

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“DESARROLLO Y MODELACIÓN DE SOLUCIÓN DOMÓTICA
PARA LA ASISTENCIA A PERSONAS CON DIVERSIDAD
FUNCIONAL MOTORA UTILIZANDO HARDWARE LIBRE”**

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

LICENCIADO EN REDES Y SISTEMAS OPERATIVOS

Presentado por:

YUYUQUI CIRILA LOQUI MOSCOSO

GUAYAQUIL-ECUADOR

2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia, quienes me han apoyado incansablemente en especial a mi padre quien me formó en el esfuerzo y trabajo duro y a mi madre por todo el sacrificio de brindarme la mejor educación académica posible.

Por último, agradezco a la asociación de paraplégicos del Guayas quienes sin duda alguna a pesar de sus dificultades luchan con valentía admirable a diario.

DEDICATORIA

A mi papi, a mi mamá, a mi abuela Margot, a Carlitos, a Eduardo y a todos los que me apoyan a diario para alcanzar mis metas.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Sara Ríos Orellana

SUBDECANA DE LA FIEC



Ing. Ignacio Marín García

DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN



Ing. Patricia Chávez Burbano

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este Informe corresponden exclusivamente a los autores de éste documento, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"



Yuyuqui Cirila Loqui Moscoso

RESUMEN

El objeto de este proyecto de grado es la conformación de una solución integral prediseñada que sirva de apoyo en los hogares de personas clasificadas con discapacidad de carácter motriz de grado moderado permitiéndoles alcanzar mayor autonomía dentro de sus hogares, aliviando sus dificultades desde una perspectiva tecnológica; apoyado en textos de la OMS, el CIF y ONU de soporte mundial y local tal como la Constitución del Ecuador se ha fundamentado el soporte en la visión de apoyo a la comunidad.

El diseño y la posterior implementación a escala ha sido direccionada a suplir de las necesidades primordiales de personas con movilidad reducida de las extremidades para lograr el enfoque deseado fueron utilizadas encuestas para la deducción de los sistemas prioritarios. Siendo la filosofía del proyecto eliminar en la medida de lo posible las barreras de adquisición y promulgación de la solución se concretó el uso de herramientas de costo mínimo, estandarización y uso sin restricciones de licencia.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA.....	III
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	IV
DECLARACION EXPRESA	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
GLOSARIO.....	XI
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES	1
1.1 Descripción del Problema	3
1.1.1 Tecnología para la discapacidad.....	8
1.1.2 Discapacidad en Ecuador.....	10
1.2 Justificación.....	12

1.3	Objetivo General	15
1.4	Objetivos específicos:.....	16
1.5	Resultado Esperado	16
1.6	Metodología.....	18
1.7	Alcance.....	19
1.8	Limitaciones	19
CAPÍTULO 2		20
MARCO TEÓRICO		20
2.1	La Discapacidad en la Actualidad	20
2.2	Situación de Ecuador en Relación al Desarrollo de Software y Hardware Libre	24
2.3	Clasificadores de discapacidad	25
2.4	Software y Hardware Libre.....	28
2.5	Internet de las Cosas	29
2.6	Domótica	29
2.7	Componentes principales para el desarrollo del proyecto	31
CAPITULO 3		38
DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....		38

3.1	Selección de sistemas domóticos	39
3.2	Estudio de Requerimientos del Hogar Modelo.....	41
3.3	Descripción de los componentes	44
3.3	Desarrollo del software de modelación	49
CAPÍTULO 4		51
ANÁLISIS DE COSTOS		51
4.1	Cálculo del presupuesto.....	52
4.1.1	Dispositivos de control (Base).....	52
4.1.2	Dispositivos de control Adicional (Por Zona)	53
4.2	Soluciones del mercado	56
4.3	Costos indirectos	62
CAPÍTULO 5		64
PRUEBAS Y SIMULACIONES		64
5.1	Despliegue a Escala	64
5.2	Interpretación de los resultados.....	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		68
BIBLIOGRAFÍA		71
ANEXOS		
ANEXO A: Características de Hardware		

ANEXO B: Diagrama lógico de conexiones

ANEXO C: Esquemáticos módulo Arduino

ANEXO D: Esquemáticos Arduino UNO

GLOSARIO

Acceso Remoto: Manejo de sistemas desplegados en el hogar desde afuera del sitio, a través de internet independientemente de la localización o del dispositivo permitiendo el monitoreo de los bienes materiales y de las personas con discapacidad que habiten en este por parte de los familiares.

Control de Iluminación: Refiriéndose a la entrada de luz exterior, a través de ventanas y ventanales.

Control del Luces: Visualizando los usuales controles de luces desde la perspectiva de nuestro target, muchas personas conviven en casas no aptas para sus situaciones particulares y los controles de luces usualmente se sitúan por encima del promedio de alcance de ellas, los mandos a distancia posibilitan que la persona tenga la facilidad de no depender de que alguien más le encienda o apague las luces.

Cuontrol de Ventilación: La comodidad es un incidente importante en las actividades que definen nuestra calidad de vida, especialmente en ciudades de temperatura por encima de los 25 grados la afectación del calor puede ser un

factor preponderante, la posibilidad de accionar un dispositivo de tal objeto sin necesidad de alcanzar un interruptor común bien pueda desde un dispositivo móvil o por activación automática bien podría incrementar la satisfacción en el hogar.

Seguridad: Posibilidad de permitir acceso a visitantes eliminando el desafío de movilizarse hacia la entrada y halar o empujar puertas.

Telemetría: Medición de factores relacionados con la salud del individuo monitoreado que puedan representar una posible alarma médica para posteriormente tomar acción mitigando las posibles consecuencias y brindando atención médica oportuna.

Telepresencia: Argumentando la sociabilidad de las personas con discapacidad es necesaria para la salud no física la integración comunitaria teniendo en cuenta los determinantes de movilidad es posible lograr dicha integración a través de sistemas especialmente configurados para trabajar entre personas con necesidades similares.

Videovigilancia: Cámaras de seguridad con posibles algoritmos de reconocimiento de intrusión los cuales puedan activar alarmas automáticas.

MicroSD: Tarjetas de almacenamiento Flash más pequeñas que las miniSD de patente ScanDisk

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

6LoWPAN	Redes de Área Personal Inalámbrica de Bajo Consumo energético	Low power Wireless Personal Area Networks
CDPD	Convención sobre los Derechos de Personas con Discapacidad	---
CIF	Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud	---
CONADIS	Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades	---
DIY	Hazlo tú mismo	Do It Yourself
HTML	Lenguaje de Marcas de HiperTexto	HyperText Markup Language
IDE	Entorno de Desarrollo Integrado	Integrated Development Environment
INEC	Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos	---

IoT	Internet de las Cosas	Internet of Things
Kbps	Kilobits por segundo	---
Mbps	Megabits por segundo	---
PNBV	Plan Nacional del Buen Vivir	---
OMS	Organización Mundial de la Salud	---
ONU	Organización de las Naciones Unidas	---
PWM	Modulación por anchura de pulso	Pulse Width Modulation
TIC	Tecnologías de la Información y la comunicación	Information and Communication technology
WiFi	Confiableidad Inalámbrica	Wireless Fidelity
WSN	Redes de sensores Inalámbricos	Wireless Sensor Networks

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Comparación prevalencia según ingresos económicos por país.....	3
Figura 1.2	Documento discapacidad por provincia. Ecuador en Cifras.....	4
Figura 2.1	Uso de los calificadores de la tabla 3.....	27
Figura 2.2	Uso de los calificadores de desempeño y capacidad.....	27
Figura 3.1	Hogares Ecuatorianos con acceso a Internet.....	42
Figura 3.2	Estadísticas de personas que poseen celulares en Ecuador.....	43
Figura 3.3	Funcionamiento de Servomotores.....	49
Figura 3.4	Interfaz de usuario versión 1.5.....	55
Figura 4.1	Bombillas inalámbricas Wemo. Start kit.....	57
Figura 4.2	Control para mano robótica.....	59
Figura B.1	Anexo B: Diagrama lógico de conexiones	
Figura C.1	Anexo C: Esquemáticos Arduino UNO	
Figura D.1	Anexo D: Esquemáticos módulo Arduino Ethernet	
Figura E.1:	Fotoresistor, Switch y foco, iluminación externa	
Figura E.2:	Iluminación interna Switch y foco.	
Figura E.3:	Imagen de la maqueta	
Figura E.4:	Imagen de la maqueta	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Prevalencia discapacidad por género, sexo, edad, ingreso del país de acuerdo al cálculo nacional de ingresos económicos.....	2
Tabla 2:	Discapacidad permanente por más de un año, por sexo.....	7
Tabla 3:	Escala de calificadores para estructuras corporales.....	26
Tabla 4:	Comparativa de protocolos de redes cableadas.....	33
Tabla 5:	Comparativa de protocolos de radio frecuencia.....	36
Tabla 6:	Presupuesto base.....	54
Tabla 7:	Presupuesto por control zonal adicional.....	56
Tabla 8:	Presupuesto Wemo.....	60
Tabla 9:	Comparación presupuestos por marca.....	62

INTRODUCCIÓN

La inserción de las personas con discapacidad en la sociedad de forma parte de los principales planteamientos solidarios mundiales de la década, las organizaciones que velan por el bienestar de grupos minoritarios han logrado involucrarse en mayor medida en el estudio de recomendaciones que sirvan de asesoramiento para las naciones especialmente en materia de salud y bienestar. La discapacidad ha sido destacada debido a que con la esperanza de vida y las enfermedades crónicas en aumento, el porcentaje de personas que viven con capacidades disminuidas se ha incrementado a lo largo de los años, casi garantizando a la población general una porción o en su totalidad la vida con discapacidad.

El uso de conocimiento de índole técnica-científica se posiciona como un objetivo ambicionado para suplir de las necesidades primarias así como las de alta demanda de la humanidad entera con el auge en el desarrollo de tecnología para el bienestar de las personas, es consecuente asociar su progreso inherente como altamente influyente en la sociedad, su economía, y calidad de vida. El último siendo el objetivo utópico de las naciones.

Al brindar atención prioritaria a las minorías se busca un incremento en la participación de las mismas tanto en temas económicos como absolutamente sociales, está establecido que las sociedades más equitativas logran en conjunto mejores desempeño y funcionalidad compuesta. El proyecto expuesto a continuación ha tomado los principios resumidos para el desarrollo de una solución con las directrices trazadas, el uso de herramientas de mayores facilidades de distribución y replicación facilita la multiplicidad de soluciones con propósitos similares logrando como finalidad que más personas se vean involucradas en proyectos de ayuda social y en igual medida más personas sean beneficiadas.

La comunidad objeto de la investigación fue restringida a las personas de discapacidad motriz de grado moderado ya que siendo la discapacidades de variantes divergentes en amplia gama entre ellas se deben tomar las necesidades de cada subsector no es posible una solución homogénea. El proyecto concluye con la elaboración a escala de una casa modelo que ilustre el resultado esperado siendo tomado en cuenta por asociaciones apoyo a la comunidad objeto.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

El Informe Mundial de Discapacidades elaborado por la Organización Mundial de la Salud en el año 2010 estima que en el mundo existen más de mil millones de personas con algún tipo de discapacidad, alrededor del quince por ciento (15,00%) de la población mundial; un poco más del dos por ciento(2,20%) con dificultades muy significativas[1]. El índice aumenta de acuerdo a factores de índole ambiental, seguridad, catástrofes naturales, hábitos alimenticios, abuso de sustancias tóxicas y expectativa de vida destacando a los ancianos como mayormente sensibles. En la Encuesta Mundial de la Salud instrumento para la elaboración del informe, se señala que los países con mayor índice de

discapacidad son aquellos que tienen menores ingresos con especial prevalencia entre los quintiles más pobres y los sectores más vulnerables tales como niños, ancianos y mujeres.

Tabla 1: Prevalencia discapacidad por género, sexo, edad, ingreso del país de acuerdo al cálculo nacional de ingresos económicos (GNI) [2].

Población Subgrupo	Umbral de 40			Umbral de 50		
	Países de más altos ingresos (error estándar)	Países de menores ingresos (error estándar)	Todos los países (error estándar)	Países de más altos ingresos (error estándar)	Países de menores ingresos (error estándar)	Todos los países (error estándar)
Sexo						
Masculino	9.1(0.32)	13.8(0.22)	12.0(0.18)	1.0(0.09)	1.7(0.07)	1.4(0.06)
Femenino	14.4(0.32)	22.1(0.24)	19.2(0.19)	1.8(0.10)	3.3(0.10)	2.7(0.07)
Edad						
18-49	6.4(0.27)	10.4(0.20)	8.9(0.16)	0.5(0.06)	0.8(0.04)	0.7(0.03)
50-59	15.9(0.63)	23.4(0.5)	20.6(0.38)	1.7(0.23)	2.7(0.19)	2.4(0.14)
Más de 60	29.5(0.66)	43.3(0.47)	38.1(0.38)	4.4(0.25)	9.1(0.27)	7.4(0.19)
Quintil por Riqueza						
Q1(más pobre)	17.6(0.58)	22.4(0.36)	20.7(0.31)	2.4(0.22)	3.6(0.13)	3.2(0.11)
Q2	13.2(0.46)	19.7(0.31)	17.4(0.25)	1.8(0.19)	2.5(0.11)	2.3(0.10)
Q3	11.6(0.44)	18.3(0.30)	15.9(0.25)	1.1(0.14)	2.1(0.11)	1.8(0.09)
Q4	8.8(0.36)	16.2(0.27)	13.6(0.22)	0.8(0.08)	2.4(0.11)	1.7(0.08)
Q5(más rico)	6.5(0.35)	13.3(0.25)	11.0(0.20)	0.5(0.07)	1.6(0.09)	1.2(0.07)
Total	11.8(0.24)	18.0(0.19)	15.6(0.15)	2.0(0.13)	2.3(0.09)	2.2(0.07)

1.1 Descripción del Problema

Los costos adicionales de ser una persona con diferentes condiciones a las del promedio acarrea valores sociales y económicos extras difícilmente cuantificables que afectan indirectamente a familiares, amigos, empleadores y a nivel macro a la sociedad misma, ya que incluso para obtener retribuciones contempladas en el derecho fundamental en igual medida se necesita siquiera el diez por ciento (10,00%) más de los ingresos de una familia sin discapacidad dependiendo del país y del grado de discapacidad. Los servicios de salud, dispositivos de asistencia, medicinas, dietas especiales y asistencia personal conllevan costos añadidos en los presupuestos estatales, privados o del círculo familiar, en el mejor de los casos.

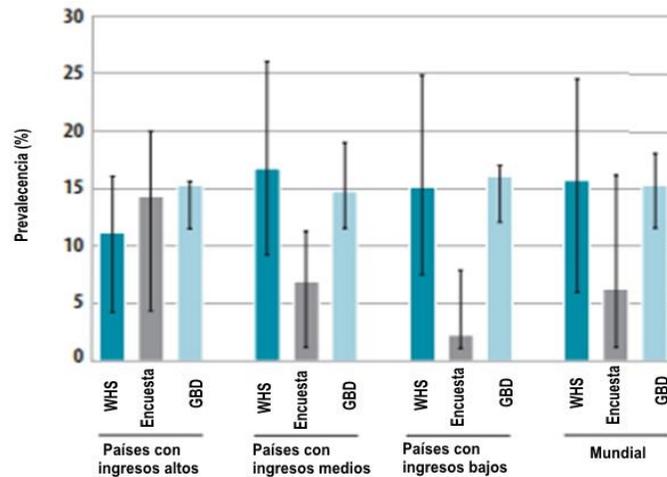


Figura 1.1: Comparación prevalencia según ingresos económicos por país. Fuentes Distintas, la barra gris representa el promedio [2].

La incidencia de condiciones incapacitantes está estimada de acuerdo a fuentes diversas tales como las organizaciones Encuesta Mundial de Salud (World Health Survey - WHS) y Carga mundial de las enfermedades (Global Burden of Disease-GBD) son consistentemente similares en promedio como lo muestra la Figura 1.1. De estas cifras se sabe que en territorio Ecuatoriano viven más de nueve millones de personas con discapacidad, representando el doce por ciento (12.14%) de la población [2], y correspondiendo aproximadamente el dos por ciento (2,20%) a la provincia del guayas como lo muestra la Figura 1.2.

		 ECUADOR CUENTA CON EL INEC				
www.ecuadorencifras.com						
Título POBLACIÓN POR CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD FÍSICO-MOTORA, SEGÚN PROVINCIA, CANTÓN, PARROQUIA Y ÁREA DE EMPADRONAMIENTO						
Provincia	Nombre del Cantón	Nombre de la Parroquia	ÁREA	Discapacidad Físico-Motora (Parálisis y amputaciones)		
				Si	Se ignora	Total
Guayas			URBANO	76.029	21.063	97.092
			RURAL	14.474	3.030	17.504
			Total	90.503	24.093	114.596

Figura 1.2: Documento discapacidad por provincia.

Si bien la definición de discapacidad resulta generalmente familiar, el nivel de comprensión de las complicaciones habituales puntuales aún a día de hoy escapan al entendimiento de las mayorías debido a la naturaleza

primordial de que la conceptualización de normalidad está determinada por la universalidad de las cualidades, condenando a cualquiera fuera de parámetros universales a la desidia.

Históricamente las personas con discapacidad han sobrellevado la indiferencia de la sociedad en mayor grado hasta finales del siglo XVII, cuando lentamente fueron tomando relevancia en planes de apoyo y rehabilitación y en las comunidades en general. Uno de los primeros ejemplos fueron Suiza y Francia quienes dedicaron instituciones para derivar la atención de personas especiales. La evolución del pensamiento en lo que a discapacidad respecta se da en el año de 1946 en la Asamblea General de las Naciones Unidas donde es establecida la primera mención de un documento a favor de la rehabilitación de las personas referidas como “defectuosos físicos”. A pesar de los avances notables, el trato predomina siendo discriminatorio hasta la elaboración conceptual que redefine las capacidades de las personas especiales en el siglo XX siendo liderado por la OMS y la ONU posibilitando la integración gradual de los sujetos.

El sector con discapacidad ha logrado mayor notoriedad a través del tiempo haciendo partícipe de sus necesidades a los organismos estatales quienes

se han visto comprometidos cada vez más a las causas solidarias, en conjunto resultando en niveles de participación nunca antes alcanzados en la historia de la humanidad. Sin embargo, el objetivo no ha sido logrado en su totalidad y las cifras de desigualdad siguen siendo preocupantes, dejando en claro que la lucha aislada por parte de las comunidades con discapacidad jamás va a lograr el bien común si el común se siente indiferente a la causa. Es inminente extender la comprensión de que la responsabilidad puede ser compartida y acarrear cambios que incumban al país en temas de economía, participación y bienestar.

Con esfuerzo notable Ecuador se ha sumado a la lucha en contra de la desatención y se une a la búsqueda continua de planes de acción propositivos con base en la Constitución y en la carta de Derechos Humanos para mancomunarse en la defensa a quienes son partícipes del fenómeno social. Es así como bajo el liderazgo del Vicepresidente de la República del periodo comenzado en el 2006, Lenin Moreno, la discapacidad tiene un matiz distinto convirtiéndonos en un referente de cambio en Latinoamérica con miras a alcanzar la meta de igualdad de derechos y equidad de oportunidades.

Tabla 2: Discapacidad permanente por más de un año, por sexo (INEC, 2010)[3].

	8. ¿(...) tiene discapacidad permanente por más de un año?			Total	Tasa de personas que señalan tener discapacidad permanente por más de un año
	Si	No	No responde		
Hombre	436.074	6,147.649	593.960	7,177.683	6.1%
Mujer	380.082	6,399.153	526.581	7,305.816	5.2%
Total	816.156	12'546.802	1,120.541	14,483.499	5.6%

Justificado en el marco de ley actual y con el afán de colaborar en la integración de las personas con capacidades especiales, este proyecto busca incidir positivamente en el nivel de vida y satisfacción de las personas que viven con dificultad de movimiento a través del desarrollo de una solución dedicada utilizando tecnología de bajo costo como medio de desarrollo y la modelación viable que supla las exigencias particulares en los hogares habitados por personas con discapacidad motriz de grado moderado.

Para apoyar el correcto soporte social organizaciones como la ONU y la OMS instan al uso de las TICs para acentuar la mejora en servicios de

salud y del cuidado propio, sugiriendo la importancia de integrar a los estudiantes en proyectos socio efectivos permitiendo el progreso de la informática de consumo para la salud. Conforme a un estudio realizado en el Reino Unido, Gran Bretaña y el norte de Irlanda el gasto público destinado a las adaptaciones en los hogares para personas con deficiencias en el año 1995 resultan en inversiones exitosas brindando a los favorecidos según sus propias palabras “más confianza”, más seguridad e independencia y menores accidentes dentro del hogar.[2]

Para el desarrollo de este proyecto se utilizarán herramientas libres tanto de software como de hardware bajo licencia de libre distribución y acceso permitiendo potenciar el alcance máximo de la implementación.

1.1.1 Tecnología para la discapacidad

A mayor escala, las personas con discapacidad en los países con menores recursos tienden a tener poco o ningún apoyo tecnológico que puedan incidir positivamente en la movilidad, comunicación o soporte de algún tipo sobre todo en zonas rurales y a diferencia de las zonas urbanas donde a pesar de existir opciones de mercado los altos costos son excluyentes.

El tema de la discapacidad ha sido de amplia preocupación especialmente por instituciones con propósitos de envergadura social con miras al bienestar de los más necesitados, se destaca la Organización Mundial de la Salud, que por ejemplo en los artículos 20 y 26 de la resolución WHA58.23 en la convención de los derechos de las personas con discapacidad, insta a los Estados la integración en sistemas de ayuda atribuyendo el valor de diferenciación que pueda impactar en la vida de los individuos con discapacidad. Las tecnologías de asistencia demuestran ser herramientas potentes reduciendo costos antes destinados a salud como ejemplo recalamos la teleasistencia, asistentes digitales y telemetría. Sobre este tema es también considerable especialmente para las familias con menores recursos económicos la masificación estatal o regional de dispositivos de asistencia suministrando la producción local de dispositivos con énfasis en aminorar costos.[4]

Por otro lado la cotidianidad ha conceptualmente evolucionado incrementando el valor de la comodidad del usuario, como la mayoría de inventos en el hogar y fuera de este la domótica ha cobrado un auge inverosímil en los últimos quince años

exponencializándose por el desarrollo de tecnologías, protocolos y dispositivos económicamente más asequibles y en mayor demanda en el mercado no especializado; existen numerosas posibilidades de dispositivos base que hacen que más personas con menor conocimiento técnico sean capaces de personalizar en la medida de sus necesidades. Todo este desarrollo y capacidad de modificación ha brindado una fuente versátil de proyectos de todo tipo, incluyendo el anhelo de convertir la programación en tangible de manera especial en la privacidad de los hogares.

1.1.2 Discapacidad en Ecuador

En Ecuador existen, según datos oficiales, cerca de 294.000 personas con diversidad funcional[5] cuya cotidianidad se ve seriamente afectada por la falta de accesibilidad a espacios públicos y privados. Dadas sus limitaciones de movilidad, estas personas deben permanecer la mayor parte del tiempo dentro de sus viviendas, las cuales al no estar adecuadas para cubrir sus necesidades más básicas inciden en la participación de terceros, usualmente familiares para llevar a cabo actividades cotidianas. En consecuencia mermando las posibilidades de ingreso económico

tanto del discapacitado como de su cuidador significando esto un valor económico mayor no percibido por las familias que cuentan con personas con discapacidad entre sus miembros.

La discapacidad cubre una extensa cantidad de afecciones por lo tanto de necesidades diversas según clasificación de tipo y de grado, las soluciones comerciales existentes al no estar especialmente diseñadas para menguar entre las distintas necesidades y distintos grupos no son viables en uso por una parte y en costo por otra. La inversión de los proveedores en investigación e implementación necesaria para especializar sus sistemas y redirigirlos de objetivo es económicamente injustificable teniendo en la múltiple personalización de soluciones requerida y que la prevalencia se encuentra entre los quintiles más pobres de los países con menores recursos.

En los últimos ocho años Ecuador ha participado activamente en la promoción de las políticas necesarias alineadas al PNBV. El país se ha destacado en tiempo record al promulgar el cambio en la visibilización de las personas con discapacidad hasta ser nombrado

referente mundial en políticas de inclusión plena por la ONU. La labor realizada como ha sido mencionado antes en este documento, ha sido liderada principalmente por la ex vicepresidencia de la república quien se dedicó específicamente a sacar el proyecto adelante con la colaboración de organizaciones y misiones creadas para ése fin como son: misión Manuela Espejo, Secretaria técnica de discapacidades, etc.

1.2 Justificación

Hoy en día Ecuador cuenta con un potente arsenal de documentos y leyes direccionadas al soporte de las personas con discapacidad, esclareciendo el objetivo del país en la materia. Adjuntos se encuentran los párrafos considerados necesarios que respalden y aclaren el propósito de esta tesis. A continuación será repasado el marco legal que ampara el tema de discapacidad.

La **Declaración Universal de los Derechos Humanos** indica en el artículo 25 que *“Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios*

sociales necesarios; tiene asimismo derecho a los seguros en caso de desempleo, enfermedad, invalidez, viudez, vejez u otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes de su voluntad”[6].

La **Ley Orgánica de Discapacidades** señala que para alcanzar los objetivos estructurales en el orden de igualdad social es fundamental trabajar bajo los principios de no discriminación, igualdad de oportunidades, responsabilidad social colectiva, atención prioritaria, participación, inclusión, protección y sobretodo Accesibilidad, describe que *“se garantiza el acceso de las personas con discapacidad al entorno físico, al transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de información y las comunicaciones, y a otros servicios e instalaciones abiertos al público o de uso público, tanto en zonas urbanas como rurales; así como, la eliminación de obstáculos que dificulten el goce y ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad, y se facilitará las condiciones necesarias para procurar el mayor grado de autonomía en sus vidas cotidianas”[7]*

Finalmente, la actual **Constitución del Ecuador (2008)** describe en la sección sexta llamada “Personas con discapacidad” en el Art. 47 que *“El Estado garantizará políticas de prevención de las discapacidades y, de manera conjunta con la sociedad y la familia, procurará la equiparación de oportunidades para las personas con discapacidad y su integración social. Se reconoce a las personas con discapacidad, los derechos a (en el literal 6) a una vivienda adecuada, con facilidades de acceso y condiciones necesarias para atender su discapacidad y para procurar el mayor grado de autonomía en su vida cotidiana. Las personas con discapacidad que no puedan ser atendidas por sus familiares durante el día, o que no tengan donde residir de forma permanente, dispondrán de centros de acogida para su albergue”*.

Y en el Art. 48 que *“El Estado adoptará a favor de las personas con discapacidad medidas que aseguren (en el artículo 5) el establecimiento de programas especializados para la atención integral de las personas con discapacidad severa y profunda, con el fin de alcanzar el máximo desarrollo de su personalidad, el fomento de su autonomía y la disminución de la dependencia.”*

Habiendo sido explicada la base legal el respaldo de ley del proyecto tiene pilares sólidos de realización como proyecto tecnológico de con fundamento social especialmente en territorio ecuatoriano.

1.3 Objetivo General

Este proyecto se propone otorgar una solución única para las personas con diversidad funcional motora de grado moderado. El establecimiento de un conjunto de políticas públicas por parte del gobierno del presidente Rafael Correa desde Enero del 2007 focalizando según el decreto ejecutivo 43-A [8] la atención prioritaria a personas con diversidad funcional, justifica la realización de proyectos como el presentado con los cuales se espera colaborar en el motivo social de liberar el potencial de las personas con discapacidad y sus círculos familiares facilitando la vida social y habitual, diseñando y modelando herramientas de bajo costo basándonos en tecnologías de uso abierto para contribuir al desarrollo a gran escala de sistemas factibles y accesibles para todos quienes los necesiten.

Sin embargo, la discapacidad tiene un sin número de clasificaciones y sub clasificaciones con peculiaridades variables en extremo, imposibilitando la construcción de una solución estándar para todos sus tipos.

1.4 Objetivos específicos:

Los objetivos específicos son:

- Identificar los problemas más comunes a los que se enfrentan las personas con diversidad funcional motriz dentro de su hogar.
- Desarrollar una solución tecnológica de bajo costo que permita minimizar los problemas identificados con anterioridad.
- Modelar la solución planteada.
- Contribuir con el desarrollo de la investigación a la política del estado en apoyo a las comunidades de personas con discapacidad motriz de grado moderado.

1.5 Resultado Esperado

A través de la creación de un sistema asequible se espera incrementar la autonomía del grupo y tener un impacto indirecto en todos los demás aspectos cotidianos, promoviendo también el desarrollo de tecnologías de libre acceso en nuestro país y antecediendo a posibles proyectos independientes futuros.

Contribuir a la mejora en la calidad de vida de personas con discapacidad motora a través del uso de Tecnologías de Información Libre, además de servir como referencia a futuros proyectos con el mismo fin. Este proyecto

plantea el desarrollo de diversos automatismos que puedan ser fácilmente manipulados por personas con discapacidad motora para la mejora de su calidad de vida en el ámbito del hogar, en los siguientes términos:

- Encendido y apagado de la luz de una habitación de un control remoto
- Encendido y apagado de luz automático según la recepción de claridad externa
- Control a distancia de ventilación en una habitación
- Apertura y cierre a distancia de una puerta

Típicamente las personas con discapacidad encuentran dificultades a la hora de abrir una puerta para recibir visitas, así como encender la luz de una habitación o controlar un aire acondicionado sin la asistencia física de un tercero. Las condiciones de vida particulares de una persona con discapacidad motora en términos de espacio y recursos materiales hace muy difícil elaborar una solución que pueda adaptarse fácilmente a cualquier entorno. Teniendo en cuenta estas condiciones la solución propuesta se desarrollará a medida de un hogar previamente identificado en el que habite una persona con el tipo de necesidades mencionadas anteriormente.

1.6 Metodología

La realización de este proyecto se dividirá en cinco fases: Fase de Investigación, Fase de planificación, Fase de desarrollo, Fase de Implementación y Fase de Validación.

Durante la **Fase de investigación**, se recopilará la información a través de encuestas y el acercamiento a entidades de organización de personas con discapacidad para establecer de la dirección y analizar el posible impacto del proyecto. Obtenida la muestra inicial se dará paso a la **Fase de Planificación** la cual tendrá como objetivo el análisis de mitigación de necesidades de los encuestados incluyendo el despliegue y los sistemas a solucionar.

A continuación la **Fase de desarrollo** diseñará la solución final teniendo en cuenta la alimentación de los componentes, contará con el desarrollo de aplicaciones y de las necesidades para llevar a cabo el despliegue de red antes planificado. Durante la **Fase de Implementación** se pondrá en marcha la adecuación de la vivienda a escala, integrando los elementos planificados previamente para en la **Fase de Validación** recopilar datos de resultados de los sistemas desarrollados en un plazo promedio que permita

prever el buen funcionamiento de la solución al ser implementada de ser posible por entidades con poder de acción respectivo.

1.7 Alcance

Se espera que el proyecto anteceda a otros proyectos mayores de ayuda social con acercamientos tecnológicos apoyados por instituciones de apoyo que permitan a más personas el acceso.

1.8 Limitaciones

Debido a los costos y requerimientos tecnológicos del proyecto, la implementación se podrá llevar a cabo únicamente a escala teniendo en cuenta los equipos de uso común en hogares regulares, preexistentes en hogares de clase socioeconómica limitada. Debido a la problemática y diversidad de la comunidad enfocada, se realizará el diseño del proyecto de la forma más estándar posible entendiendo que la implementación está dirigida a necesidades particulares.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

El marco teórico estará compuesto por la perspectiva del entorno actual en discapacidad, haciendo énfasis en el trabajo de organismos nacionales e internacionales que sirven de principal motivación para este proyecto. Además, en esta sección tomará parte la explicación de conceptos relevantes para un completo entendimiento de las tecnologías de asistencia.

2.1 La Discapacidad en la Actualidad

La discapacidad se define como la disminución en el desenvolvimiento físico, mental, sensorial o intelectual que dificulta la realización de

actividades consideradas corrientes dentro de las referenciadas en comparación a la capacidad de la población promedio, afectando la interacción de las personas en sociedad, causando desigualdad y segregación social, viéndose reflejado en estadísticas alarmantes de marginalidad, calidad de vida, educación y participación económica además de los índices más altos de pobreza y mayores tasas de desempleo.

La falta de respaldo de los representantes de gobiernos estatales a las minorías antecede el acrecentamiento del problema social que representa la segregación de los colectivos y alimentan la apatía de la población. Es un deber para quienes tengan la posibilidad de contribuir a causas sociales, locales a nivel micro y universales a nivel macro, la colaboración en la medida de sus posibilidades para lograr el cambio intrínseco de la sociedad. En materia de discapacidad, el mayor reto resulta lograr la comprensión real a situaciones atípicas, las personas con discapacidad se han visto a obligadas a luchar contra la subestimación de derechos humanos vitales sin apoyo significativo hasta ahora.

La importancia pragmática conviene a la mayoría, de acuerdo a las estimaciones de la OMS el porcentaje aproximado de personas con discapacidad ha sido incrementado en cinco puntos desde el año 1970 alcanzando índices del 15,00% de la población mundial en el año 2010 [4], no resulta extraño que siendo conscientes que la expectativa de vida se ha incrementado a través de los años con el desarrollo médico y científico, la prevalencia de enfermedades degenerativas crónicas como son la diabetes y el cáncer también lo ha hecho. La retribución de proyectos en beneficio de las minorías resulta entonces en beneficio personal y de nuestros allegados. Por tanto, es importante alejarse de toda idea mal fundada de que lo realizado pueda convertirse en una ventaja solamente sobre el porcentaje minoritario sino ser conscientes como sociedad que todos ganamos viviendo en un mundo de oportunidades equitativas al alcance de todos y convirtiéndonos proactivamente en colaboradores.

Desde el año 2006, después de la organización de la “Convención sobre los derechos de personas con discapacidad (CDPD)”, primer tratado en su especie que vela por la dignidad y equidad de derechos de las personas con capacidades limitadas al recopilar información referente a las causas y creando un estándar base para la creación de políticas efectivas para la prevención y terapia de éstos grupos. Se adicionaron inicialmente veinte

países al ratificar el compromiso de reformar y crear políticas de índole nacional para lograr el objetivo general de inclusión y alentar la participación social de sus ciudadanos entendiendo que parte del objetivo, beneficiaría a la problemática nacional generando fuentes de empleo, incrementando la satisfacción ciudadana, basándose en los artículos de la declaración Mundial de Derechos Humanos que instan a tópicos como la accesibilidad, igualdad, empleo, derechos civiles y derechos políticos.

Para el año 2008 entró en vigencia, el tratado que cuenta con 158 países signatarios y 141 países que han ratificado en la actualidad [5]. Los países firmantes que ratifican el tratado se comprometen a la promulgación de leyes que cumplan los objetivos en éste asegurando así, igualar el acceso a las oportunidades de las personas con discapacidad a las de cualquier otra persona, ayudándose con la creación de un organismo de carácter nacional que colabore con la implementación del convenio.

Entre los objetivos planteados, concernientes al tema a tratar posteriormente encontramos dos artículos orientados a la habilitación de viviendas adecuadas escritos para “Garantizar el derecho a que las personas con discapacidad vivan de manera independiente y que no estén

obligados a residir en cierto tipo de viviendas” y “Garantizar un nivel de vida adecuado y protección social que incluya mediante la vivienda social, asistencia para las necesidades que se relacionen con su discapacidad al igual que la ayuda con los gastos que la discapacidad genere, en caso de pobreza.”

La CDPD cuenta con el apoyo de la OMS que tiene como objetivo principal “desempeñar una función de liderazgo en los asuntos sanitarios mundiales, dando seguimiento a las tendencias de salud y sanidad, recopilando estadísticas y articulando guías para futuras políticas que garanticen el acceso equitativo a la población mundial”.

2.2 Situación de Ecuador en Relación al Desarrollo de Software y Hardware Libre

En el Decreto Presidencial Número 1014[9] emitido el día diez de Abril del año 2008 por la Presidencia de La República de Ecuador se promueve el uso de Software Libre como prioritario para las entidades de la Administración Pública, estableciendo un marco de trabajo idóneo y una buena referencia para el desarrollo de soluciones tecnológicas costo efectivas que garanticen la no limitación en el uso e incorporación de mejoras. En este sentido, el proyecto propuesto plantea el uso de este tipo

de tecnología como una base sobre la que pueda avanzarse rápidamente en la implantación, debido a la gran cantidad de información disponible en la red y los grupos de usuarios que contribuyen en el desarrollo de estos proyectos [7].

2.3 Clasificadores de discapacidad

Acorde con la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) [10] el término *discapacidad* comprende las deficiencias que condicionan la participación del ciudadano. Para determinar el función base de la discapacidad los indicadores son diversos detallando para funciones mentales del b110-b189, para funciones sensoriales y dolor desde b210 – b229, de las estructuras corporales el distintivo comienza desde s110 para estructuras del sistema nervioso específicamente del cerebro y para las estructuras relacionadas con el movimiento los distintivos tienen formatos s710 para estructuras de la cabeza y de la región del cuello, s720 para la región del hombro, s730 para la estructura de la extremidad superior, s740 para la estructura de la región pélvica, etc.

Si bien la discapacidad refiere una amplia gama de variantes, una Persona con Discapacidad Motriz de grado moderado se cataloga de forma

estándar siguiendo la descripción del documento antes mencionado el cual engloba todas las disfunciones posibles y las divide entre funciones corporales y estructuras corporales, y deficiencias no tangibles como las discapacidades intelectuales. La Tabla 3 explica el procedimiento para la clasificación, utilizando calificadores para señalar extensión, naturaleza y localización de la deficiencia y la tabla 4 explica la asignación de los calificadores que le anteceden.

Tabla 3: Escala de calificadores para Estructuras Corporales [10].

Primer Calificador Extensión de deficiencia	Segundo Calificador Naturaleza de deficiencia	Tercer Calificador (sugerido) Localización de deficiencia
0 No existe deficiencia	0 no hay cambio en la estructura	0 más de una región
1 Deficiencia LEVE	1 ausencia total	1 derecha
2 Deficiencia MODERADA	2 ausencia parcial	2 izquierda
3 Deficiencia GRAVE	3 parte adicional	3 ambos lados
4 Deficiencia COMPLETA	4 dimensiones aberrantes	4 parte delantera
8 no especificada	5 discontinuidad	5 parte trasera
9 no aplicable	6 posición desviada	6 proximal
	7 cambios cualitativos en la estructura, incluyendo acumulación de líquido	7 distal
	8 no especificado	8 no especificado
	9 no aplicable	9 no aplicable

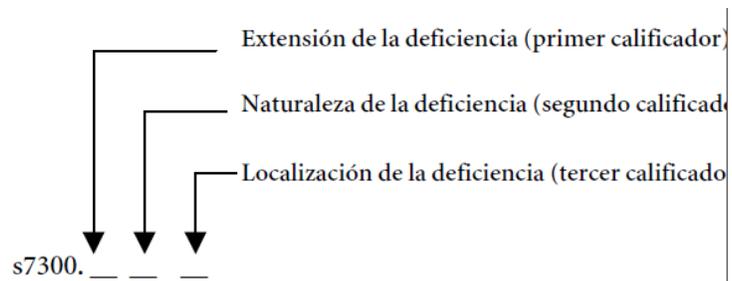


Figura 2.1: El uso de los calificadores de la tabla 3. [10].

Un ejemplo sería: s73022.221 como indica la figura 2.3 y la tabla 3 que significaría moderada por ausencia parcial en los músculos de la mano derecha. Calificadores adicionales sin utilizados para representar el grado de actividad y participación del sujeto, los mismos están determinados por distintivos numéricos diferentes como por ejemplo d4600.23 significa que la persona tiene dificultad moderada para desplazarse dentro de la casa. En la figura 2.4 podemos observar la constitución del calificador.

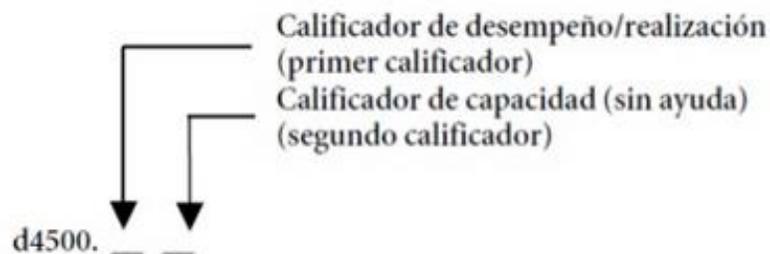


Figura 2.2: El uso de los calificadores de desempeño y capacidad 5[10].

2.4 Software y Hardware Libre

El Software y el Hardware Libre se encuentran definidos a través de las relaciones contractuales especificadas en las licencias de uso que pueden incluir:

1. Utilización de programa con cualquier propósito de uso común.
2. Distribución de copias sin restricción alguna
3. Estudio y modificación de programa (Requisito: código fuente disponible)
4. Publicación del programa mejorado (Requisito: código fuente disponible)

Estas condiciones se materializan a través de esquemas de licenciamiento que basándose en el clásico CopyRight otorgan a los usuarios derechos de uso, modificación y copia sin limitantes. En el caso del Hardware Libre, se hacen disponibles los diagramas de circuito de forma tal que pueda ser fácilmente replicables por una persona con conocimientos básicos de electrónica.

El proyecto de Hardware Libre consta de un marco de trabajo para el prototipado electrónico rápido y fácilmente expandible a través de módulos

de propósito específico. La gran cantidad de documentación y facilidad de adaptación lo convierten en una herramienta de trabajo útil en el desarrollo de esta propuesta.

2.5 Internet de las Cosas

El término internet de las cosas (IoT) refiere al concepto de la identificación única de dispositivos no dedicados principalmente a propósitos de las ciencias computacionales, ofreciendo servicios adicionales haciendo uso de las plataformas ya implementadas de red como es el Internet. Con amplia expectativa, el internet de las cosas busca interconectar objetos habituales del hogar, medicina, y otros más diversos con la promesa de incrementar la calidad de vida al permitir que estos elementos sean accesados a través de Internet haciendo uso de tecnología embebida en dichos dispositivos. Se prevé que el nuevo protocolo de direcciones IP en su última versión (IPv6) dada a su gran capacidad posibilite el direccionamiento de una mayor cantidad de objetos, ya que IPv4 la versión actual está ya agotada.

2.6 Domótica

Se define como Domótica la integración de medios para el soporte y

gestión de una vivienda conectados a través de redes alámbricas, inalámbricas, exteriores o interiores. La domótica ha sido un tema recurrente en visiones futuristas de la vida cotidiana con la finalidad absoluta de incrementar el confort y la comodidad.

En la actualidad, si bien la automatización es un tema de popularidad en ascenso su ramificación, la automatización de las casas cuenta con un auge especial sobre todo debido al incremento de la facilidad de adquisición de los componentes necesarios para la construcción, personalización y comunidad de soporte creciente.

La visión de mayor comodidad del domicilio ha sido una idea constante en el pasado, materializada en la implementación de sistemas usuales pero que tienen en común la integración de gestión en un solo dispositivo de control, consolidando la administración física. Las soluciones son tan diversas como creativas debido a la cantidad exponencial de usuarios finales que sin educación previa en electrónica participan activamente en la modificación de dichos sistemas logrando la personalización deseada para cubrir necesidades tan específicas como diversas. Entre los sistemas antes mencionados, podemos encontrar: sistemas de iluminación,

seguridad, temperatura, ventilación, alimentación de mascotas, riego automático, video vigilancia, integración audiovisual, entre otros.

2.7 Componentes principales para el desarrollo del proyecto

Los proyectos de domótica usualmente se componen de: Sensores, controladores, actuadores y una interfaz de manejo. Los *sensores* son dispositivos capaces de detectar cambios en el medio físico designado para luego usar la data recolectada para ser gestionada. Existen diversos tipos de sensores luz, temperatura, movimiento, pH, humedad, presión, sonido, glucosa, oxígeno, hormonas, proximidad, etc.

Un *controlador* es el elemento principal de comunicación entre entidades que en domótica se encarga de gestionar la información entre los entre una señal predeterminada y los actuadores, pudiendo la señal ser la enviada por el sensor. Mientras que, los actuadores son los dispositivos que reciben la señal enviada por el controlador y realizan una acción acorde de entre un grupo de acciones pre-programadas.

A su vez, *la interfaz* será la aplicación diseñada para ser desplegada en un dispositivo físico pudiendo estos ser celulares, tabletas, computadores,

pantallas, etc. Servirá de medio de interacción entre el usuario y el sistema.

El *dispositivo físico* en donde se podrá acceder a la interfaz de control del usuario, usualmente se intenta que el diseño de la interfaz sea independiente de dispositivo para lograr mayor facilidad de penetración al sistema, sin embargo algunos integradores prefieren la adaptación de un dispositivo propietario.

Entre las redes de comunicación existen múltiples tipos de redes de comunicación los cuales también pueden diferir de los medios en los que se interconectan utilizando como medios distintos. Debido a que la domótica se continúa perfeccionando para brindar versatilidad de diseño según sea la utilidad existen una vasta cantidad de tecnologías direccionadas a resolver dichas necesidades.

Las redes de comunicación que utilizan líneas eléctricas tienen amplia aceptación las más usuales son: **X10** es un protocolo de comunicación para la interconexión de dispositivos electrónicos, usada frecuentemente para domótica permite la interacción mediante línea eléctrica a lo cual debe su amplia aceptación sin embargo registra alta susceptibilidad a interferencias externas, a pérdida y atenuación de la señal. **KNX** que refiere a un estándar

de protocolo de red de comunicaciones, específicamente diseñado para edificaciones inteligentes, es una versión más moderna y unificada de protocolos anteriores como el European Home Systems Protocol (EHS), BatiBUS y European Installation BUS. Puede trabajar sobre par trenzado, red eléctrica, comunicación Ethernet, radiofrecuencia o infrarrojo dependiendo del versionamiento físico[11].

LonWorks que por las siglas en inglés de red operativa local de propiedad de la corporación Echelon, trabaja sobre par trenzado, cables de poder, radiofrecuencia y fibra óptica. De alta demanda los dispositivos certificados de la marca lograron en el 2010, 90 millones de ventas[12]. Y por último, **UPB** que por las siglas en inglés Bus de Línea de poder universal con gran popularidad pero todavía por debajo del estándar X10, sus ventajas consisten en menor precio de instalación total y mejor desempeño en la velocidad de envío de paquetes.

Mientras que las redes que se comunicación de forma inalámbrica las más populares son: **Z-Wave**, un protocolo de automatización sin cables con una frecuencia de 908.42Mhz con gran acogida, el protocolo cuenta con alrededor de 1000 dispositivos compatibles y utiliza redes tipo malla (mesh) significando que cada dispositivo es capaz de recibir la señal de otros

dispositivos cercanos y replicar tanto su señal como la receptada de sus similares.

Tabla 4: Comparativa de protocolos de redes cableadas

	X10	KNX	LonWorks	UPB
Medios de transmisión	Red eléctrica	Red eléctrica, RadioFrecuencia y par trenzado	Par trenzado, fibra óptica, red eléctrica y cable coaxial	Red eléctrica
Licencia de uso requerida	Propietario. La compañía no otorga licencias	Gratuito para miembros de la asociación KNX	Requiere licencia y certificación para usar el logo LonWorks.	Si
Aplicaciones	Iluminación principalmente	Iluminación, ventilación, sistemas de energía, entre muchos otros	Industrias viviendas y automóviles	Iluminación
Arquitectura de Red	Distribuida	Distribuida	Distribuida	Distribuida
Velocidad de Transmisión	60bps	En par trenzado 9.6 kbos	32Kbps- 1.25Mbps	240 bps
Número máximo de dispositivos	256	58000	32000	250

ZigBee que Constituyen módulos adicionales para la conectividad sin cables para redes que trabajan sobre protocolos de tipo malla, basado en el protocolo 802.15 y desarrollado por la IEEE es significativamente parecido a Z-Wave con ventajas notables en ahorro energético.

Bluetooth, aún a pesar de sus consumos mínimos de electricidad y amplio espectro y además es tan popular que muchos dispositivos usuales de interacción los tienen embebidos por tanto no es necesario de accesorios extras. En el mercado existen soluciones completas en base de redes conectadas a través de esta tecnología.

WiFi del estándar definido por la IEEE 802.11, las redes locales de tecnología inalámbrica permiten que productos identificados por la misma se comuniquen por radiofrecuencia. Tecnología de uso extendido se encuentran presentes en smartphones, tabletas, laptops, desktops, entre otros, se debe principalmente al bajo costo de los chipsets los cuales continúan decrecientandose.

6LoWPAN, estándar que posibilita el uso de Ipv6 tiene como principales desarrolladores a un grupo integrante de la IETF y tiene como principal

objetivo proveer de un estándar de red robusto para la comunicación de dispositivos incluidos en el concepto de IOT [13].

RFID, que refiere a la Identificación por radio frecuencia hace uso de campo magnético a través del cual envía y recibe información alimentan una industria de millones de dólares, tienen múltiples usos pero comparativamente no tan sofisticados como las demás tecnologías aquí comparadas.

Fueron seleccionadas las redes WiFi como protocolo de comunicación principalmente por facilidad de acceso y diversificación del mercado ya que este proyecto tiene como principal objetivo ser accesible económicamente significando la utilización de ser posible dispositivos que se dispongan de antemano por ejemplo celulares con sincronización inalámbrica. Así mismo fueron descartadas otras tecnologías como Bluetooth por limitantes como distancia de recepción y menor popularidad, posible desaparición.

Finalmente, queremos mantener la solución abierta a sincronización en el futuro cercano con la llegada del Internet de las Cosas que logrará que el Internet se unifique y nuestras redes privadas como la realizada para este

proyecto sean visibles para la red de redes proporcionando de las funcionalidades implementadas un atributo extra como puede ser que con conexión a internet sea posible el manejo remoto sin añadir mayor complejidad.

Tabla 5: Comparativa de protocolos de radio frecuencia[14]

	Z-Wave	Zigbee	Bluetooth	WiFi	6LoWPAN	RFID
Licencia de uso requerida	Si. Los fabricantes deben asociarse a la Alianza Z-Wave	No. Estándar abierto	No	No	No	Sin necesidad de licencia dependiendo del rango
Aplicaciones	Iluminación, control de acceso, entre otros	Control industrial, control de acceso, control de HVAC, etc	Teclados, micrófonos, etc	Internet	Sensores Industriales	Trazabilidad
Arquitectura de Red	Centralizado o distribuido	Centralizado o Distribuido	P2P	Estrella	Mesh, Estrella	P2P
Velocidad de Transmisión	9.6 Kbps	20 Kbps y 250 kbps	24 Mbit/s teórica	11-100Mbps	250Kbps	400Kbps
Número máximo de dispositivos	232	2550	1 simultaneo	ilimitado		1 simultaneo
Red	LAN	LAN	PAN	LAN	LAN	PAN
Consumo Energético	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
Distancia	15 m	10 m	<30 m	50-100 m	800m	<3 m
Costo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Bajo

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

La tercera parte de este proyecto consistirá de un breve repaso de los sistemas existentes especializados en tecnología de asistencia como en domótica de confort, para posteriormente ampliarse con la elección de los subsistemas que formaran parte de este proyecto y su debida justificación. Sobre la base de lo expuesto anteriormente, se profundizará en el método de resolución del problema planteado en este estudio conjuntamente con las herramientas necesarias para llevar a cabo un despliegue exitoso haciendo una revisión de algunos conceptos indispensables desde una perspectiva técnica. Para un correcto análisis de los requerimientos fueron necesarias herramientas de recopilación que aterricen nuestras valoraciones de necesidades preliminares, las cuales serán expuestas

en la sección 3.2 donde también intentamos estandarizar en la medida de lo posible el planteamiento de implementación tal como distancias, medio de transmisión y dispositivos compatibles y finalmente converger en la comunicación entre el usuario y la tecnología a disposición.

3.1 Selección de sistemas domóticos

Existe una clasificación dentro de la domótica dedicada a las personas con capacidades disminuidas tiene por nombre domótica de asistencia, en países desarrollados la notoriedad de estos proyectos toma relevancia en el cuidado de la población en crecimiento de personas de la tercera edad y otros grupos vulnerables que residen solas o en instalaciones de protección tales como hospitales, asilos, centros comunitarios, entre otros.

Los principales servicios ofrecidos por empresas especializadas se dividen tres categorías de cuidado de salud, seguridad y confort. En la primera categoría residen los servicios de telemetría, asistencia médica remota, sensores de caída, botones de pánico automatizados, vigilancia de parientes remota, etc.; mientras que en la segunda categoría constan servicios de videovigilancia en sitio y remota, control de accesos, intrusión, reconocimiento biométrico y alarmas. Por último en la clasificación de

confort pueden encontrarse todos los demás sistemas usualmente compuestos por control de luces, encendido y apagado de dispositivos, control de audio, riego automático, control de persianas, etc.

Inicialmente fueron considerados subsistemas ideales de acuerdo a los términos sugeridos en el documento de las naciones Unidas citado en el capítulo 2, dada la naturaleza del proyecto y teniendo en cuenta los dispositivos preexistentes en el hogar notamos que aunque cierto número de encuestados contrataban servicio de internet, la mayoría tenía otras prioridades económicas basados en ese principio básico fueron descartados de los sistemas posibles todos aquellos que necesitasen de conexión a internet de banda ancha preponderantemente, como segundo parámetro de prescindencia se tomó en cuenta la dificultad de provisión de utilitarios para los sistemas señalados esto se debe a dos razones, la primera, que el primordial objetivo es mitigar los impedimentos más tangibles en esta primera versión del proyecto y segundo que se debe tener presente las limitantes económicas de los posibles usuarios. Muchos de los sistemas más sofisticados simplemente no podrían ser incluidos, especialmente en la etapa actual del proyecto. Sin embargo, se consideró importante posibilitar a la solución con la capacidad de escalar dando

cabida a las posibles expansiones, adecuaciones y complementos futuros los cuales vienen de la mano de direcciones Únicas para cada dispositivo integrado y su conexión a internet, el cual si bien ahora es una restricción en el futuro será imperativo.

3.2 Estudio de Requerimientos del Hogar Modelo

El hogar Ecuatoriano promedio consta de alrededor cuatro miembros según el censo realizado por la INEC en el año 2013 [15], aunque la tendencia de crecimiento hacia el uso tecnológico y contratos de servicios de Internet es de alrededor de diez puntos anualmente, los quintiles más pobres se consideran los mayormente relegados del avance tecnológico.

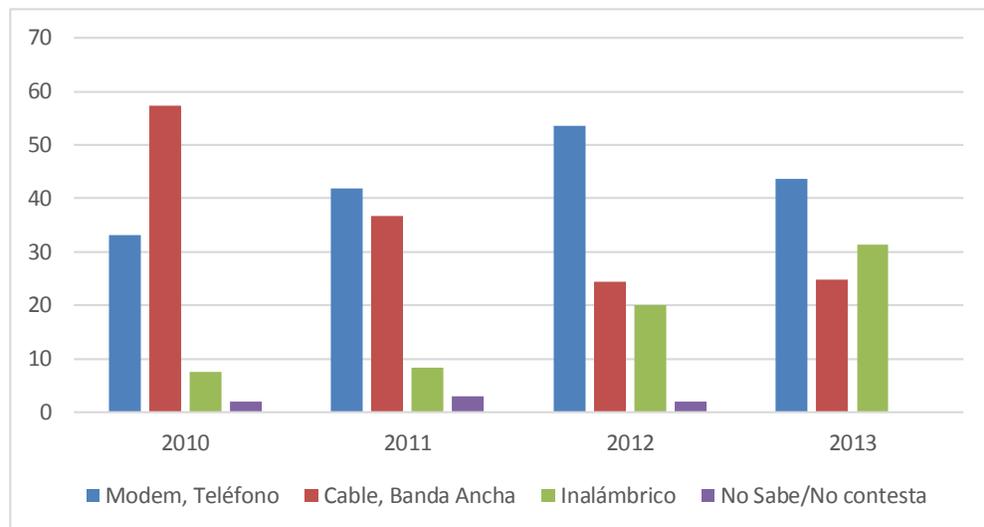


Figura 3.1: Hogares Ecuatorianos con acceso a Internet [5].

La INEC confirma que el veintiocho por ciento (28.30%) de Ecuatorianos tiene Internet en sus hogares de los cuales el tres por ciento (3,70%) de los mismos contrata servicio a través de MODEM, diez puntos menos de las medidas tomadas en el año 2012 [5]. Mientras que el 16,90% posee teléfono móvil inteligente, el ocho por ciento (8,5%) más.

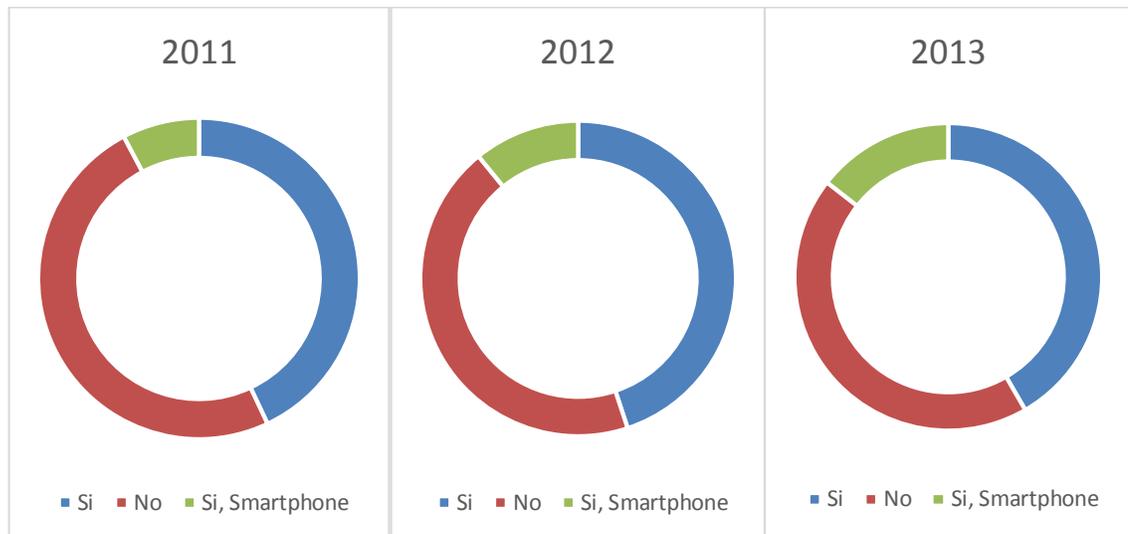


Figura 3.2: Estadísticas Personas que poseen celulares Ecuador [13].

Según la encuesta realizada el setenta por ciento (70,00%) de los encuestados poseían algún dispositivo con capacidad de conexión a red inalámbrica de tipo WiFi en el hogar. El planteamiento de la solución contará con dos fases principales que tendrán base en los subsistemas a

desarrollar, dentro de cada estación será explicado el funcionamiento de los componentes junto con el desarrollo enfatizando la elección tanto de hardware como de software y explicando las herramientas dispuestas, para finalmente converger en la realización de un modelo a escala que permita visualizar la puesta en marcha y tomar datos de muestra.

La **primera fase** consistirá en que Los subsistemas serán controlados usando una interfaz web disponible en la red local haciendo uso de un servidor web y direccionamiento privado (red local). Se trabajará la primera fase en dos partes, la primera resultante de la interacción directa con la web la cual permitirá el encendido y apagado de un bombillo con interacción manual con un interruptor de corriente de los comúnmente utilizados para este objetivo. La segunda parte corresponderá la integración del encendido y apagado de luces automático sin interacción necesaria del usuario a través de un foto-resistor, el cual servirá el desencadenante dependiendo de la iluminación natural exterior a su vez va a poder interactuar a través de un interruptor de luz común brindando opciones de operación al usuario y a su familia.

La **segunda fase** Comprenderá de un sistema (a escala) de ventilación

accionado a través de la interfaz antes mencionada y por último como punto se desarrollará el control de apertura y cierre de puertas sin considerar la complejidad asociada al cerrojo que forma parte de un estudio posterior y de mayor alcance y la **tercera fase** estará dedicada a la interacción del sistema con el usuario, haciendo uso de un servidor web básico que al recibir instrucciones del usuario pueda traducirlas en las acciones requeridas.

3.3 Descripción de los componentes

La **Placa Microcontroladora** como su nombre lo indica consiste en un hardware de gestión entre dispositivos con el procesador y la memoria incorporada, impresa en un circuito de una placa. Arduino es una marca que define una era de componentes de hardware y software basados en microcontroladores y filosofía de fuente abierta. Desarrollado en Italia en el año 2005 la empresa Arduino se caracteriza por proveer de soluciones de hardware de control que contienen entradas y salidas digitales y análogas además de módulos compatibles para sus varias versiones de placas todos con esquemáticos de acceso público y una comunidad extensa que alimenta de proyectos, tutoriales y consultas para los menos experimentados [16].

Arduino nace con la idea de SmartProjects de suplementar a principiantes, estudiantes, y demás de dispositivos físicos que soporte la interacción con actuadores y sensores. Para la programación del hardware Arduino se utiliza un IDE que soporta lenguaje C/ C++, está especialmente diseñada para quienes no tienen mayor experiencia previa en programación, amigable al usuario tienen embebido un editor de código que permite características como indentar, resaltar, codificar con color. La placa se conecta por puerto USB tipo A a tipo B para poder grabar en el hardware con amplio reconocimiento en la industria y entre los muchos entusiastas de los proyectos personalizados, Arduino ha dado luz a un gran número de proyectos. La placa Arduino está compuesta por un microcontrolador Atmega328 con catorce pines de entrada/salida, integrada con una conexión USB, puerto de poder, botón de reinicio, el microcontrolador ATmega resulta en un consumo operacional bajo de 5V promedio y procesamiento de 8-bits.

El *Servidor* es un dispositivo con capacidad de atender las peticiones de varios clientes y enviarles información acorde, puede ser instalado o incluso virtualizado en computadoras de escritorio sin embargo para fines

más confiables es recomendado el uso de dispositivos de alta capacidad de procesamiento y mayor durabilidad puesto que deben estar siempre encendidos y necesitan de condiciones físicas reguladas para lograr disponibilidad ininterrumpida.

Se utilizará un módulo disponible de la plataforma electrónica de fuente abierta de la misma marca de la placa controladora, Arduino; el módulo Ethernet tiene la capacidad de convertirse en un servidor Web es decir procesar requerimientos HTTP y responder en un navegador utilizando lenguaje HTML, el módulo consta de un slot para tarjeta microSD para ampliar la capacidad de almacenamiento del servidor. Asimismo, el módulo tiene un puerto Ethernet adicional a las librerías necesarias para conectar una placa Arduino e a una red y soporta hasta cuatro conexiones simultáneas servidor-cliente. [17]

Un componente primordial de una red es el **Enrutador** que hace trabajo de clasificador de paquetes de datos en redes de computadoras para comunicar redes distintas entre sí basándose en información guardada en registros llamados tablas de rutas. El enrutador que utilizaremos tiene características en general estándares permitiendo poder reemplazarlo de

ser necesario, tendrá la función de interconectar el servidor con algún cliente vía inalámbrica o de otro modo con otro microcontrolador. [18]

El **sensor de luz** permitirá en encendido automático de las luces exteriores modeladas en la maqueta. El funcionamiento de estos dispositivos consiste en que a través de una reacción química permite que la luz incida en el valor de la resistencia eléctrica la cual esta medida en ohmios. Siendo la relación ante mayor presencia de luz menor valor de resistencia y viceversa, son usualmente usadas en alumbrado público o en detectores de intrusión.[19]

Para el **Mecanismo de la puerta** es uno de los sistemas de mayor relevancia de este proyecto ya que los encuestados señalaron con mayor grado de dificultad siendo que al maniobrar el dispositivo de movilidad, usualmente silla de ruedas no tienen la facilidad de mantener la puerta abierta mientras cruzan. La solución propuesta en la modelación difiere en forma de la real, debido a que no hay dispositivos de la misma escala que cumplan el desempeño exacto en parámetros de tamaño y disponibilidad, para ilustrar se utilizará un motores paso a paso que cumpla con la demostración del mecanismo que se encargue de halar y empujar la

puerta.

Los **Servomotores** son motores paso a paso controlados por PWM tienen la característica especial de poder ubicarse en fases determinadas y mantenerse en dichas fases por tiempos configurables. Ejemplo:

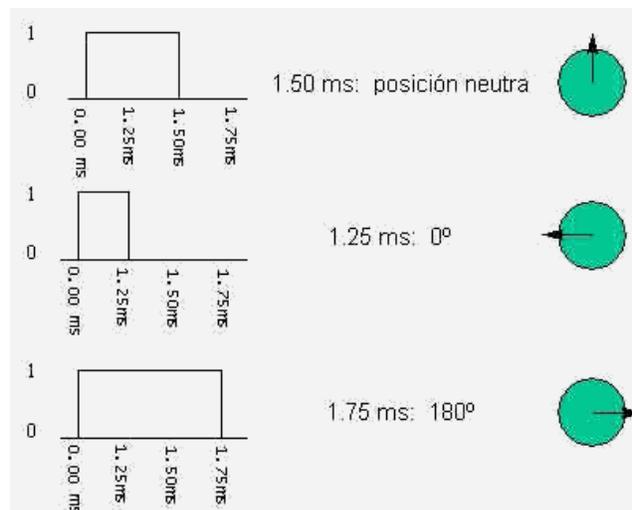


Figura 3.3: Funcionamiento Servomotores [20]

La **Cerradura electromagnética** Llamadas en inglés Electric Strikes permiten el control de acceso en puertas operando usualmente a distancia son desbloqueadas/abiertas mientras una corriente las recorre por un tiempo pre-configurado.

Los **interruptores de luz** tienen el propósito de condicionar el paso de

corriente de acuerdo a la posición del mismo abriendo o cerrando el circuito y por tanto encienden o apagan bombillas y otros artefactos mientras que, los **relés** son utilizados para dividir la corriente activa y otros circuitos, estos pueden ser controlados por circuitos inteligentes para cambiar de estado. El sistema contempla la alimentación externa necesaria para cada circuito.

3.3 Desarrollo del software de modelación

El desarrollo de software requiere de una ingeniería de proceso que comienza con el análisis, se afianza en el diseño y se codifica acorde para las fases posteriores de pruebas e instalación; fueron consideradas las encuestas como herramienta de recolección de datos principal para la elección de los sistemas prioritarios a desarrollar, es de especial importancia crear el software teniendo claro las necesidades del usuario cliente.

El software destinado a usarse como interfaz de interacción entre el usuario y el sistema controlado por la placa Arduino UNO estará desarrollado en el lenguaje HTML, el mismo que es definido como el estándar para la elaboración de código traducido en páginas web, se compone por etiquetas englobadas en símbolos "<" para abrir una etiqueta

y “</>” para cerrarla es usada comúnmente para la elaboración de estructuras base para luego sobreponer otras herramientas de diseño y estilo, como CSS. El código permitió un despliegue sencillo que sea intuitivo para el usuario, logrando fácilmente la adaptación y comodidad.

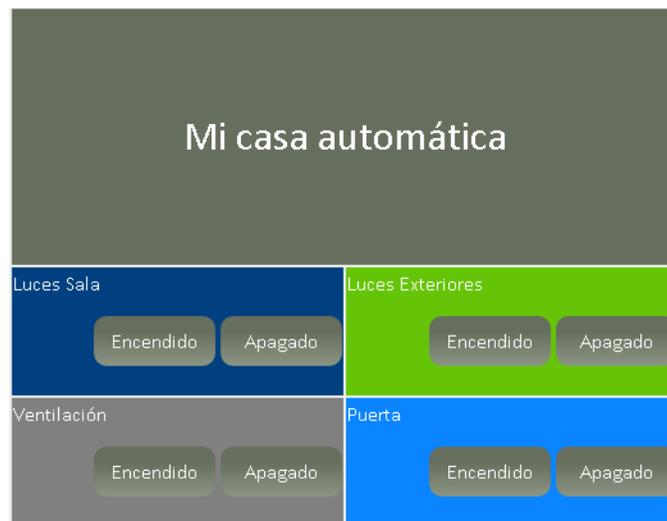


Figura 3.4: Interfaz de usuario versión 1.5

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE COSTOS

La viabilidad económica fue un pilar importante en el planteamiento del problema permitiendo favorecer en mayor medida a las personas de estrato social medio y bajo, es por esto que el capítulo cuatro tomará en cuenta los requerimientos económicos para la orquestación de la solución ofrecida, constará también de comparativas económicas referenciales de soluciones opcionales en la línea planteada tanto de instalación y equipamiento como también mano de obra inicial y mantenimiento a largo plazo, entre otras proyecciones. El análisis económico abarcará de entre la amplia gama de productos en el mercado, las más populares y valoradas en base a la investigación.

4.1 Cálculo del presupuesto

Para la elaboración del presupuesto base, partiremos de la conformación del número de integrantes en la familia típica ecuatoriana está formada aproximadamente de cuatro integrantes, asumiendo que en cada casa se ubica una familia y a la vez que cada vivienda cuenta con: Un dormitorio principal con baño, dos dormitorios individuales, baño compartido, sala, comedor, cocina y entrada principal; provista cada área mencionada de un bombillo de iluminación sumarían un total de nueve bombillos y nueve interruptores respectivamente, tres puertas automáticas con sus brazos para el soporte de halar y empujar, un sensor de luz para la bombilla exterior de la entrada, por último, tres ventiladores, todo eso correspondiente a la instalación mínima base.

4.1.1 Dispositivos de control (Base)

La solución prototipo consta de ocho relés que interactúan con las salidas permitiendo el mismo número de mecanismos que funcionen en modo “Encendido/apagado”, clarificando que en cada casa las soluciones pueden ser variables y queriendo flexibilizar la solución de manera tal que sea el usuario quien decida a su conveniencia la cantidad de controles según su propia necesidad, experiencia, cantidad de miembros de familia, extensión del espacio, ahorro

económico, etcétera; fue muy presentemente considerada la escalabilidad del sistema, llegando a la conclusión de una sola placa de relés de ocho salidas como sistema base, y opcionalmente la extensión de la cobertura con placas adicionales inalámbricas conectadas en red con el servidor web ubicado como dispositivo central lógico.

El cableado eléctrico tiene un tiempo de vida de alrededor de 25 años mínimo, es por esto que una vez invertido en la acomodación del cableado inicial, los gastos de mantenimiento se ubican en el mínimo durante décadas. Mientras que el tiempo de vida de las placas Arduino y los relés se ubica de entre seis a diez años.

4.1.2 Dispositivos de control Adicional (Por Zona)

Las extensiones se lograrán con el uso de kits de adhesión que constan con una placa Arduino Uno junto con un módulo inalámbrico Arduino las cuales serán reconocidas por el código alojado en el servidor web para luego mostrar las zonas adicionales encontradas automáticamente. En las tablas 6 y 7. Se detallarán los costes de un sistema base primero y después de un despliegue extendido a 16

salidas pudiendo ser extendidas en múltiplos de ocho cada vez. Es viable la elaboración de una placa de relés con cantidades adecuadas a los requerimientos por área.

Tabla 6: Presupuesto base

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Precio
Módulo Arduino Ethernet	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Arduino Uno R3	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Módulo de relé 5V Arduino	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Foto resistor	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Cerradura Electromagnética	3	\$ 150,00	\$ 450,00
Brazo metálico	3	\$ 180,00	\$ 540,00
Router Inalámbrico	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Puntos de Iluminación	4	\$ 0,00	\$ 0,00
Puntos de Ventilación	1	\$ 0,00	\$ 0,00
Costos de Instalación eléctrica aproximada(incluye materiales y mano de obra para casas ya construidas)	1	\$ 50,00	\$ 400,00
Costo de configuración	1	\$ 500,00	\$ 300,00
Costo de Mantenimiento (5 años)*	1	\$ 100,00	\$ 100,00
Total			\$ 1.910,00

Tabla 7: Presupuesto por control zonal adicional

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Precio
Arduino WiFi módulo	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Arduino Uno R3	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Módulo de relé 5V Arduino	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Puntos de Iluminación (adicionales)	5	\$ 0,00	\$ 0,00
Puntos de Ventilación (adicionales)	3	\$ 0,00	\$ 0,00
Costos de Instalación eléctrica aproximada(incluye materiales y mano de obra)	1	\$ 50,00	\$ 400,00
Costo de configuración	1	\$ 500,00	\$ 300,00
Total			\$ 780,00

Los costos de instalación tomarán en cuenta la contratación de un especialista en electricidad y un ingeniero que ayude en la planificación de la restructuración eléctrica, al igual que los materiales necesarios para el funcionamiento óptimo y una aproximación en costos de mano de obra y modificaciones.

4.2 Soluciones del mercado

En el mercado existen innumerables soluciones para centralizar el control de dispositivos conectados a través de redes inalámbricas en su mayoría propietarias que operan a velocidades aceptables y con facilidad instalación inmensurable sin embargo, puesto que utilizan redes inalámbricas para conectarse necesitan que cada bombilla, sensor, cámara, etc. sea inteligente y pueda ser operado a través de un mando a distancia es decir que pueda procesar la indicación enviada y llevar a cabo una acción en consecuencia. Existen varios tipos de domótica de consumo en el mercado actual listadas por nivel de complejidad de menor a mayor son los Starter Kits, los proyectos DIY y por último las soluciones avanzadas basadas en servicios profesionales de alta calidad.



Figura 4.8: Bombillas inalámbricas Wemo, Start.

Los starter kits o kits para principiantes son soluciones individuales y fáciles de instalar, funcionan con autonomía propia y buscan brindar beneficios sobre redes ya estructuradas minimizando los costos de instalación y proveyendo de soluciones cómodas para quienes quieren solucionar necesidades específicas no homogéneas a través de todo el domicilio como prender cierta luz o abrir cierta puerta. Usualmente formadas de un receptor y un transmisor que al percibir cierta señal logra un cambio en consecuencia embebido dentro del dispositivo actuador. En la figura 4.8 se muestra una toma de corriente que al conectarse a una toma normal puede ser administrada remotamente desde el celular, una solución tipo principiante de una empresa con gran popularidad estadounidense, Belkin.[21]

DIY en español Hazlo tú mismo tratan de soluciones programables modulares personalizadas con el ingenio del creador haciendo uso de las herramientas que tenga disponibles que actualmente son vastas, cuentan con comunidades de apoyo en crecimiento y gran material de soporte. A pesar de ser en menor medida visualmente estéticas pueden llevar a cabo funcionalidades muy variadas entre sí acomodándose a los gustos más peculiares no solo respecto a soluciones domóticas, sino robótica, inmotica, etc.

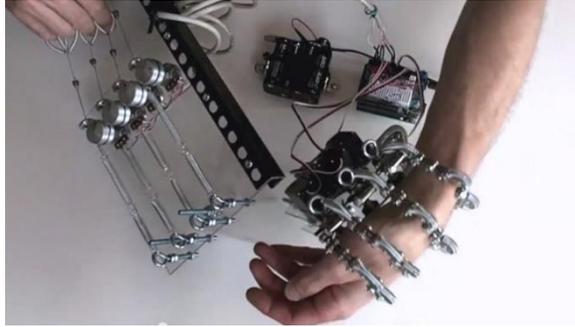


Figura 4.9: Control para mano robótica[22].

El último tipo de solución trata de empresas especializadas en este documento solo se tratará servicios en estados Unidos con costo de instalación y una tasa económica mensual en el que cubre ampliación, modificación y en algunos casos monitoreo de los sistemas de vigilancia especialmente. Existen otras empresas de servicios dedicados que no mencionaremos por no tratarse solo de domótica sino también de telemedicina, telemetría, etc.

Si bien el proyecto es una combina la facilidad del tipo DIY junto con el estudio previo y la especialización dedicada de servicios profesionales de alta gama con las facilidades económicas del primero pero la confiabilidad de la asistencia profesional como labor comunitaria. Los costos de las

opciones similares del mercado, dependen del grado de dificultad, las opciones pueden ser starter kits. Los **Starter kits** el valor económico individual de cada elemento final aun no siendo demasiado costosos en principio, el costo a largo plazo de mantenimiento por mal funcionamiento o avería consiste en la inversión de la misma cantidad de dinero en la adquisición de un dispositivo de iguales características y del mismo fabricante por cuestiones de compatibilidad limitada; por otro lado, la suma de todas las pequeñas células independientes de autonomía complican la labor centralizada y aumentan el coste proporcionalmente inverso a la satisfacción y comodidad que es el fin último.

Tabla 8: Presupuesto Wemo

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo Unitario</i>	<i>Precio</i>
<i>Kit dos luces más transmisor</i>	4	\$ 100,00	\$ 400,00
<i>Wemo switch para ventilación</i>	1	\$ 60,00	\$ 60,00
<i>Puerta(solo sensor de intrusión)</i>	1	\$ 70,00	\$ 70,00
<i>Costos de Instalación</i>	1	\$ 400,00	\$ 400,00
<i>Costos de Mantenimiento (5 años)*</i>	1	\$ 500,00	\$ 500,00
<i>Total</i>			\$ 1430.00

La tabla 8 considera un cálculo promedio de diez bombillos reemplazados en cinco años un switch y dos sensores de intrusión en puertas reemplazada en cinco años. Incluso con starter kits debido a que muchos de ellos necesitan conexión neutra, las cuales usualmente son inexistentes en desencadenantes en Ecuador es probablemente recomendada una reconexión del cableado. Para una comparativa justa se tomarán en cuenta el mismo número de dispositivos a controlar en el sistema base y sistemas similares.

La propuesta de Belkin es incomparable con la propuesta en este proyecto porque no provee de soluciones especializadas para la puerta apertura y empuje ni de luces de encendido automático según necesidad de iluminación, disminuyendo la cobertura comparable a solo la mitad del proyecto inicial.

Las ***soluciones Avanzadas basadas en servicios profesionales*** de alta grado de ingeniería. Alrededor del mundo existen compañías de servicios orientadas a brindar soluciones de domótica usualmente bajo modalidades financiadas y una cuota inicial mayor, en este caso utilizaremos de ejemplo compañías de renombre en Estados Unidos donde la oferta es más

extensa y cuenta con mayor cantidad de años de experiencia.

Tabla 9: Comparación presupuestos por marca[23] [24]

	ADTPulse	Control4	Creston	FrontPoint	Vivint
Costos de Instalación	\$ 199,00 - \$3000,00	\$ 4000,00 - \$ 7000,00	\$ 2400,00	varía	\$499,00 - \$5000,00
Costo Mensual	\$ 49,99	\$ 49,99	\$ 49,90	\$ 49,99	\$ 68,99
Acceso Móvil	Si	Si	Si	Si	Si
Soporte de MAC	Si	Si	Si	No	No
Pantalla Táctil	Si	Si	Si	Si	Si
Iluminación	Si	Si	Si	Si	Si
HVAC	Si	Si	Si	Si	Si
Características de seguridad	Si	Si	Si	Si	Si
Desventajas	El acceso depende directamente de la conexión a Internet, si esta se cae todo acceso también	Tiempos largos de instalación costoso	El precio 49.90 es de un hub de un cuarto con luces, termostato, y control móvil. Casas más grandes requerirán de más hubs	No incluye los precios de los equipos	Se requiere de inspección previa de un profesional para determinar el valor de instalación

Todos los servicios ofrecidos por empresas de servicios especializados trabajan sobre líneas de cableado y no sobre redes inalámbricas, es bien conocido que las redes inalámbricas aunque resultan en menores costos de instalación son menos fiables y causan más caídas en promedio. Es así que las conexiones cableadas aunque son mucho más costosas en el pago inicial, brindan tiempos de respuesta mayores y el tiempo de funcionamiento es muchísimo mayor.

Para alta densidad de puntos de conexión CostOwl estima que el valor económico puede escalar de 3000 a 15000 dólares dependiendo de la cantidad de puntos de conexión.[25]

Además de los costos de ingeniería involucrados en la conexión de varios sistemas concurrentes como CCTV, sonido, video y entretenimiento rondarían los 5000 dólares y la instalación especializada de un ingeniero con experiencia.

4.3 Costos indirectos

La economía de las personas con discapacidad se encuentra condicionada directamente por los gastos agregados que su condición exige, estos gastos usualmente incluyen:

Los *Servicios de asistencia* Si bien no toda la comunidad de personas con discapacidad cuentan con la solvencia necesaria para la contratación de personas de apoyo pagado tácitamente, el costo económico de que algún familiar tenga que sacrificar la posibilidad del trabajo para atenderlos genera un déficit de ingresos en la familia. Consideraremos entonces que el costo de la asistencia en el hogar puede acarrear alrededor de \$ 350,00 en pagos por servicios mensuales.

La *Reinversión en los componentes*, Los componentes cuentan con una vida útil de alrededor de 5 años, tenemos que tener en mente que la utilización de los componentes Arduino ya que son por definición placas prototipo pueden ser personalizadas basándose en sus esquemáticos y reducidas a conveniencia para obtener mayor tiempo de vida y mejor utilización de recursos.

Las *Actualizaciones de Software* esperamos sean financiadas por agencias estatales con miras al beneficio de las minorías, logrando mantener el presupuesto al mínimo en hogares de clase socioeconómica baja hacia donde este proyecto espera ser direccionado.

CAPÍTULO 5

PRUEBAS Y SIMULACIONES

El capítulo final se concentrará en el despliegue de la solución a escala propuesta se mantendrá para fines ilustrativos simple para ilustrar el funcionamiento en un escenario real en una etapa posterior.

5.1 Despliegue a Escala

Para el despliegue a escala consideré necesario de la utilización de mecanismos replicables en la vida real. La alimentación representada en la maqueta esta provisionada de energía externa imitando a la de la corriente externa por una batería de 12V independientes de los dispositivos

de control, dicha batería será la fuente para todos los sistemas concurrentes como lo es la iluminación, la ventilación y el motor de la puerta de la misma manera que lo haría la corriente común en Ecuador de 110V.

El switch de la figura E.1 así como el switch de la figura E.2, ambos funcionan en paralelo con el sistema automático a través de los relés, previendo el uso por otros miembros de la familia habilitando del uso de los dispositivos mediante la interfaz o por la vía acostumbrada pulsando el switch de pared, o en caso de imprevisto teniendo respaldo de uso.

El mecanismo de la puerta está pensado como solución provista específicamente a la apertura de la puerta más no de principal a la apertura de la chapa ya que nuestros sujetos cuentan con sillas de ruedas para movilidad es en mayor medida complicado el arrastre de la puerta, para lograrlo en la maqueta se usó un servomotor que a gran escala estaría dispuesto por un brazo hidráulico que obtendría el mismo resultado a través de un impulso eléctrico. Así también, las puertas hidráulicas igual que el servomotor son capaces de soportar su apertura y cerradura manual sin problemas adicionales.

Todos los dispositivos están conectados a través de la placa de relés que activa o desactiva el impulso de acuerdo a la data provista por la placa controladora conectada también a los relés como muestra la figura B.1

La placa interactúa con el usuario a través de una página web alojada en el servidor modulo Ethernet Arduino conectada a la placa microcontroladora que permite asignarle dentro de una red la dirección del servidor y que redirige al usuario conectado a la red inalámbrica publicada por el enrutador y señalada en dirección al servidor web. Es así que el usuario que se conecte a la red privada podrá acceder inalámbricamente al servidor desde cualquier dispositivo con capacidades WiFi.

Desde la interfaz web, el usuario podrá al dar clic en el botón que indique el sistema con que desee interactuar enviar un código que permita al microcontrolador Arduino interpretar y enviar una señal en consecuencia que active o desactive el sistema.

La placa controladora extrae, cuando el botón que activa algún sistema se presiona en la interfaz, información del proceso a realizar pudiendo ser el encendido de un bombillo, en la versión uno ilustrada en la figura E.1 se

muestra el diseño base de la misma.

5.2 Interpretación de los resultados

Las etapa de pruebas consistió en el uso de la interfaz por alrededor de diez personas quienes fácilmente pudieron intuir del funcionamiento de la misma en breves momentos, de los cuales cuatro se auto describían como usuarios muy inexpertos en el uso de tecnologías celulares, tabletas o computadoras, logrando niveles considerablemente altos de autonomía e interacción sin necesidad de preámbulos demasiado elaborados.

El periodo de pruebas fue configurado a ocho días casi continuos, con alrededor de diez horas de interacción total con la solución, mayoritariamente funcional fue necesario corregir la alimentación del servomotor dado que ya que al principio se encontraba conectado a la placa Arduino en ocasiones podía evidenciarse comportamiento incoherente; Del periodo total de pruebas establecido, fue necesario el cambio de baterías cada día promedio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Tal como se deduce en este trabajo es posible el desarrollo de un proyecto de carácter social utilizando tecnología de bajo coste para el bienestar de los sectores minoritarios, en esta práctica se realizó una solución domótica para personas con capacidades motrices limitadas de grado de dificultad moderado, la solución puede ser aplicada a una población de 90.000 personas censadas en la provincia del Guayas utilizando herramientas costo asequibles que cubran los requerimientos primordiales dentro de los hogares.

2. Pese a que el coste inicial puede ser alto para una familia de clase baja o media, es importante recalcar la visión de la colaboración de organizaciones que velen por el bienestar del sector y puedan beneficiar a largo plazo basándonos en los costos calculados.

3. Al cabo de la realización de este proyecto comprobamos que este tipo de soluciones domóticas pueden ser de gran ayuda para las personas con discapacidad motriz de grado medio mitigando las carencias de sus hogares, facilitando su autonomía e incrementando su calidad de vida.

Recomendaciones

1. Se ha previsto el soporte de Internet de las cosas utilizando IPv6 en el desarrollo del proyecto, dado que es posible asignar una dirección IPv6 y redirigirla a través del microcontrolador y módulo respectivamente, se asume la durabilidad de la solución a largo plazo.

2. Se recomienda que la solución sea implementada en la fase de construcción puesto que el costo durante dicha fase resulta ser un 40% inferior a una implementación post-construcción.

3. A pesar del objetivo imperativo de la estandarización en el diseño serán necesarios análisis de despliegue dedicados para cada hogar en particular. Se consideran posteriores ampliaciones o estandarizaciones del producto.

BI<BLIOGRAFÍA

- [1] A. G. de las N. Unidas, “Convención internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad,” 2006. [Online]. Available: http://www.un.org/spanish/disabilities/convention/press_release.html. [Accessed: 11-Feb-2015].
- [2] W. H. Organization, “World Report on Disability,” 2011.
- [3] A. Nacional, “en Discapacidades,” 2013.
- [4] oms, “OMS | Dispositivos y tecnologías de apoyo a las personas con discapacidad.” [Online]. Available: <http://www.who.int/disabilities/technology/es/>. [Accessed: 23-Jan-2015].
- [5] ecuadorencifras, “Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC’S) 2013,” 2013. [Online]. Available: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf. [Accessed: 11-Apr-2015].
- [6] A. G. de las N. Unidas, “Declaración Universal de los Derechos Humanos,” 1948. [Online]. Available:

<http://www.uasb.edu.ec/padh/revista19/documentos/declaraci%C3%B3nuniversaldelosderechoshumanos.pdf>. [Accessed: 11-Feb-2015].

- [7] A. N. del Ecuador, *Ley Orgánica de discapacidades*. Ecuador, 2012, p. 28.
- [8] Secretaría Técnica de las Discapacidades, “Portal Web Secretaría Técnica de Discapacidades: SETEDIS,” 2007.
- [9] R. Correa, “decreto 1014,” 2007. [Online]. Available: <http://www.administracionpublica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/06/DecretoEjecutivo1014.pdf>. [Accessed: 10-May-2015].
- [10] O. P. de la Salud, “Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la discapacidad y de la Salud,” p. 258, 2001.
- [11] Wikipedia.org, “KNX - Wikipedia, la enciclopedia libre,” 2015. [Online]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/KNX>. [Accessed: 11-Apr-2015].
- [12] LonMark International, *LonWorks Technology Achieves ISO/IEC Standardization*. 2008.
- [13] M. Sullivan, “Nest, Samsung, ARM and others launch ‘Thread’ home automation network protocol,” <http://venturebeat.com>.

- [14] M. Cabrera, "Desafios para la industria de semiconductores | Datacenter Dynamics," 2014. [Online]. Available: <http://www.datacenterdynamics.es/focus/archive/2014/03/desaf%C3%ADos-para-la-industria-de-semiconductores>. [Accessed: 11-Apr-2015].
- [15] "Inec: Tamaño promedio del hogar ecuatoriano es de 3.9 personas : Pais : La Hora Noticias de Ecuador, sus provincias y el mundo." [Online]. Available: http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101501635#.VNw1Y_nlsRo. [Accessed: 12-Feb-2015].
- [16] Arduino, "Arduino - ArduinoBoardUno," 2015. [Online]. Available: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. [Accessed: 11-Apr-2015].
- [17] Arduino, "Arduino - ArduinoEthernetShield," 2015. [Online]. Available: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>. [Accessed: 11-Apr-2015].
- [18] The Computer Language Company Inc., "Definition of:router," PCmag, 2015.
- [19] Centro de estudios en medio Ambiente y Energías Renovables, "Qué Son las Fococeldas - Cemaer | Cemaer," 2014. [Online]. Available: <http://www.cemaer.org/que-son-las-fococeldas/>. [Accessed: 28-Apr-2015].

- [20] Y. Ramirez, M. Lema, and M. Idrovo, "Servomotores (página 2) - Monografias.com," 2010. [Online]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores2.shtml>. [Accessed: 23-Apr-2015].
- [21] Belkin International, "WeMo Home Automation," 2015. [Online]. Available: <http://www.belkin.com/us/Products/home-automation/c/wemo-home-automation;jsessionid=C4DBB5483054FB50DB8E59770C612A29/>. [Accessed: 13-Apr-2015].
- [22] A. Thomen, "DIY \$200 Robotic Hand | Surfing Reality," 2013. [Online]. Available: <http://www.surfingreality.com/content/diy-200-robotic-hand>. [Accessed: 13-Apr-2015].
- [23] R. Rauch, "Home Automation Comparison Table | ASecureLife.com," 2015. [Online]. Available: <http://www.asecurelife.com/home-automation-comparison/>. [Accessed: 13-Apr-2015].
- [24] TotalAV Control, "Total AV Control | Case Studies," 2014. [Online]. Available: <http://www.totalavcontrol.co.uk/case-studies/>. [Accessed: 01-May-2015].

[25] Brian Eckert, "How Much Does a Home Automation System Cost? Free Home Automation System Prices and Estimates," 2014. [Online]. Available: <http://www.costowl.com/home-improvement/media-home-automation-system-cost.html>. [Accessed: 13-Apr-2015].

ANEXOS

ANEXO A: Características de Hardware

Especificaciones:

Microcontrolador	ATmega328
Voltaje Operacional	5V
Voltaje de Entrada Recomendado	7-12V
Pines Digitales I/O	14 (6 con outputs PWM)
Entradas Análogas	6
Memoria Flash	32KB, 0.5 KB de uso para el bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB

Placa Arduino Server

Especificaciones

Voltaje operativo de 5V suministrado por la placa Arduino

Controlador Ethernet W5100 con buffer interno de 16K

Velocidad de conexión 10/100Mb

Conexión con Arduino mediante puerto SPI

Leds de Información sobre el módulo

PWR: Indica que la placa y el modulo están siendo alimentadas.

LINK: Indica la presencia de la red, parpadea en caso de estar transmitiendo o receptando paquetes.

FULLD: Indica que la conexión de red es full dúplex

100M: Indica la presencia de una conexión de red de 100Mb/s

RX: Parpadea cuando el módulo recibe datos

TX: Parpadea cuando el módulo transmite datos

COLL: Parpadea cuando conexiones en la red son detectados.

Router Tp-Link 702N

Un router versátil con capacidad suficiente para el modelamiento de la solución, permite transmisión de datos a 150Mbps, fácilmente portátil y botón de reinicio incorporado.

Especificaciones

Dimensiones	57mm x 57 mm x 18mm
Tipo de antena	Incorporada
Interface	Puerto WAN/LAN de 10/100 Mbps 1 MicroPuerto USB 1 Botón de Reseteo

Características Inalámbricas

Frecuencia	2.4-2.4835GHz
Velocidad de Señal	11n: Hasta 150 Mbps (dinámico) 11g: Hasta 54 Mbps (dinámico) 11n: Hasta 11 Mbps (dinámico)
Sensibilidad de recepción	135M: -70dBm @10%PER 65M: -73dBm @10%PER 54M: -76dBm@10%PER

Anexo B: Diagrama lógico de conexiones

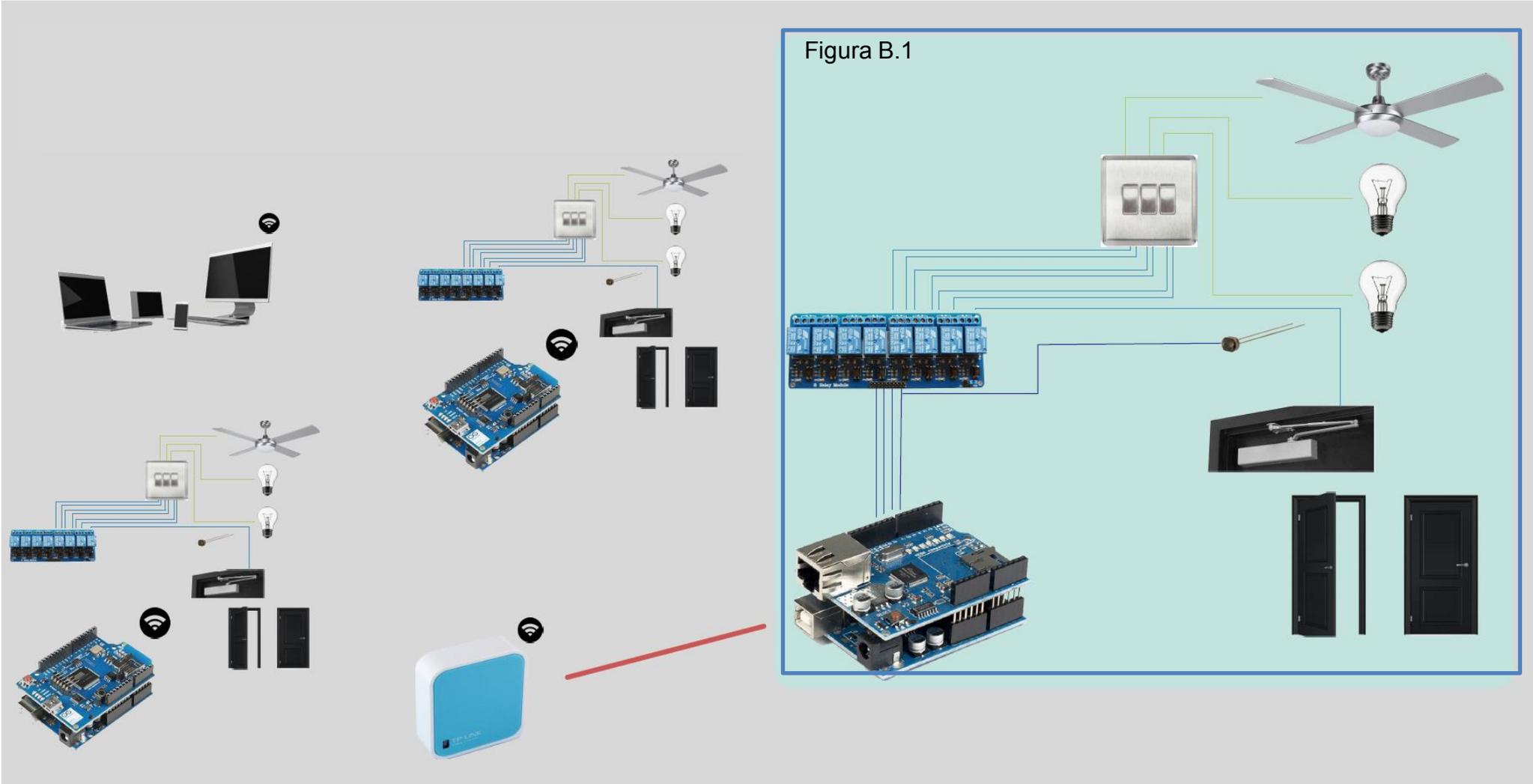
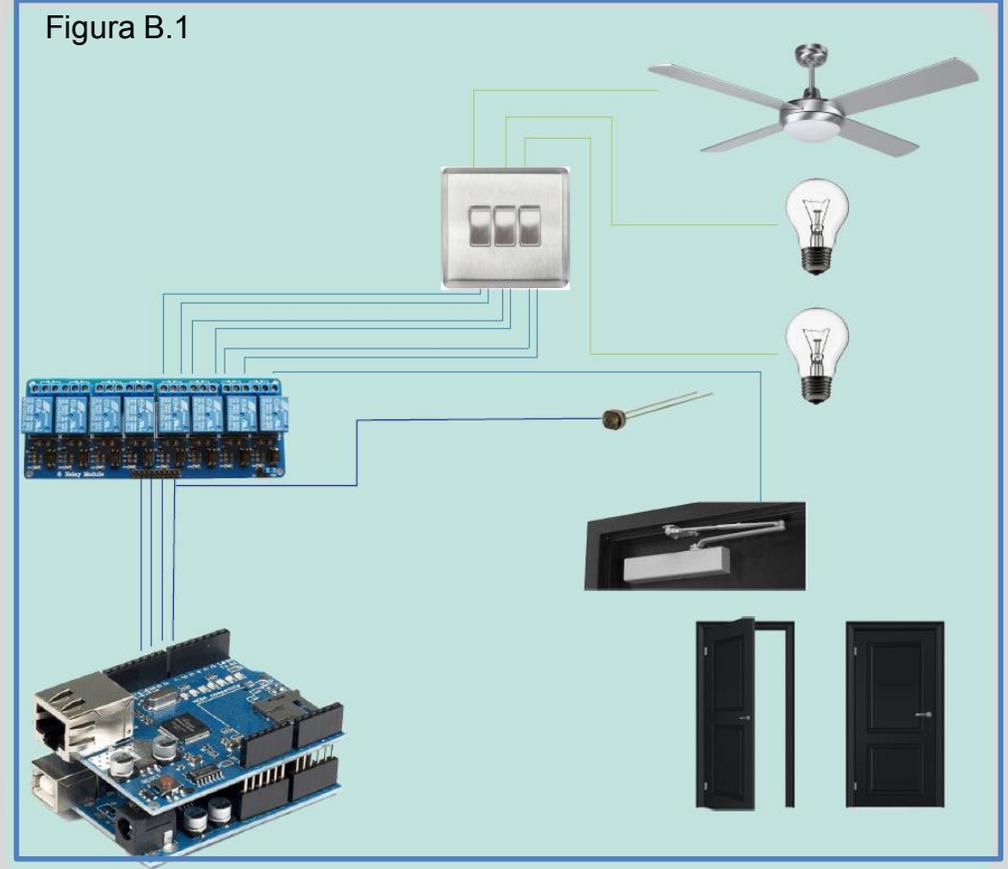
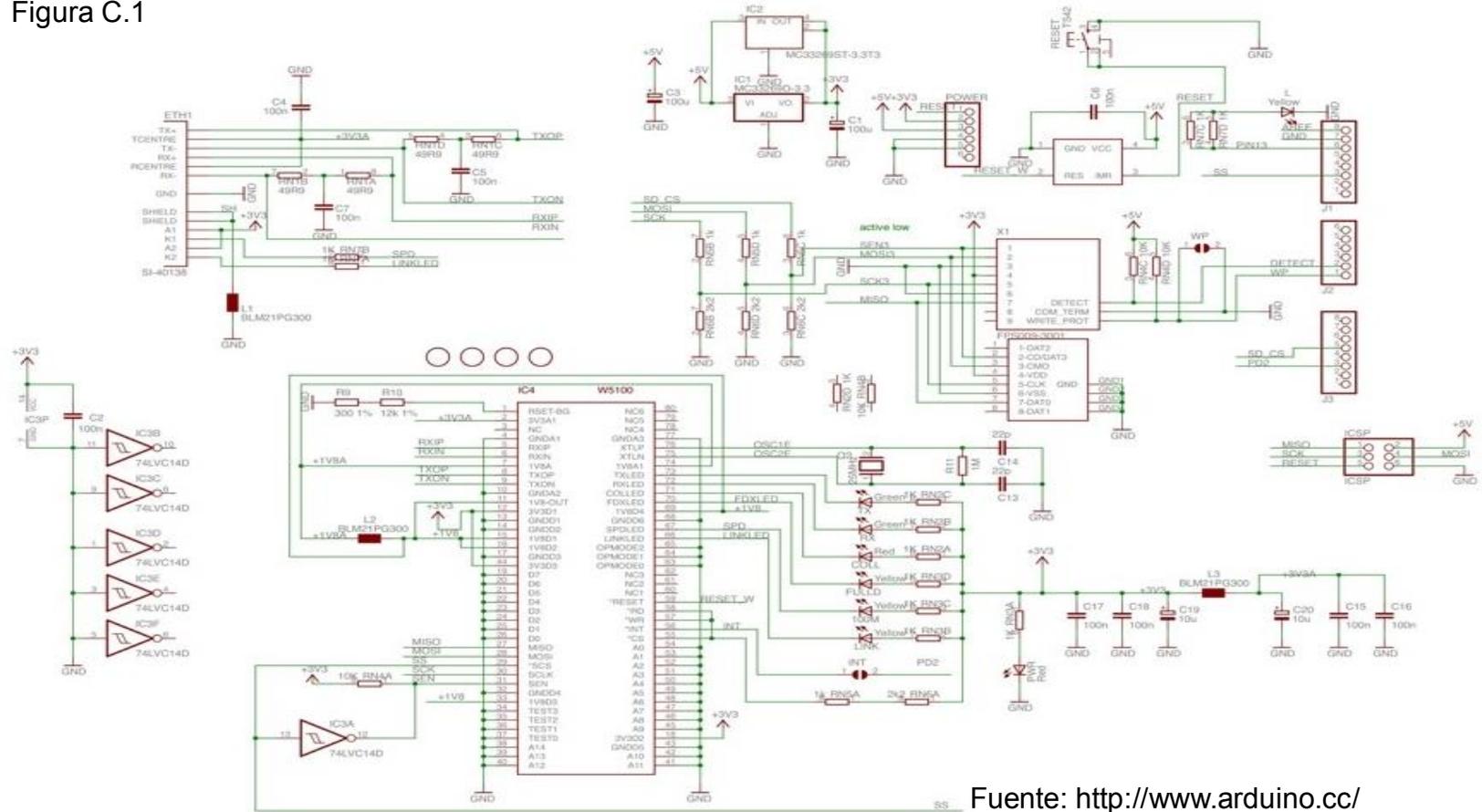


Figura B.1



Anexo C: Esquemáticos Módulo Ethernet Arduino V5

Figura C.1



Anexo E: Fotos del modelo a Escala

Figura E.1: Fotorresistor, Switch y foco, iluminación externa



Figura E.2: Iluminación interna Switch y foco.



Figura E.3: Imagen de la maqueta

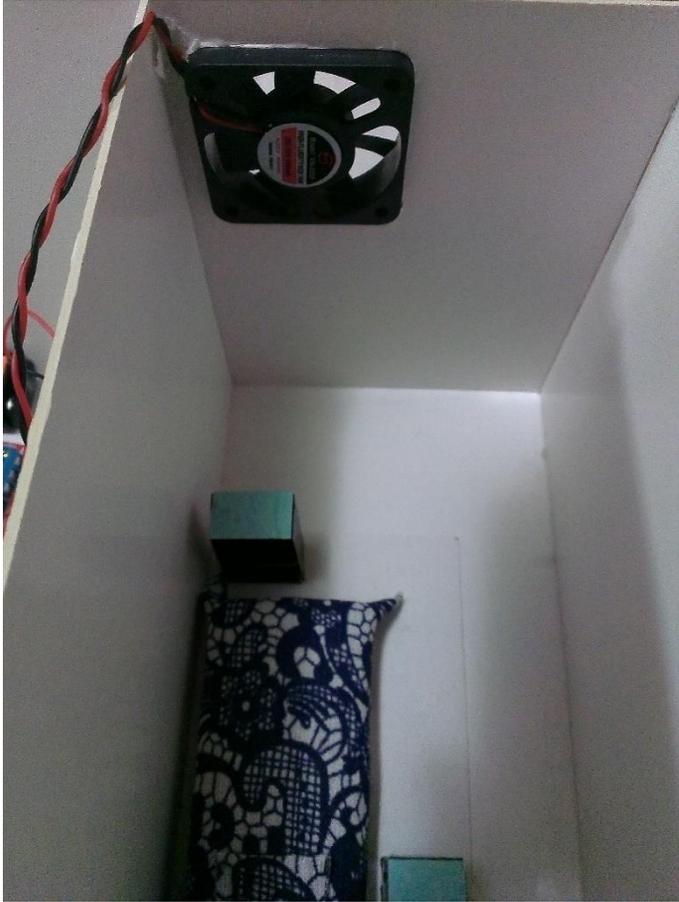


Figura E.4: Imagen de la maqueta

