sin errores?</b>	Si	
	<b>Errores presentados:</b>	Ningún error presentado, se pudieron enviar correctamente los datos de los 20 usuarios a la base de datos.	
	<b>2. Recomendaciones en caso de presentar errores.</b>		
	No se presentaron errores.		
	<b>¿Cumple la prueba?</b>	Si	
<b>Nombre y firma de evaluador:</b>	Jesús Vargas		
<b>Comentarios Extras:</b>	Para complementar la correcta funcionalidad de la ventana de carga de información, colocar validación de campos para no dejar campos vacíos.		

Tabla 15 Resultados prueba técnica registro de usuarios autorizados

El resto de los formatos de resultados se pueden observar en las tablas de los anexos 1, 2 y 3; para confirmar los resultados se realiza la Tabla 16 en la cual se resumen los resultados obtenidos de acuerdo a la planeación de cantidad de ciclos que se ejecutó la prueba.

<b>Matriz de resultados pruebas técnicas</b>			
<b>Componente a probar</b>	<b>Descripción de la prueba</b>	<b>Ciclos a ejecutar</b>	<b>Ciclos ejecutados con éxito</b>
Registro de usuarios autorizados para acceder al hogar.	A través de la interfaz de la aplicación móvil se registrará una matriz de datos de 20 diferentes usuarios con la finalidad de verificar su correcto guardado.	20	20
Revisar usuarios autorizados que se encuentran registrados en la base de datos.	De forma paralela desde la aplicación así como directo en la tabla de la base de datos se revisará que la información guardada coincida con los registros antes realizados.	20	20
Apertura de puerta a un usuario autorizado	Por medio de la interfaz de la aplicación, se intentará acceder al hogar con los datos de los usuarios que se encuentran registrados en el sistema para confirmar apertura de puerta.	10	10
Activación de alarma	Activando desde la interfaz de la aplicación, se activará el botón de alarma para confirmar la activación de la sirena, así mismo la desactivación de la misma.	10	10

**Tabla 16 Matriz de resultados de las pruebas técnicas ejecutadas**

En base a los resultados se verifica que el funcionamiento de la aplicación así como el control domótico y la activación de los subsistemas se aprueban ante algunos comentarios de mejores, los cuales no afectan al desempeño del sistema como son:

- Validación de campos de registro para no permitir el ingreso caracteres especiales, con acento o letra "ñ".
- En mejoras visuales para el subsistema de apertura de puerta y activación de alarma, se comenta agregar un indicador visual a la puerta para verificar cuando se concede el acceso y a la sirena una luz estroboscópica como mayor indicador visual.
- A la aplicación en la sección de la interfaz visual de activación de alarma, agregar un indicador o mensaje que muestre que la alarma se encuentra activa.

## 6.2 Pruebas de aceptación y accesibilidad de la aplicación (interfaz gráfica) con el usuario

Para poder evaluar el aspecto de usabilidad y accesibilidad que tiene la aplicación móvil a través de las interfaces gráficas diseñadas se recurrió a una entrevista para poder evaluar la interacción del usuario después de que éste hubiera usado la aplicación y comprendido su funcionamiento.

Si bien existe una gran variedad de diseño de entrevistas, se eligió una con formato de medición de escala de 1 a 5 donde 1 equivaldría al menor valor de aceptación o rechazo y 5 el mayor grado de aceptación o satisfacción el usuario.

Cada pregunta busca evaluar alguna de las características principales de la interfaz y se permitió además la posibilidad extra de que el usuario pudiera colocar comentario abierto en cada una de las preguntas con la finalidad de conocer un poco más su opinión.

En la Tabla 17 se muestra el planteamiento y finalidad de la prueba a realizar.

Componente a probar			
Componente a probar	Tipo de prueba	Objetivo de la prueba	Cantidad de ciclos
Usabilidad y accesibilidad de la aplicación móvil generada con usuarios que tienen discapacidad motriz.	<i>Entrevista</i>	Conocer el grado de aceptación que tienen los usuarios con discapacidad motriz al usar la aplicación móvil generada, así como la facilidad que ven al usara. Por medio de entrevista se conocerá su opinión.	3 usuarios

**Tabla 17 Matriz de pruebas de aceptación de la aplicación móvil con el usuario**

La prueba a realizar con el usuario consta de dos secciones, la primera de ella está más enfocada en evaluar los elementos de la interfaz y la aceptación del usuario a los mismos, la segunda sección se enfocó a evaluar el grado de utilidad que obtiene el usuario de los mismos, la Tabla 18 muestra el formato generado para poder realizar la prueba con el usuario.



<b>Evaluación de componente:</b>	<b>Usabilidad y accesibilidad de la aplicación móvil con el usuario</b>						
<b>Nombre del proyecto:</b>	<b>Sistema domótico para personas con discapacidad motriz</b>						
<b>Versión de componente:</b>		<b>Fecha de evaluación:</b>					
<b>Evaluador:</b>							
<b>Planteamiento de prueba</b>							
	<b>Tipo de prueba a realizar:</b> <b>Cantidad de ciclos:</b> <b>Fecha de inicio de prueba:</b> <b>Fecha de término de prueba:</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Entrevista</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>		Entrevista	1		
Entrevista							
1							
<b>Descripción de la prueba a realizarse:</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Se realizará la entrevista con un usuario que se encuentra en las condiciones del grupo de estudio, el cual es tener algún grado de discapacidad motriz.</td></tr> </table>			Se realizará la entrevista con un usuario que se encuentra en las condiciones del grupo de estudio, el cual es tener algún grado de discapacidad motriz.			
Se realizará la entrevista con un usuario que se encuentra en las condiciones del grupo de estudio, el cual es tener algún grado de discapacidad motriz.							
<b>Comentarios:</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Se le permitirá al usuario interactuar 10 minutos con la aplicación y posteriormente se aplicará la entrevista.</td></tr> </table>			Se le permitirá al usuario interactuar 10 minutos con la aplicación y posteriormente se aplicará la entrevista.			
Se le permitirá al usuario interactuar 10 minutos con la aplicación y posteriormente se aplicará la entrevista.							
<b>Realización de la prueba</b>							
<b>INTERFAZ</b>							
<b>1. ¿Qué tan adecuada le pareció la selección de colores para los botones de la pantalla de inicio?</b>							
Totalmente inadecuada	2	Indiferente	Totalmente adecuada				
1	2	3	4				
<b>Comentarios:</b>							
<b>2. ¿Qué tan adecuado le pareció el tamaño de los botones de la pantalla de inicio?</b>							
Totalmente inadecuada	2	Indiferente	Totalmente adecuada				
1	2	3	4				
<b>Comentarios:</b>							
<b>3. ¿Los botones le parecen lo suficientemente descriptivos de lo que realizan?</b>							
Totalmente inadecuada	2	Indiferente	Totalmente adecuada				
1	2	3	4				
<b>Comentarios:</b>							
<b>4. ¿Qué tan claro es la aplicación para identificar e qué parte de ella se encuentra de acuerdo a cada</b>							
Totalmente inadecuada	2	Indiferente	Totalmente adecuada				
1	2	3	4				
<b>Comentarios:</b>							
<b>5. ¿Cómo describiría la interfaz de la aplicación?</b>							
<b>Comentarios:</b>							
			Hojas: 1 / 2				

<b>Evaluación de componente:</b>	<b>Usabilidad y accesibilidad de la aplicación móvil con el usuario</b>			
<b>Nombre del proyecto:</b>	<b>Sistema domótico para personas con discapacidad motriz</b>			
<b>Versión de componente:</b>		<b>Fecha de evaluación:</b>		
<b>Evaluador:</b>				
<b>Realización de la prueba</b>				
<b>UTILIDAD</b>				
<b>6. En la pantalla de inicio, ¿pudo intuir qué hacía cada boton?</b>				
Totalmente inadecuada		Indiferente		Totalmente adecuada
1	2	3	4	5
<b>Comentarios:</b>				
<b>7. Después de utilizar la aplicación, ¿queda claro cuál es su objetivo?</b>				
Totalmente inadecuada		Indiferente		Totalmente adecuada
1	2	3	4	5
<b>Comentarios:</b>				
<b>8. ¿Cree que las funciones que se ofrecen en esta aplicación son de utilidad para su caso personal?</b>				
Totalmente inadecuada		Indiferente		Totalmente adecuada
1	2	3	4	5
<b>Comentarios:</b>				
<b>9. ¿Qué es lo que más te llamó la atención positivamente o negativamente de la utilidad que ofrece el sistema?</b>				
<b>Comentarios:</b>				
<b>10. ¿Le parecieron claras cada una de las opciones que brinda cada una de las pantallas?</b>				
Totalmente inadecuada		Indiferente		Totalmente adecuada
1	2	3	4	5
<b>Comentarios:</b>				
<b>11. ¿La apariencia de la aplicación le parece familiar o similar a alguna otra que haya usado en el pasado?</b>				
<b>Comentarios:</b>				
<b>12. En conclusiones generales, ¿qué le ha parecido la aplicación y qué mejoras a sus necesidades puede sugerir?</b>				
<b>Comentarios:</b>				
<b>Comentarios Extras:</b>				
				Hojas: 2 / 2

Tabla 18 Formato generado para realizar las pruebas de usabilidad de la aplicación con el usuario

### **6.2.1 Resultados de las pruebas aplicadas con el usuario a la interfaz gráfica**

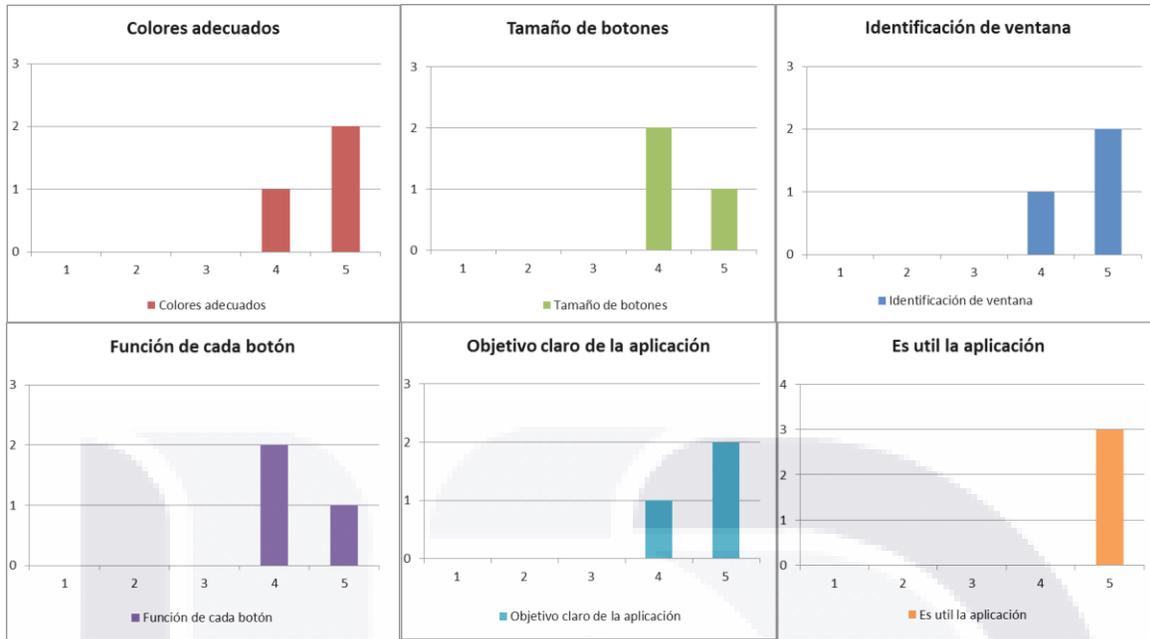
En la sección de Anexo 4 se agrega el formato con el llenado de los resultados obtenidos de la prueba realizada con uno de los usuarios, con su resultado y comentarios acerca de la funcionalidad de la aplicación.

La utilización de la aplicación fue hecha por tres usuarios con las características descritas en el perfil del público al que va dirigida la aplicación, siendo uno de ellos, habitante de la ciudad de Aguascalientes, Aguascalientes; y dos más de la ciudad de Tepic, Nayarit.

Los usuarios mostraron interés por la aplicación una vez que esta fue puesta a su disposición para la prueba, sintiéndose cómodos con la explicación previa que incluía un por qué se llevó a cabo la aplicación móvil y cuál era la finalidad del proyecto.

La entrevista realizada a los participantes al final de la prueba, la cual consistió de 12 preguntas que buscan evaluar la usabilidad de la aplicación y la funcionalidad del sistema domótico.

Los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas se muestran en las siguientes gráficas, con las cuales se puede obtener una imagen general sobre los primeros acercamientos del producto generado con los principales usuarios.



**Ilustración 31 Gráficas sobre resultados obtenidos de encuestas exploratorias**

En las gráficas anteriores, se puede observar de forma reducida las preguntas más relevantes de la encuesta aplicada a 3 usuarios dentro del perfil definido; en ella se evalúan aspectos de diseño y funcionalidad de los elementos presentados en las interfaces, diseño de botones, colores y uso; así como la identificación de acción que ejecutaría cada uno de ellos y si de forma general, la aplicación les sería útil.

Teniendo la escala de 1 a 5 donde 1 siempre es la menor calificación, los resultados son bastante aceptables ante el hecho de obtener siempre calificación es de 4 o más; ante lo cual se presenta una aceptación buena por parte del usuario así como la utilidad de la aplicación a las necesidades de la persona.

A partir de estos resultados, se puede planear la aplicación de pruebas más específicas y rigurosas en base a cada uno de los componentes individuales con la finalidad de comprobar completamente la utilidad de cada uno de ellos, tanto en aspecto visual, aplicación del patrón bajo el cual se diseñó y función del comportamiento; pudiendo comparar en modelos de desarrollo de aplicaciones móviles, cada uno de los elementos del concepto MVC (modelo, vista, controlador).

En el aspecto de la usabilidad, los participantes externaron que en cuanto a los botones, es que les pareció un tamaño ideal para poder utilizar la aplicación haciendo énfasis en que toda su superficie era funcional. Así mismo el indicador de cada ícono o botón era suficientemente claro para identificar qué acción se generaría con cada uno de ellos.

En lo respectivo a la funcionalidad del sistema domótico, les pareció que tenía una buena planeación, que las funciones propuestas eran pertinentes. Se hizo notorio que los usuarios tuvieron interés por conocer más sobre el sistema, y que el proyecto fuera llevado a la práctica y esperan que pronto sea llevado pruebas en una casa piloto.

Se obtuvo una buena aceptación sobre el sistema en general, además del hecho que era muy útil dada sus condiciones el poder obtener funciones que les facilitara sus tareas diarias y permitirles sentirse más seguros dentro de su hogar con la alarma, el envío de alarmas y alertas ante una intrusión o en un accidente que ellos puedan tener en su hogar.

La funcionalidad que más aceptación generó fue la activación de puertas, incluso incrementando el futuro de la función al pedir se contemplara la activación de portones de cochera, pues una tarea complicada para ellos es el tener que bajar de su automóvil para abrir su cochera e ingresar con su auto; de esta forma se obtienen aún más funciones posibles para el sistema y que de acuerdo a las pruebas exploratorias realizadas al modelo, se pueden adaptar al sistema domótico y funcionar de forma aceptable.

Igualmente se diseña una tabla comparativa en base a las aplicaciones analizadas en la Tabla 1 para analizar algunas de las características que sobresalen de los sistemas domóticos, comparando así mismo la propuesta a través del modelo para hacer un análisis.

Nombre App	Descripción	Grupo de usuarios enfocados	Subsistemas controlados	Abierto a implementar nuevos componentes	Protocolos de comunicación	Costo de aplicación	Uso de patrones de interacción	Documentación de estudio
Houseinhand KNX	Aplicación para dispositivos iOS de Apple o Android que te permite controlar tu casa de una forma rápida e intuitiva. Podrás controlar dispositivos KNX (luces, persianas, climatización...), audiovisuales (televisión, dispositivos de audio, dvd...), videoporteros y cámaras IP (Axis y Mobotix) estés donde estés, en tiempo real.	General	-Iluminación -Climatización -Dispositivos de audio -Cámaras IP, etc.	NO	Solamente KNX	Gratis	NO	NO
See-Home	Aplicación de Schneider Electric para dispositivos con sistema operativo Android que te permite controlar y supervisar en tiempo real tu instalación domótica KNX desde cualquier lugar, ya sea desde la propia instalación o desde cualquier lugar del mundo a través de Internet.	General	-Climatización -Iluminación -Cámaras IP	NO	Solamente KNX	Gratis	NO	NO
TaHoma by Somfy	Controlar sistemas instalados en el hogar a distancia, controla sistemas de persianas, puertas automáticas, iluminación, etc.	General	-Puertas automáticas -Iluminación	NO	Productos Somfy	Gratis	NO	NO
ImperHome	Sistema que controla la automatización de los elementos conectados en el hogar.	General	-Iluminación -Cámaras IP -Climatización, etc.	NO	Varios a través de la compra de módulos	Versión Lite gratis, completa con costo	NO	NO
Sistema domótico para usuarios con discapacidad motriz (propuesta)	Sistema domótico desarrollado a partir del modelo propuesto, enfocado al apoyo de personas con discapacidad motriz aportando herramientas de control a la seguridad del usuario y acceso al hogar.	Personas con discapacidad motriz	-Puertas automáticas -Alarmas -Contacto a profesional de la salud	SI	Protocolo abierto por medio de WiFi	Gratis	SI -Diseño de botones -Colores -Flujo de ventanas	SI

**Tabla 19 Comparación entre aplicaciones del mercado y la propuesta**

Se compararon características como la diversidad de sub sistemas que se pueden controlar a través de la aplicación, si cuentan con la característica para agregar nuevos elementos instalados a controlar, así como los medios de comunicación y usuarios a los que se enfoca la aplicación.

De esta forma se tiene que la aplicación propuesta cuenta con los elementos extras como el análisis propio para un grupo de usuarios en específico, mientras que el resto de aplicaciones existentes no se diseñan para personas en específico, realizando par público en general, además de utilizar interfaces planas y en algunos casos sobresaturadas.

Muchas de las aplicaciones solamente funcionan con los sub sistemas de una empresa en específico, lo que cierra las posibilidades a nuevos elementos; si bien el sistema propuesto solamente se planteó por medio de comunicación WiFi, el sistema permite la implementación de otros medios de transmisión como puede ser Bluetooth, ZigBee, Cableado serial, Radiofrecuencia, etc.

## 6.3 Conclusiones generales de los objetivos de la tesis

En base a los resultados obtenidos a través de las pruebas parciales así como la aplicación del modelo propuesto se puede llegar a una conclusión y verificar cómo se cubrió cada uno de los objetivos de la presente tesis; se ve conveniente recordar el objetivo principal, el cual se hará recuento de cómo se cubrió a través de cada una de sus partes.

**Crear un modelo de desarrollo abierto para sistemas domóticos y diseño de una aplicación para teléfonos inteligentes, enfocados en brindar una mayor independencia en su hogar a personas con discapacidad motriz.**

### 6.3.1 Conclusión objetivo 1 características de las personas con discapacidad motriz

El primer objetivo parcial se definió como: ***“Identificar las características y limitaciones que comparten las personas con discapacidad motriz”***, el cual tiene la gran importancia de delimitar el grupo de la población a la cual se le enfocará el producto final, identificar cuál es la problemática y las limitaciones ante las que se enfrentan día a día; conocer cuáles son sus necesidades y limitaciones ante su condición, en base a ello poder encontrar opciones que los apoyen.

En el presente estudio se enfocó el caso de estudio a personas con algún grado de discapacidad motriz, de esta forma se realiza el primer paso para la realización de todo estudio, conocer las características que tienen los usuarios y cómo cubrir sus necesidades, en la Tabla 2 de la sección 1.2 se identifican las características que deben compartir los usuarios.

De la misma forma este objetivo se cubre en la sección 5.1, por medio de la Tabla 9 se identifican las características específicas que el grupo de estudio debe contar para poder verse beneficiados del producto de este estudio.

### **6.3.2 Conclusión objetivo 2 características de la HCI para el desarrollo de aplicaciones móviles**

Como segundo objetivo se planteó: ***“Determinar de acuerdo a las características de la Interacción Humano Computadora (HCI) cómo se cubrirán algunas de las necesidades de los pacientes con discapacidad motriz para la creación de una aplicación para teléfonos inteligentes”.***

La finalidad fue cómo poder diseñar una interfaz gráfica efectiva para un grupo de usuarios en particular, de qué herramientas poderse valer para ahorrar recursos e incrementar la probabilidad de una implementación exitosa, en la cual el usuario se viera favorecido al obtener un producto que le ayude así como sea fácil de usar.

Para cubrir este objetivo se valió del análisis de patrones de interacción que ayudan a cubrir necesidades muy puntuales y al ser elementos probados en varias aplicaciones, contar con la certeza de que solucionan problemas en particular; a través de la unión de ellos, se solucionan problemas más complejos; en el capítulo 4.3 se analizó a través del modelo propuesto por Martjin van Welie una serie de patrones específicos con funcionalidad importante en sistemas domóticos identificando sus ventajas y características.

Gracias al resultado obtenido a través de este tipo de análisis, se pudo hacer uso de los mismos para satisfacer las necesidades en una interfaz gráfica para el caso de estudio de pacientes con algún grado de discapacidad motriz y en la sección 5.3 se implementó en una aplicación enfocada al control de un sistema domótico

propuesto enfocado a cubrir tareas básicas para este grupo de personas dentro de su hogar.

El uso de patrones ayuda pues, a un diseño de interfaces con un valor mayor, así como dar mayor certeza en la satisfacción de necesidades, en el capítulo 6.2 se verifica esto a través de los resultados obtenidos de las pruebas aplicadas al sistema domótico con usuarios que cubren el perfil estudiado.

### **6.3.3 Conclusión objetivo 3 modelado del sistema domótico**

Uno de los objetivos centrales de la investigación se definió como: ***“Determinar el modelado de un sistema domótico abierto de tipo centralizado que permita la interacción de los algunos sistemas electrónicos en la casa, que ayuden a personas con cierto grado de discapacidad motriz”***. A través del cual, se guiará el desarrollo completo de sistemas domóticos enfocados a personas con alguna discapacidad.

A lo largo del Capítulo 4 se describe el modelo general propuesto para el desarrollo de este tipo de aplicaciones, en el cual de forma general se plantean los pasos a seguir para obtener los requisitos iniciales necesarios para poder general las partes que habrá de conjuntar para dar una solución a una necesidad de un grupo de la población.

Se planteó entonces un modelo en 3 grandes fases que de la misma forma representan la arquitectura de software generada, a través de cada una se busca generar un producto parcial que en su conjunto conforman el sistema domótico de tipo central enfocado a personas con discapacidad.

La primera fase o capa cubrirá el aspecto de interacción directa con el usuario a través de una aplicación en dispositivo móvil, para la cual se plantean una serie de patrones de interacción útiles para adaptar la interfaz de usuario.

La segunda fase consta del diseño de sub sistemas electrónicos los cuales se encargan de realizar o controlar acciones dentro del hogar, como controles de acceso, alarmas, control de iluminación, manejo de alarmas ante emergencias, etc.

La tercera y última fase consta del diseño del control domótico central, el cual en base a ciertas características debe contar entre las más importantes, conexión a internet para permitir el control a distancia por medio de la aplicación móvil, contar con una base de datos para el almacenamiento de información de los usuarios y medios de comunicación con los sub sistemas, siendo el más útil por medio WiFi.

De esta forma, con el diseño del modelo propuesto, se llega a cumplir el objetivo 3, concretando una guía de desarrollo y proporcionando una arquitectura de software que plantee los componentes para su funcionamiento.

#### **6.3.4 Conclusión objetivo 4 subsistemas que ayuden a cubrir las necesidades de pacientes con discapacidad motriz**

Para comprobar el cuarto objetivo, se recuerda el planteamiento que dice: ***“Definir algunos subsistemas que deben de diseñarse en base a las necesidades de los usuarios con discapacidad motriz que pueda permitirles desarrollarse en su hogar y facilitar tareas cotidianas como desplazamiento y seguridad”.***

Durante el desarrollo del caso de estudio, en la sección 5.2 se plantean 3 sub sistemas con la finalidad de cubrir una serie de necesidades de acuerdo al grupo de usuarios, dentro de los requerimientos que se obtuvieron directo de ellos, se propone el subsistema encargado en administrar el acceso a usuarios al hogar, por medio del

cual se abre el acceso principal, el subsistema de alarmas ante desastres naturales, accidentes o violación a la seguridad del hogar, por medio del cual generar alertas informando riesgos potenciales en la salud o seguridad del usuario y finalmente el sub sistema de contacto con profesionales de la salud, por medio del cual se puede realizar un seguimiento en el historial médico del usuario y realizar avisos a su médico, manteniéndolo informado ante alteraciones en sus niveles normales pudiendo prevenir una posible afectación a su salud.

Así entonces se puede reforzar el planteamiento a una serie de sub sistemas que ayuden a mejorar la calidad de vida del usuario o facilitarle tareas dentro de su hogar, todo obtenido desde las necesidades que se identifican de los usuarios.

### **6.3.5 Conclusión objetivo 5 pruebas exploratorias al sistema domótico generado**

Finalmente, el objetivo 5 tenía como finalidad poder aplicar una serie de pruebas con las cuales de forma parcial se comprobara una serie de características del sistema producido con la finalidad de conocer la utilidad del modelo, ante lo cual se planteó anteriormente el objetivo como: ***“Realizar pruebas exploratorias para conocer la utilidad y resultados del desarrollo del sistema domótico y la aplicación para teléfonos inteligentes de acuerdo a las necesidades de los pacientes con discapacidad motriz”.***

Al inicio de este capítulo, en las secciones 6.1 y 6.2 se reportaron las pruebas así como resultados obtenidos a cada una de las secciones planteadas en el modelo, comenzando con las pruebas para los aspectos técnicos de los sub sistemas así como el funcionamiento del sistema de control domótico; finalmente se probó la aplicación móvil en base a sus interfaces directamente con la aceptación del usuario, obteniendo en cada una de ellas, una serie de recomendaciones con la finalidad de mejorar.

## 6.4 Trabajos futuros

Concluyendo con la investigación se obtienen resultados parciales acerca del modelo diseñado para el desarrollo de sistemas domóticos enfocados a la asistencia médica de usuarios con un grado de discapacidad; específicamente a través del caso de estudio, un sistema diseñado para usuarios con un grado de discapacidad motriz.

De esta forma se puede decir que el modelo brinda de herramientas útiles para generar productos de esta índole a través del seguimiento de los pasos plantados. Sin embargo, el trabajo de investigación aun es factible a mayores mejoras, por lo que se tiene dentro de los planes trabajarse a futuro en los aspectos de un planteamiento de herramientas más claras en dos secciones que se identificó con elementos a mejorar.

Se planea generar una guía para la identificación del grupo de usuarios al cual se planea desarrollar un sistema domótico para obtener de esta forma los requerimientos de una forma clara y específica; ya que de esto depende un buen desarrollo del sistema.

Y en segundo trabajo a futuro, el establecimiento de pruebas ya existentes a cada una de las capas modeladas en la arquitectura propuesta, que comprueben su funcionalidad óptima y la serie de pasos y características para poder aplicarlas.

## Referencias bibliográficas

- Abella, M. A. (2010). *Sistemas Fotovoltaicos*. Madrid, España: CIEMAT.
- Apple Inc. (2015). *iOS Developer Library*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de <https://developer.apple.com/library/ios/documentation/General/Conceptual/DevPe-dia-CocoaCore/MVC.html>
- CENETEC. (2014). *Guía de Práctica Clínica. Intervenciones de Enfermería en la Atención del Adulto Mayor con Síndrome de Inmovilidad*.
- Cervelló González, R. M. (2010). *Interfaces Usuario - Máquina*. España: Mosaic.
- CIBERTEC. (2010). *Pruebas de Software*. Carreras Profesionales.
- de la Torre Llorente, C. (2010). *Guía de Arquitectura N-Capas orientada al Dominio con .NET 4.0*. España: Krasis Press.
- Departamento de Seguridad Doméstica de los Estados Unidos; Cruz Roja Americana. (2004). Preparación para casos de desastre para personas con discapacidad y otras necesidades especiales.
- El Economista. (25 de 06 de 2016). *Periódico el Economista*. Obtenido de <http://eleconomista.com.mx/sociedad/2013/12/03/inegi-66-poblacion-tiene-discapacidad>
- Galeano, G. (2009). *Programación de sistemas embebidos en C*. Editorial Alfaomega.
- Gil González, S. (2013). *Cómo hacer "Apps" accesibles*. España: IMSERSO.
- Greenpeace. (2006). *Iluminación Eficiente: primer paso hacia una [r]evolución energética*.
- Gubbi, J., & Buyya, R. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future direction. *Future Generation Computer Systems n.29*.
- Guyton, A., & Hall, J. E. (2011). *Tratado de Fisiología Médica*. Jackson, Mississippi: Elsevier.
- Harrell, E., & Rand, M. (2008). *Crime Against People with Disabilities*. U.S. Department of Justice.
- Hassan, Y. (2012). *Patrones de interacción*.

- Huidobro J.M., M. R. (2004). *Domótica. Edificios inteligentes*. Madrid, España: Creaciones Copyright.
- INEGI. (2010). *INEGI*. Recuperado el 20 de Junio de 2016, de [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/aspectosmetodologicos/clasificadores/catalogos/doc/clasificacion\\_de\\_tipo\\_de\\_discapacidad.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/aspectosmetodologicos/clasificadores/catalogos/doc/clasificacion_de_tipo_de_discapacidad.pdf)
- Instituto Politécnico Nacional. (2010). *Manual de Seguridad del IPN*. México, D.F.: IPN.
- J. Abrahams, P. A. (2014). Nota de orientación sobre la discapacidad y la manejo del riesgo de desastres, para la salud. Ginebra, Suiza: World Health Organization. Recuperado el 25 de Junio de 2016, de [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/127846/1/9789243506241\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/127846/1/9789243506241_spa.pdf)
- LARTEC. (02 de Febrero de 2006). *Proyecto MODULA*. Obtenido de <https://www.casadomo.com/articulos/hogar-digital-de-lartec>
- Martín Domínguez, H., & Sáez Vacas, F. (2006). *Domótica: Un enfoque sociotécnico*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- MEDIALAB USAL. (2010). *Básicos ARDUINO*. MEDIALAB USAL.
- Mella Urrutia, M., & Moena Quijada, D. (06 de Junio de 2005). Domótica. *Domótica*. Concepción: DIICC.
- Microsoft. (2009). *Microsoft Application Architecture Guide, Patterns & Practices*.
- Montalvo Loza, C. H. (s.f.). *Edificios Inteligentes para Personas con Discapacidad*. Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Moreno, M. (2010). *CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)*. Buenos Aires . Argentina: Automación Micromecánica s.a.i.c.
- Moreno-Martínez, N. R., Ruiz-Hidalgo, D., Burdoy-Joaquim, E., & Vázquez-Mata, G. (2005). Incidencia y factores explicativos de las caídas en ancianos que viven en la comunidad. *Revista Española de Geriatría Y Gerontología*, 11-17.
- MUÑOZ, C., & BARROS, R. (1991). Implantación de Diseños Orientados por Objetos. *Bogotá: Uniandes*. Bogotá: CIFI.
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería de Software, Un enfoque práctico*. Mc Graw Hill.
- Real Academia Española. (2005). *Real Academia Española*. Recuperado el 10 de Julio de 2016, de <http://lema.rae.es/dpd/srv/search?id=czDtdjHYBD6Lzquu1S>

- Real Academia Española. (2016). *Real Academia Española*. Recuperado el 2016 de 09 de 02, de Real Academia Española: <http://dle.rae.es/?id=E7W0v9b>
- Regatos, R. (2006). Domótica accesible. *Dossier domótica y accesibilidad*, 15-17.
- Secretaría de Economía del Gobierno Federal. (2009). *Programa Innovación Orientada: Sector Sistemas Embebidos*. México, DF.
- Serra, E. (2000). *INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN, Microcontroladores*. España.
- Shiraishi, Y., & Ishikawa, D. (2009). *Mobile Computing Consortium*.
- Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2010). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Addison-Wesley Publ. Co.
- Smartphone Committee. (2011). *Smartphone Trend and Evolution in Japan*.
- Soláns Campo, D. (2005). Domótica, Las nuevas tecnologías al servicio de los mayores., (pág. 65). Castellón de la Plana.
- Soto Fernández, O., & Barrios Casas, S. (2012). Caracterización De Salud, Dependencia, Inmovilidad Y Riesgo De Úlceras Por Presión De Enfermos Ingresados Al Programa De Atención Domiciliaria. *Ciencia y enfermería vol.18 no.3*, 61-72.
- Telecomunicación, C. O. (2002). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid, España: Inforama, S. A.
- The GNOME Project. (2005 - 2014). *GNOME Developer*. Recuperado el 15 de 09 de 2016, de <https://developer.gnome.org>
- Toxboe, A. (2007). *UI Patterns*. Recuperado el 10 de Marzo de 2015, de User Interface Design patterns: <http://ui-patterns.com>
- UNAM. (2012). *Mejora de la confiabilidad en el edificio Valdés Vallejo de la UNAM*. México DF: UNAM.
- UNITiD. (2013). *Android Open Patterns*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de Tab bar: [http://unitid.nl/androidpatterns/uap\\_pattern/tab-bar](http://unitid.nl/androidpatterns/uap_pattern/tab-bar)
- UNITiD. (2013). *Android Open Patterns*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de Slider: [http://unitid.nl/androidpatterns/uap\\_pattern/slider](http://unitid.nl/androidpatterns/uap_pattern/slider)
- UNITiD. (2013). *Android Open Patterns*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de Toast message: [http://unitid.nl/androidpatterns/uap\\_pattern/toast-message](http://unitid.nl/androidpatterns/uap_pattern/toast-message)

- UNITiD. (2013). *Android Open Patterns*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de Progress wheel dialog: [http://unitid.nl/androidpatterns/uap\\_pattern/progress-wheel-dialog](http://unitid.nl/androidpatterns/uap_pattern/progress-wheel-dialog)
- UNITiD. (2013). *Android Open Patterns*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de Dynamic loading of a list: [http://unitid.nl/androidpatterns/uap\\_pattern/dynamic-loading-of-a-list](http://unitid.nl/androidpatterns/uap_pattern/dynamic-loading-of-a-list)
- UNITiD. (2013). *Android Open Patterns*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de Expanded options menu: [http://unitid.nl/androidpatterns/uap\\_pattern/expanded-options-menu](http://unitid.nl/androidpatterns/uap_pattern/expanded-options-menu)
- UNITiD. (2013). *Android Open Patterns*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de Login: [http://unitid.nl/androidpatterns/uap\\_pattern/login](http://unitid.nl/androidpatterns/uap_pattern/login)
- Ventura Velázquez, R. E., & Hernández Tápanes, S. (2010). Algunas consideraciones sobre desastre y discapacidad.
- Welie, V. M., & Trctteberg, H. (2000). *Interaction Patterns in User Interfaces*.
- World Health Organization. (2015). Recuperado el 30 de 06 de 2016, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/es/>
- Yetano-Laguna, J., & Alberola-Cuñat, V. (2006). *Diccionario de siglas médicas*. Madrid, España: Ministerio de Sanidad y Consumo.

## Anexos

### Anexo A Prueba funcional aplicación móvil 1

<b>Evaluación de componente:</b>	<b>Usabilidad y accesibilidad de la aplicación móvil con el usuario</b>		
<b>Nombre del proyecto:</b>	Sistema domótico para personas con discapacidad motriz		
<b>Versión de componente:</b>	1.01	<b>Fecha de evaluación:</b>	11/09/2016
<b>Evaluador:</b>	Jesús Vargas		
<b>Planteamiento de prueba</b>			
<b>Tipo de prueba a realizar:</b>	Funcional		
<b>Cantidad de ciclos:</b>	20		
<b>Fecha de inicio de prueba:</b>	10/09/2016		
<b>Fecha de término de prueba:</b>	11/09/2016		
<b>Descripción de la prueba a realizarse:</b>	De forma paralela desde la aplicación así como directo en la tabla de la base de datos se revisará que la información guardada coincida con los registros antes realizados.		
<b>Comentarios:</b>	Confirmar que la información coincida en base de datos, aplicación y la matriz de usuarios original.		
<b>Realización de la prueba</b>			
<b>1. ¿Se pudo realizar la prueba sin errores?</b>	Si		
<b>Errores presentados:</b>	No se presentan errores, sin embargo caracteres como acentos y la letra "ñ" no se guardan en base de datos.		
<b>2. Recomendaciones en caso de presentar errores.</b>			
Confirmar por medio de validación de campos en aplicación que no permita ingresar este tipo de caracteres.			
<b>¿Cumple la prueba?</b>	Si		
<b>Nombre y firma de evaluador:</b>	Jesús Vargas		
<b>Comentarios Extras:</b>	---		

## Anexo B Prueba funcional aplicación móvil 2

<b>Evaluación de componente:</b>	<b>Usabilidad y accesibilidad de la aplicación móvil con el usuario</b>		
<b>Nombre del proyecto:</b>	Sistema domótico para personas con discapacidad motriz		
<b>Versión de componente:</b>	1.01	<b>Fecha de evaluación:</b>	12/09/2016
<b>Evaluador:</b>	Jesús Vargas		
<b>Planteamiento de prueba</b>			
<b>Tipo de prueba a realizar:</b>	Funcional		
<b>Cantidad de ciclos:</b>	10		
<b>Fecha de inicio de prueba:</b>	12/09/2016		
<b>Fecha de término de prueba:</b>	12/09/2016		
<b>Descripción de la prueba a realizarse:</b>	Por medio de la interfaz de la aplicación, se intentará acceder al hogar con los datos de los usuarios que se encuentran registrados en el sistema para confirmar apertura de puerta.		
<b>Comentarios:</b>	Confirmar que la puerta se encuentre cerrada inicialmente para verificar su apertura.		
<b>Realización de la prueba</b>			
<b>1. ¿Se pudo realizar la prueba sin errores?</b>	Si		
<b>Errores presentados:</b>	No se presenta errores.		
<b>2. Recomendaciones en caso de presentar errores.</b>			
No se presentan errores.			
<b>¿Cumple la prueba?</b>	Si		
<b>Nombre y firma de evaluador:</b>	Jesús Vargas		
<b>Comentarios Extras:</b>	Agregar un indicador luminoso como un led de color verde cuando se concede apertura o rojo cuando se niega el acceso.		

## Anexo C Prueba funcional aplicación móvil 3

<b>Evaluación de componente:</b>	<b>Usabilidad y accesibilidad de la aplicación móvil con el usuario</b>		
<b>Nombre del proyecto:</b>	Sistema domótico para personas con discapacidad motriz		
<b>Versión de componente:</b>	1.01	<b>Fecha de evaluación:</b>	13/09/2016
<b>Evaluador:</b>	Jesús Vargas		
<b>Planteamiento de prueba</b>			
	<b>Tipo de prueba a realizar:</b>	Funcional	
	<b>Cantidad de ciclos:</b>	10	
	<b>Fecha de inicio de prueba:</b>	13/09/2016	
	<b>Fecha de término de prueba:</b>	13/09/2016	
<b>Descripción de la prueba a realizarse:</b>	Activando desde la interfaz de la aplicación, se activará el botón de alarma para confirmar la activación de la sirena, así mismo la desactivación de la misma.		
<b>Comentarios:</b>	Sin comentarios adicionales.		
<b>Realización de la prueba</b>			
<b>1. ¿Se pudo realizar la prueba sin errores?</b>	Si		
<b>Errores presentados:</b>	No se presenta errores.		
<b>2. Recomendaciones en caso de presentar errores.</b>	No se presentan errores.		
	<b>¿Cumple la prueba?</b>	Si	
<b>Nombre y firma de evaluador:</b>	Jesús Vargas		
<b>Comentarios Extras:</b>	Para mejorar la funcionalidad de la aplicación agregar un indicador que muestre que la alarma está activada, así mismo agregar junto a la sirena un estrobo para que funcione como indicador visual.		

## Anexo D Artículo publicado Congreso ANIEI



**ING. JOSÉ DE JESÚS VARGAS DEL CAMPO**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES**  
**PRESENTE**

Distinguido Ing. José Vargas:

A nombre del Honorable Comité Revisor de Ponencias del XXVIII Congreso Nacional y XIV Congreso Internacional de Informática y Computación 2015, organizado por la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información A.C., a realizarse en la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco, México, del día 28 al 30 de octubre 2015, le informo que su trabajo **“Propuesta de una arquitectura de software híbrida para el desarrollo de un sistema embebido”** fue aceptado para presentarse en dicho evento el día jueves 29, del mes de octubre del año 2015, mismo que se llevará a cabo en las instalaciones del Centro Universitario de la Costa, de la Universidad de Guadalajara en Puerto Vallarta. Si Usted desea que su artículo sea publicado en las memorias del Congreso, es necesario pagar la inscripción correspondiente, para lo cual le sugiero consultar la página de ANIEI [www.aniei.org.mx](http://www.aniei.org.mx).

Esperamos contar con su valiosa presencia en el evento mencionado, por lo que le solicito nos confirme su asistencia, me despido de Usted enviándole un cordial saludo.

Atentamente

México D.F., a 02 de octubre 2015

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Francisco', is written over a faint, circular watermark or stamp. The signature is fluid and cursive.

**DR. FRANCISCO JAVIER ÁLVAREZ RODRÍGUEZ**  
**MIEMBRO DEL COMITÉ DE SELECCIÓN DE PONENCIAS**

Ccp: Archivo.

## Propuesta de una Arquitectura de Software Híbrida para el Desarrollo de un Sistema Embebido

### Innovación en TIC

José de Jesús Vargas del Campo, Francisco Javier Álvarez Rodríguez, Luis Alejandro Flores Oropeza

Maestría en Ciencias con Opción a la Computación, Universidad Autónoma de Aguascalientes,  
Avenida Universidad #940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, México  
[josedejesus88\\_8@hotmail.com](mailto:josedejesus88_8@hotmail.com), [fjalvar@correo.uaa.mx](mailto:fjalvar@correo.uaa.mx), [alejandro.floreso@edu.uaa.mx](mailto:alejandro.floreso@edu.uaa.mx)

**Resumen.** El presente artículo tiene como finalidad proponer un modelo arquitectónico híbrido a partir de algunos ya presentados en literatura como son el modelo de tiempo real, modelo de flujo de datos, así como el modelo orientado a objetos; con el propósito de poder cubrir la necesidad de una arquitectura de software para un sistema embebido, manteniendo una interfaz de usuario para su control desde un sistema independiente. Se diseña una arquitectura con características de control de hardware, así como procesamiento de datos, brindando además la característica de una interfaz para el usuario que permita interactuar con el sistema y una base de datos en la cual se almacenan datos provistos por el sistema embebido. Se implementa un componente que forma parte de la arquitectura para conocer el funcionamiento que puede tener en una aplicación y, en base al desempeño observado se buscará a futuro ratificar su funcionamiento.

**Palabras Clave:** Arquitectura de Software, Sistemas Embebidos, Sistemas de Tiempo Real, Interfaz de Usuario.

### 1 Introducción

Un sistema embebido es un sistema informático aplicado, a diferencia de otros tipos de sistemas informáticos, como computadoras. Sin embargo, la definición de sistema embebido es fluida y difícil de precisar, a medida que evoluciona constantemente con los avances en la tecnología y una disminución drástica en el costo de la implementación de diversos componentes de hardware y software.

Los sistemas embebidos son más limitados en hardware y / o funcionalidad de software comparado a una computadora. En el software, esto significa típicamente limitaciones relativas a las aplicaciones a escala reducida. Un sistema embebido está diseñado para realizar una función específica. Sin embargo, se verán dispositivos como asistentes personales de datos (PDA) / híbridos de teléfonos celulares, que están incorporando sistemas diseñados para ser capaces de hacer una variedad de funciones como envío y recepción de correo electrónico, administración de agenda, etc. [1]

Un sistema embebido es un sistema informático con los requisitos más altos de calidad y fiabilidad que otros tipos de sistemas informáticos. Algunas familias de los dispositivos integrados deben tener un umbral muy alto de los requisitos de calidad y fiabilidad. Por ejemplo, en un automóvil mientras se conducía por una autopista, si ocurre un accidente el controlador del motor debe mantener su funcionamiento; o en un mal funcionamiento de un dispositivo médico durante la cirugía debe contar con las medidas de seguridad pertinentes para evitar accidentes. Sin embargo, hay casos en dispositivos embebidos, tales como televisores, juegos y teléfonos celulares, en la que un mal funcionamiento es un inconveniente, mas no suele ser una situación que amenace la vida o seguridad del usuario. [2]

En la actualidad el uso de una arquitectura de software resulta altamente útil para el diseño e implementación de las características que debe de cumplir para tener un buen desempeño en su tarea. Por ello, una arquitectura de software es el proceso de definición de una solución estructurada que cumple con todos los requisitos técnicos y operativos, al tiempo que optimiza la calidad de atributos tales como el rendimiento, la seguridad y capacidad de administración. Se trata de una serie de decisiones basadas en una amplia gama de factores, y cada una de estas decisiones pueden tener un impacto considerable en la calidad, rendimiento, facilidad de mantenimiento, y el éxito global de la aplicación. [3]

La arquitectura de software busca construir un puente entre las necesidades de negocio y los requerimientos técnicos mediante la comprensión de los casos de uso y, a continuación, encontrar maneras de implementar esos casos de uso en el software. El objetivo de la arquitectura es identificar los requisitos que afectan a la estructura de la aplicación. La buena arquitectura reduce los riesgos de negocio asociados a la construcción de una solución técnica. Un buen diseño es suficientemente flexible para ser capaz de manejar los cambios tecnológicos que se producirá con el tiempo en el hardware y software, así como en escenarios y necesidades de los usuarios. [4]

Durante el diseño de una arquitectura de software se crea un modelo de arquitectura que abarque la arquitectura de datos y la estructura del programa, así mismo, se deben describir las propiedades de los componentes que lo conforman, cuáles y cómo son sus relaciones o interacciones entre ellos. [5]

## **2 Problemática**

Existe una necesidad en la cual poder representar la sección de software en un sistema embebido, ya que al ser mayoritariamente representado solamente en su aspecto de hardware, no se documenta formalmente el aspecto de software [6].

Una arquitectura de sistemas embebidos se puede utilizar para resolver estos desafíos al inicio de un proyecto. Sin definir o saber nada de los detalles internos de implementación, la arquitectura de un dispositivo integrado puede ser la primera herramienta que debe ser

analizada y utilizada como modelo de alto nivel que define la infraestructura de un diseño, las posibles opciones de diseño, y las restricciones de diseño.

Lo que hace que el enfoque arquitectónico sea tan poderoso, es su capacidad para comunicar de manera informal y rápidamente un diseño a una variedad de personas con o sin experiencia técnica, incluso actuando como base en la planificación del proyecto o en realidad el diseño de un dispositivo. Debido a que delinea claramente los requisitos del sistema, una arquitectura puede actuar como una base sólida para el análisis y la prueba de la calidad de un dispositivo y su rendimiento bajo diversas circunstancias. [6]

Se necesita de un modelo arquitectónico que represente el funcionamiento del sistema y sus interacciones; la finalidad del dispositivo es la interacción de una persona por medio de una interfaz que le permita la obtención y visualización de datos, así como la manipulación de variables de funcionamiento del elemento de control. El sistema debe ser capaz de recibir señales de sensores ubicados en la sección de hardware, éstos se procesarán y servirán como datos de control para procesarse y obtener una salida la cual irá al hardware y con ello modificar el funcionamiento del elemento que se controla.

Se plantea una arquitectura de software de enfoque de llamada y retorno (en eventos) diseñada específicamente para el problema tomando en cuenta la conjunción del elemento de hardware con el software, sus interacciones y manejo de componentes específicos en un sistema modular bajo una plataforma autónoma como lo es un sistema embebido.

De [7] se basan algunas cualidades de las más importantes que deberá tener la arquitectura de software para el sistema embebido

- *Poderse representar en una abstracción del sistema:* La capacidad del producto de software para ser comprendido, aprendido, usado y atractivo para el usuario, cuando se utiliza en condiciones específicas (el esfuerzo necesario para usarlo).
- *Manejarse a nivel de componentes (logrando así reutilización y mantenibilidad):* La capacidad del producto de software para ser modificado. Las modificaciones pueden incluir correcciones, mejoras o adaptaciones del software a los cambios del entorno y en los requerimientos y especificaciones funcionales (el esfuerzo necesario para ser modificado).
- *Incorporación de manejo de señales en tiempo real:* La capacidad del producto de software para proveer un rendimiento apropiado, en relación con la cantidad de recursos utilizados, bajo ciertas unas condiciones.
- *Tener un flujo continuo en el procesamiento de datos:* La capacidad del producto de software para coexistir con otro software independiente en un entorno común compartiendo recursos comunes.
- *Contar con una interfaz para el usuario:* La capacidad del producto de software que permite al usuario operarlo y controlarlo.
- *Control a distancia vía Web del sistema embebido:* La capacidad del producto de software para ser transferido de un entorno a otro, el entorno puede incluir la organización, hardware o software.

### 3 Selección De Una Arquitectura

En la actualidad existen una gran cantidad de modelos para la creación de una arquitectura de software, cada una de las cuales cuenta con características específicas que permiten resolver problemas planteados; sin embargo, en el ámbito de sistemas embebidos, se requiere adaptar secciones de algunas de ellas con la finalidad de tener un modelo que permita adaptarse a los requerimientos que involucra el uso de elementos de hardware.

Para poder elegir la mejor arquitectura que se pueda adaptar al sistema o una conjunción de ellas, se deben analizar algunas ya aplicadas o modelos existentes de acuerdo a las necesidades antes planeadas que debe cubrir el sistema a trabajar; para ello se muestra la siguiente tabla comparativa.

Arquitectura	Características a cumplir						
	Representación abstracta.	Manejo por componentes.	Lectura de señales en tiempo real.	Flujo continuo de procesamiento de datos.	Uso de interfaz de usuario.	Delimitación en bloques por usuario, control y bases de datos.	Control vía Web.
Arquitectura de flujo de datos.	X	√	X	√	X	X	√
Arquitectura de llamada y retorno.	√	X	√	X	√	√	√
Arquitectura orientada a objetos.	√	√	X	X	√	√	√
Arquitectura por capas.	√	√	X	X	√	√	√
Arquitectura cliente-servidor.	√	X	√	X	√	X	√
Arquitectura de sistemas de tiempo real.	√	X	√	√	X	√	√

Tabla 20, Comparación entre arquitecturas

Para la elección de una arquitectura, se evaluó un conjunto de cualidades que se requieren cumplir en el modelo a proponer; para ello se eligieron algunas de las arquitecturas más comunes y utilizadas, conociendo así qué cualidades tenía cada una y con ello, tener una visión de la más adecuada.

De esta forma, se concluye que no se tiene una arquitectura que pueda cubrir de todas las necesidades, así que se estará realizando la conjunción de varias, tomando como una base a partir de la cual partir, la arquitectura para sistemas en tiempo real, ya que cubre algunos de los aspectos más importantes como son poder generalizarse a un modelo abstracto, la lectura de señales en tiempo real y un proceso en un flujo continuo; así mismo, se integrará un modelo en capas con el

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

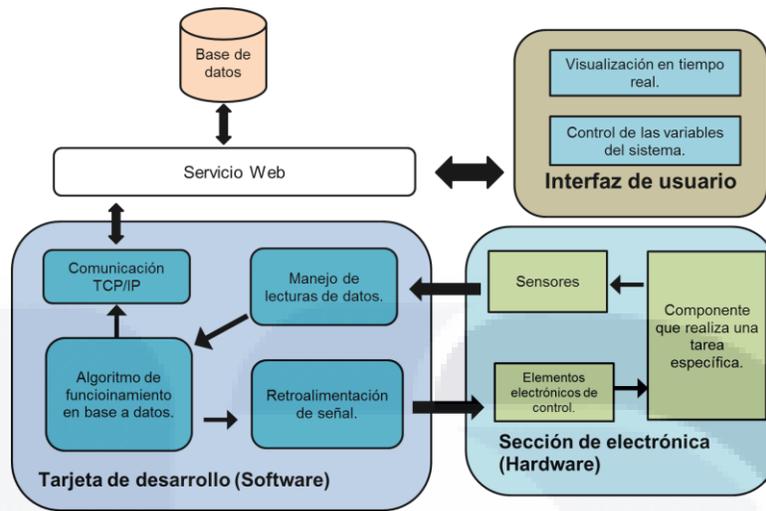
cual poder delimitar las secciones enfocadas a cada uno de los elementos como son el usuario, el control y el hardware; y finalmente, una arquitectura orientada a objetos(justificarle en base a las características que debe cubrir), con la cual poder llegar a un diseño detallado así como introducir el concepto de manejo por componentes, los cuales permitirán contar con las cualidades de reutilización de los mismos, así como poder tener una mantenibilidad de código y sus funciones de una forma estructurada.

#### **4 Propuesta de Arquitectura De Software Para Un Sistema Embebido**

El desarrollo de una arquitectura de software es uno de los procesos de nivel más alto de diseño que se realiza al comienzo de un proyecto, para ello se hace uso de pasos definidos por medio de los cuales facilitar su creación y evaluar el desempeño que se tendrá con él.

Involucra definir la estructura y las responsabilidades de los subsistemas o componentes que comprenderán la Arquitectura de Software. Cada componente permite abstraer una funcionalidad para poder ser reutilizado. El resultado de esta actividad es el documento de especificación de componentes, el cual describe la funcionalidad de cada uno de ellos.

Se crea un diagrama de bloques, que representa la interacción entre dichas abstracciones funcionales. Cada componente realiza alguna sub función y representa una abstracción procedimental definida.



**Figura 1.** Diagrama de descomposición modular de la arquitectura propuesta

Presenta la implementación ideal sin depender de las características particulares de un determinado lenguaje. Esta arquitectura permite descomponer el sistema utilizando descomposición en capas funcionales.

Consiste en descomponer el problema a resolver en módulos o tareas más simples. Cada tarea representa una actividad completa y se codifica de manera independiente. Facilita el diseño descendente del problema, centrándose cada vez en la resolución de sub problemas de magnitud inferior.

Se buscó unir características de arquitecturas como:

- Modelo orientado a objetos

Un sistema se descompone en conjunto de objetos que se comunican entre sí; está relacionado a clases de objetos, con sus atributos y operaciones; los objetos suelen

ser representaciones de entidades del mundo real con lo cual se logra una fácil comprensión. [8]

En base a esta concepción, se puede manejar un modelo basado en componentes, los cuales tendrán la funcionalidad de poder ser reutilizados en un modelo diferente ya que se diseñan bajo características que les delimitan tanto sus entradas y salidas de datos, lo cual permite su adaptación en los sistemas. [9]

- Modelo de flujos datos

Este modelo, descomponen un sistema en módulos que aceptan datos y los transforma en datos de salida por medio de funciones (operaciones); la idea principal es que los datos van fluyendo de una función a otra y que se va transformando a medida que se mueve a través de los elementos.

Se basa en un modelo secuencial y es muy útil en sistemas que manejan grandes cantidades de registros con muchas operaciones simples. [10]

A través de estas bases, la arquitectura logra crear una secuencia de manejo de datos de forma continua, en la que se está tomando las señales de entrada desde hardware y por medio de varias secuencias de procesamiento, las señales se podrán transformar en información útil para el sistema, utilizándola en los controles y con ello retroalimentar con una salida al hardware para así crear un ciclo de funcionamiento para la tarea a la cual fue diseñado el sistema.

- Modelo de tiempo real

Este modelo tiene las características de que cualquier actividad o procesamiento de información que tiene que responder a un estímulo de entrada generado

externamente, utilizado comúnmente en tareas de control que requieren datos precisos. [11]

Elemento central en un sistema embebido, ya que al estar controlando un elemento de hardware, requiere de una sincronización para que los datos y comunicaciones lleguen completos al sistema receptor.

## **5 Implementación de un Componente que Forma parte de la Arquitectura**

Para lograr una primera vista sobre el funcionamiento de la arquitectura, se plateó modelar uno de los componentes, en base a la Figura 1, se realizó una implementación específica de la sección “Manejo de lectura de datos”, el cual se trabajó ante un caso que debía leer señales obtenidas a través de un sensor electrónico, que podía obtener información a partir de señales analógicas o digitales.

La siempre creciente necesidad en los sistemas necesita la utilización de componentes que sean capaces de adquirir y transmitir información relacionada con el proceso, para ello los sensores cumplen con estos requerimientos, y por ello se han convertido en componentes cada vez más importantes en la tecnología de medición. Un sensor es un convertidor técnico, que convierte una variable física (por ejemplo, temperatura, distancia, presión) en otra variable diferente, más fácil de evaluar (generalmente una señal eléctrica). [12]

El componente seleccionado debía cumplir con la característica de que obtendría información a partir de una señal leída de un sensor que proporcionaría una señal que puede tomar valores de 0 a 5 volts.

De acuerdo a estas características, se puede generalizar el funcionamiento de los sensores, ya que al trabajar bajo mismas características pueden ser utilizados para una amplia variedad de usos, midiendo temperatura, distancia, luz, sonido, etc. así como las funciones que tendrá el componente de entrada que tendrán la

funcionalidad de calibrar la curva de funcionalidad característica del sensor, valores de referencia, etc.

En conjunto, dadas las características tanto del sensor, su comportamiento y funcionalidad, hacen que los elementos en conjunto tengan las cualidades de un componente, pudiendo trabajar en varias plataformas, con diversas finalidades de medición así como desempeñar su rol en diversos escenarios.

Se diseñaron los diagramas de objetos involucrados en el componente del control de sensores, los cuales permiten de esta forma, mantener un nivel de entendimiento claro al momento de programación en el lenguaje que se elija, en este caso por medio de Java, así mismo, el componente cuenta con las interfaces de entrada y salida definidas en formatos con la finalidad de poder adaptarse en sistemas existentes bajo pequeñas modificaciones en el entorno al cual se introducirá; el componente lee una señal de entrada (digital o analógica) dependiendo el sensor en el cual se estará trabajando y como salida entrega un valor numérico tratado además de la unidad en la cual se está midiendo la variable tratada como se muestra en la Figura 2.

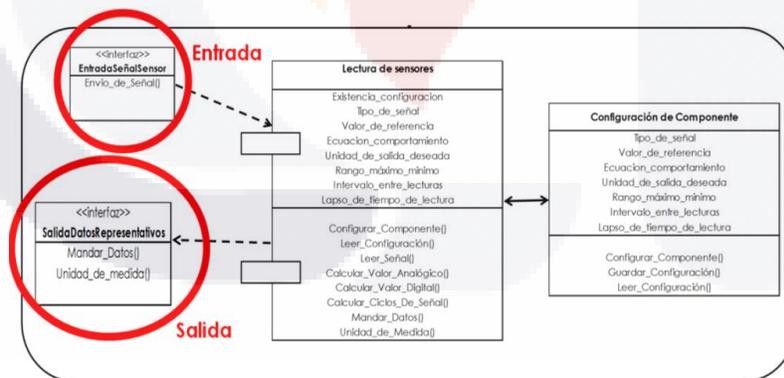


Figura 2. Objetos e interfaces del componente

## 6 Conclusiones

La finalidad de este trabajo fue de forma exploratoria, ya que al buscar un modelo que permita un mejor diseño y conjunción de los elementos de software al modelo de un sistema embebido, se requería de una forma de representación general.

La implementación de uno de los componentes a un sistema específico nos dio una vista de la facilidad con la que se puede llegar a trabajar una arquitectura abstracta en un sistema embebido, con lo que se espera en un trabajo futuro, seguir implementando los elementos faltantes y de esta forma poder llegar a una conclusión sobre los beneficios cuantificables de este modelo.

En trabajos futuros se tiene planeado continuar con las implementaciones de los componentes restantes así como complementar las pruebas con los componentes en los cuales la interfaz de usuario puede generar un valor agregado y; de esta forma, tomar en cuenta al usuario final desde los primeros pasos del diseño del sistema, permitiendo así un mejor funcionamiento para el usuario haciéndolo más intuitivo.

**Agradecimientos.** Se agradece ampliamente a la Universidad Autónoma de Aguascalientes, así como al CONACYT por su apoyo a lo largo de esta investigación y recursos brindados para continuar con el trabajo presente.

## Referencias

- [1] Using Software Architectures for Designing Distributed Embedded Systems. Henrik Bærbak Christensen.
- [2] Embedded System Design Framework for Minimizing Code Size and Guaranteeing Real-Time Requirements. Insik Shin, Insup Lee. 2002.
- [3] Ingeniería de Software, un enfoque práctico, Roger S. Pressman, Mc Graw Hill, Séptima edición, 2010.
- [4] Ingeniería del software, Sommerville, Pearson Educación, 2005.
- [5] Microsoft Application Architecture Guide, Patterns & Practices, Microsoft, Second edition, 2009.
- [6] Embedded Systems Architecture, A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers. Tammy Noergaard. 2005.
- [7] ISO 9126-1 Information technology — Software product quality, 2000
- [8] Modelado y Diseño de Arquitectura de Software, Fernando Barraza, Universidad de Chile.
- [9] Ingeniería de software: una perspectiva orientada a objetos, Eric J. Braude, Alfaomega, 2003.
- [10] Software Systems Architecture: Working With Stakeholders Using Viewpoints and Perspectives, Nick Rozanski, E. Woods, Pearson Education, 2005.
- [11] Real-Time Languages: Design and Development, Young S., Ellis Horwood, Chichester, England. 1982
- [12] Sensores para la técnica de procesos y manipulación. F. Ebel, S. Nestel. Festo Didactic, 1993.