

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA FACULTAD DE
CIENCIAS FÍSICAS Y FORMALES PROGRAMA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**



**PROTOTIPO DE SOFTWARE PARA EL MONITOREO DE
CONSUMO ELÉCTRICO, GESTIÓN DE PROYECCIONES
SOLARES Y CONTROL DE DOMÓTICA**

Tesis presentado por los bachilleres:

FERNÁNDEZ FABIÁN KARLA MARIEL

RIVERA TITO JORGE JULIAN

Para optar el Título profesional de:

INGENIERO DE SISTEMAS

Arequipa- Perú
2014

RESUMEN

El problema que nos incentiva a desarrollar este proyecto es la falta de conciencia ambiental que tenemos con respecto al uso de la energía eléctrica, agotamiento de recursos, y sumando la falta de uso de las tecnologías de la información, es que nos llevó a brindar mejoras para un óptimo ahorro energético haciendo uso de paneles fotovoltaicos para la obtención de energía; integrando la tecnología de la domótica para una mayor control y uso racional mediante un sistema automatizado de gestión energética, comunicación, seguridad y bienestar. Para lograr esta propuesta nos basamos en tecnologías que funcionan actualmente, y brindamos comunicación entre sí a través del software a desarrollar, donde se monitoreará el flujo energético, además permitirá visualizar en tiempo real el estado del consumo, las áreas que consumen y realizar una proyección energética (tamaño del sistema fotovoltaico) de acuerdo al consumo personalizado del usuario, también permitirá controlar la iluminación del hogar con ayuda de un gestor, que a través de sensores acoplados internamente, estará brindando comodidad ya sea dentro o fuera del hogar, pues el usuario podrá comunicarse por distintas redes de comunicación. Se considera que será un proyecto escalable y moldeable a cualquier necesidad, teniendo como principal objetivo el cuidado del medio ambiente con el uso de tecnología.

Palabras clave: S. FV, domótica, monitoreo, gestión, proyección fotovoltaica.

ABSTRACT

The problem that motivates us to develop this project is the lack of environmental awareness we have regarding the use of electrical energy , resource depletion , and adding non-use of information technology is that it took us to deliver improvements for optimal energy savings by making use of photovoltaic panels to produce energy ; integrating home automation technology for greater control and rational use by an automated energy management system , communication, safety and welfare. To achieve this proposal we rely on technologies that are working, and provide communication with each other through the software to be developed, where the energy flow monitor also allow you to view real- time status of the consumer , the areas that consume and make a projection energy (photovoltaic system size) according to the custom user consumption also allow you to control home lighting with the help of a manager , who through sensors coupled internally , providing comfort will either inside or outside the home , as the user you can communicate via various communication networks . Is considered to be a scalable and moldable project to any need, having as main objective the protection of the environment with the use of technology.

Keywords: S. PV, automation, monitoring, management, photovoltaic projection.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad ya se usan los sistemas fotovoltaicos en algunas zonas rurales donde no llega la energía eléctrica, por otro lado, la domótica funciona en algunas viviendas de economía media alta, para brindar mayor confort a quienes pueden solventarlo, pero en nuestro país, no hay casos donde funcionen ambos paralelamente y a un coste al alcance de la gran mayoría, es por ello que a través del diseño del prototipo de software, proponemos una solución, que gracias a las tecnologías de la información y comunicación, facilita la comunicación entre ambas para un trabajo en conjunto.

En el primer capítulo se muestran los objetivos, los alcances y limitaciones del proyecto, estados del arte y se describe teóricamente los elementos de un sistema fotovoltaico, luego se explica las funciones de domótica y algunos componentes que se usará para el prototipo.

El segundo capítulo está dedicado a los estudios previos de viabilidad, especificaciones de software y hardware, diseño, análisis y diagramas de funcionamiento, luego se describe y detalla toda la implementación, , instalación y cableado de los equipos y sensores, desarrollo del software, interfaces, código fuente; y por último los casos de pruebas del funcionamiento en diferentes etapas de la implementación.

Para finalizar se concluye que el proyecto motivó a buscar nuevas soluciones en tecnologías que están evolucionando rápidamente y que se acomoda a las necesidades futuras, ya que hoy es un factor crítico la energía en general, y se plantea que con este proyecto se podrá contribuir al uso racional y optimizado de la energía.

PRESENTACIÓN

Sra Directora del Programa Profesional de Ingeniería de Sistemas.

Sres. Miembros de Jurado.

De conformidad con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos del Programa Profesional de Ingeniería de Sistemas, remitimos a vuestra consideración el presente trabajo de investigación titulado:

“Diseño de un prototipo domótico que gestiona y monitorea la distribución de energía eléctrica adquirida por células fotovoltaicas.” Que de ser aprobado nos permitirá obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

Arequipa, Diciembre 2013

Fernández Fabián Karla Mariel

Rivera Tito Jorge Julian

Bachilleres en Ingeniería de Sistemas.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios y la Virgen María, quienes fortalecieron mi espíritu y mi fe. A mis padres que me brindaron su apoyo incondicional, su paciencia y comprensión, gracias a ellos que influyeron en mi madurez para lograr mis objetivos. Y a los ingenieros quienes con su experiencia y exigencia me formaron para ser un buen profesional. También a Karla Fernández con quien nos esforzamos y ayudamos para ser mejores cada día.

Jorge

Doy gracias a Dios y la virgen María por guiarme.

Dedico esta tesis a mis padres, que siempre me apoyan,
a mis hermanos, de quienes soy ejemplo,
a Jorge porque luchamos juntos por conseguir
nuestras metas, y a los ingenieros que me enseñaron
y despertaron el gusto por la investigación.

Karla

INDICE GENERAL

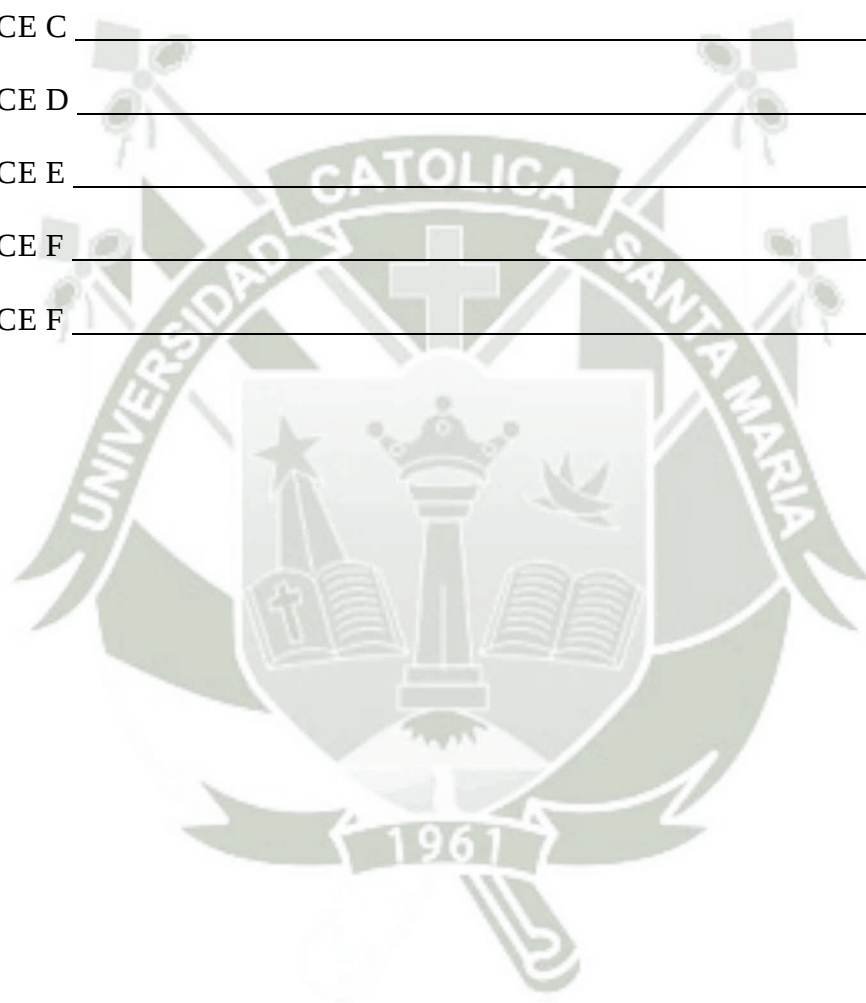
PRESENTACIÓN	I
DEDICATORIA	II
INDICE	III
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO I	4
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
1.1. Objetivos del proyecto	4
1.1.1. General	4
1.1.2. Específicos	4
1.2. Alcances y limitaciones	4
1.2.1. Alcances	4
1.2.2. Limitaciones	5
1.2.3. Usuarios del Proyecto	5
1.2.4. Localización	5
1.2.5. Líneas de investigación	5
1.2.6. Justificación	5
1.3. Fundamentos teóricos	7
1.3.1. Estado del arte	7
1.3.2. Bases teóricas del proyecto	10

A. Que es un sistema fotovoltaico	10
B. Componentes del sistema fotovoltaico	13
i. Células o celdas fotovoltaicas	13
ii. Panel fotovoltaico	14
iii. Regulador de carga	17
iv. Batería	18
v. Inversor o convertidor de voltaje	19
vi. Cables eléctricos	20
vii. Instalación y soporte	21
C. ¿Qué es domótica?	21
D. Medios de transmisión	22
E. Tipos de sistemas o arquitectura	23
F. Dispositivos o componentes en domótica	27
i. Sensores	27
ii. Unidad de control	29
iii. Actuadores	29
iv. Interfaces	30
1.4. Técnicas y herramientas	30
1.5. Aspectos Relevantes del desarrollo	31
1.5.1. Análisis de los requerimientos del proyecto	32
1.5.2. Fases del Análisis y Diseño	34
CAPITULO II	37
2. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	37
2.1. Plan del proyecto informático	37

2.1.1. Planificación temporal del proyecto	37
2.1.2. Ubicación y características	38
2.1.3. Análisis y estructura para el sistema eléctrico	41
2.1.4. Estructura del prototipo en escala dimensionado	45
2.1.5. Cableado y canalizaciones	46
2.1.6. Presupuesto Maqueta	47
2.1.7. Hardware	47
A. Arduino UNO	47
B. Arduino Ethernet Shield	50
C. Arduino Mega ADK	54
D. Sensor de Movimiento IR	59
E. Sensor Ultrasónico HC-SR04	60
F. Sensor Analógico de Luz	61
G. Sensor de Corriente ACS712 20 ^a	62
H. Sensor de Humedad y Temperatura DHT11	63
I. Servomotor S3003	64
J. Cooler FAN80	66
2.1.8. Presupuesto de componentes	67
3. ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL PROYECTO	67
3.1. Especificación de requisitos del software	69
3.1.1. Plataformas a usar	75
A. Plataforma ARDUINO	75
B. Plataforma de Desarrollo Visual Studio 2010 Ultimate	77
C. Gestor de Base de Datos Microsoft SQL Server 2008	78

3.2. Especificación de diseño	79
3.2.1. Análisis y diseño domótico	79
A. Características para la instalación	80
B. Metas del proyecto	82
C. Preparando estructuras	83
3.3. Documentación técnica de programación	86
3.3.1. Preparando circuitos	86
A. Sensor de Luz	87
B. Sensor de movimiento	88
C. Sensor de Temperatura y humedad	89
D. Sensor de Corriente	90
E. Servicio de red	92
3.3.2. Desarrollo de cada módulo	96
3.3.3. Integración del proyecto en maqueta	110
3.3.4. Diagrama de conexión de la base de datos	118
3.4. Pruebas de ejecución	119
3.4.1. Obtención de Datos y funcionamiento de sensores y circuitos	119
3.4.2. Pruebas de funcionamiento del software	125
3.4.3. Resultados	131
A. Encuesta de usuarios	131
B. Encuesta de satisfacción de usuarios	136
C. Interpretación de resultados	141
3.5. Manual de Usuario	141

CONCLUSIONES _____	149
RECOMENDACIONES _____	151
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS _____	153
APÉNDICES _____	161
APÉNDICE A _____	162
APÉNDICE B _____	164
APÉNDICE C _____	166
APÉNDICE D _____	168
APÉNDICE E _____	169
APÉNDICE F _____	170
APÉNDICE F _____	174



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas y Desventajas de la Energía Solar Fotovoltaica _____	12
Tabla 2: Cuadro resumen sobre un sistema fotovoltaico _____	16
Tabla 3: Tipos y características de las baterías secundarias _____	19
Tabla 4: Diagrama de Gantt del desarrollo del proyecto _____	37
Tabla 5: Promedio anual de radiación en Perú _____	40
Tabla 6: Promedio de radiación en Arequipa _____	41
Tabla 7: Consumo de energía eléctrica en Arequipa _____	42
Tabla 8: Sistema eléctrico interconectado del Perú 2012 _____	42
Tabla 9: Cálculo de consumo energético en una casa promedio _____	43
Tabla 10: Mapa de sombras _____	45
Tabla 11: Cuadro presupuestal para maqueta _____	47
Tabla 12: Especificaciones técnicas de Arduino UNO _____	48
Tabla 13: Especificaciones técnicas de Arduino Ethernet Shield _____	51
Tabla 14: Especificaciones técnicas de Arduino Mega ADK _____	55
Tabla 15: Cuadro presupuestal de gestión domótica _____	67
Tabla 16: Análisis de Costo - Beneficio del proyecto _____	68
Tabla 17: Descripción del caso de uso de la fase de gestión energética _____	72
Tabla 18: Descripción del caso de uso de la gestión domótica _____	73
Tabla 19: Descripción del caso de uso del monitoreo del sistema _____	75
Tabla 20: Descripción del caso de uso del contexto general de domótica _____	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Fotovoltaico Conectado a Red _____	11
Figura 2. Sistema Fotovoltaico Autónomo _____	11
Figura 3. Efecto fotovoltaico en una célula solar _____	13
Figura 4. Esquema de elementos que integran un módulo fotovoltaico _____	15
Figura 5. Esquema de funcionamiento del regulador de carga _____	17
Figura 6. Funcionamiento del Inversor _____	20
Figura 7. Medios de transmisión de las comunicaciones _____	23
Figura 8. Esquema de la Arquitectura Centralizada _____	24
Figura 9. Esquema de la Arquitectura Descentralizada _____	25
Figura 10. Esquema de la Arquitectura Distribuida _____	26
Figura 11. Esquema de la Arquitectura Mixta _____	26
Figura 12. Estructura de las fases de desarrollo _____	32
Figura 13. Diseño y Arquitectura de las fases de desarrollo _____	35
Figura 14. Caso de uso: funcionamiento del sistema de gestión y monitoreo _	36
Figura 15. Estructura de los requerimientos de gestión _____	38
Figura 16. Mapa de radiación solar en Perú _____	39
Figura 17. Radiación Solar en Arequipa por Estaciones _____	40
Figura 18. Estructura del sistema fotovoltaico _____	46
Figura 19. Elementos de la placa Arduino UNO _____	49
Figura 20. Elementos de la placa Arduino Ethernet Shield _____	52
Figura 21. Elementos de la placa Arduino Mega ADK _____	55
Figura 22. Especificaciones técnicas del sensor Movimiento IR _____	59
Figura 23. Funcionamiento del sensor de Movimiento IR _____	59

Figura 24. Especificaciones técnicas del sensor Ultrasónico HC-SR04	60
Figura 25. Funcionamiento del sensor Ultrasónico	61
Figura 26. Especificaciones técnicas del sensor de Luz	61
Figura 27. Funcionamiento del sensor de Luz	62
Figura 28. Especificaciones técnicas del sensor de corriente ACS712 20A	62
Figura 29. Estadísticas de funcionamiento del Sensor efecto Hall	63
Figura 30. Especificaciones técnicas del sensor de Humedad y Temperatura	64
Figura 31. Diagrama de temporización del Sensor DHT11	64
Figura 32. Especificaciones técnicas del Servomotor S3030	65
Figura 33. Diagrama de temporización del Servomotor	66
Figura 34. Especificaciones técnicas del Cooler FAN80	66
Figura 35. Gráfico de proyección costo-beneficio del proyecto	69
Figura 36. Caso de uso del funcionamiento de la gestión energética	70
Figura 37. Caso de uso del funcionamiento de la gestión domótica	72
Figura 38. Caso de uso del funcionamiento de monitoreo del sistema	74
Figura 39. Composición del software de Arduino	77
Figura 40. Interfaz del software Visual Studio 2010 Ultimate	78
Figura 41. Interfaz de la Base de Datos SQL Server 2008	79
Figura 42. Estadísticas de viviendas promedio	80
Figura 43. Caso de uso del contexto general del sistema Domótico	81
Figura 44. Armand base de maqueta	83
Figura 45. Base terminada	84
Figura 46. Diseño a escala en programa” SketchUp” para pisos	84
Figura 47. Armand bases de pisos y muros	84

Figura 48. Diseño a escala en programa” SketchUp” paredes _____	85
Figura 49. Estructura terminada y secando pegamento _____	85
Figura 50. Maqueta forrada _____	86
Figura 51. Sensores, cooler y servomotor _____	87
Figura 52. Placas Arduino usadas para el proyecto _____	91
Figura 53. Ensamblaje de las placas Arduino mega ADK y Ethernet shield ____	92
Figura 54. Router Zyxel y cable RJ45 _____	93
Figura 55. Probando servidor de red _____	95
Figura 56. Diagrama de flujo del funcionamiento del servicio de red wifi ____	95
Figura 57. Diagrama de seguridad de acceso al sistema _____	96
Figura 58. Pantallazo de interfaz de logeo _____	97
Figura 59. Mensaje si el usuario se equivocó de datos _____	97
Figura 60. Panel de Gestión y proyección energética _____	98
Figura 61. Ingreso a proyección _____	99
Figura 62. Panel de proyección energética _____	100
Figura 63. Panel de proyección energética de acuerdo a radiación solar ____	101
Figura 64. Tabla de proyección de energía _____	101
Figura 65. Tabla de paneles y baterías a escoger _____	102
Figura 66. Tabla donde muestra resumen de proyección energética _____	104
Figura 67. Panel del sector fotovoltaico _____	105
Figura 68. Panel de control de iluminación _____	106
Figura 69. Diagrama del funcionamiento del medidor de consumo _____	109
Figura 70. Generación de reportes _____	110
Figura 71. Diseño de la ubicación de sensores y focos leds _____	111

Figura 72. Cables jumper hembra-macho y macho-macho _____	111
Figura 73. Ubicación de sensores _____	112
Figura 74. Instalando circuitos _____	112
Figura 75. Uso de protoboard para conectar los sensores _____	113
Figura 76. Circuitos conectados y listos para funcionar _____	113
Figura 77. Diseño a escala en programa” SketchUp” final _____	114
Figura 78. Maqueta con circuitos acoplados terminada _____	114
Figura 79. Aplicación instalada en celular Smartphone _____	115
Figura 80. Diagrama del funcionamiento con Android _____	116
Figura 81. Seguridad de red de todo el proyecto _____	117
Figura 82. Modelo de Base de Datos _____	118
Figura 83. Gráfico de aceptación de la automatización _____	131
Figura 84. Gráfico de calificación de los sistemas de automatización _____	132
Figura 85. Gráfico de la importancia del ahorro energético _____	132
Figura 86. Gráfico de aceptación de un sistema de ahorro de energía _____	133
Figura 87. Gráfico de costo por un sistema de ahorro energético _____	134
Figura 88. Gráfico del conocimiento del consumo total y por áreas _____	134
Figura 89. Gráfico ver consumo por celular, pc, web, etc _____	135
Figura 90. Gráfico de utilizar fuentes renovables _____	135
Figura 91. Gráfico de confiabilidad de adaptación al sistema eléctrico _____	136
Figura 92. Gráfico estadísticas de las ventajas de la tecnología _____	137
Figura 93. Gráfico estadísticas de las desventajas de la tecnología _____	137
Figura 94. Gráfico de funciones que le gustaría automatizar al usuario _____	138
Figura 95. Gráfico de características de un sistema de monitoreo y ahorro _____	139

Figura 96. Gráfico de análisis para adquirir un software o sistema _____	140
Figura 97. Gráfico de aceptabilidad de la automatización _____	140
Figura 98. Gráfico estadístico del cumplimiento de metas _____	141
Figura 99. Mensaje si el usuario no se encuentra registrado _____	142
Figura 100. Panel de Gestión y proyección energética _____	142
Figura 101. Tabla de objetos de consumo de la vivienda _____	143
Figura 102. Tabla de radiación solar _____	144
Figura 103. Tabla de paneles fotovoltaicos _____	144
Figura 104. Tabla de baterías _____	145
Figura 105. Panel de ilustración en OFF sector fotovoltaico _____	146
Figura 106. Panel de ilustración del resumen sector fotovoltaico _____	146
Figura 107. Interfaz funcionando del Sistema de Iluminación _____	147
Figura 108. Generación de reportes en formato Excel _____	147
Figura 109 Aplicación en el celular funcionando _____	148

CAPITULO I

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. Objetivos del proyecto

1.1.1. General

Diseñar un prototipo de software que optimice y monitoree el consumo de energía eléctrica y gestione proyecciones del tamaño del sistema fotovoltaico para brindar control sobre la vivienda.

1.1.2. Específicos

- Brinda seguridad para el acceso del sistema de gestión.
- Identificar y controlar los criterios y modos de distribución, para controlar el encendido y apagado de luces mediante el sistema.
- Realizar una gestión controlada del consumo energético, monitorización y reportes en tiempo real.
- Proveer de funciones necesarias al usuario para dar rendimiento óptimo al software a desarrollar.

1.2. Alcances y limitaciones

1.2.1. Alcances

- Ofrecer mayores ventajas en cuanto a otros modos de monitoreo y gestión del consumo.
- Mejorar otros proyectos con la iniciativa de comunicar un sistema autónomo con uno mecánico, integrándolos para un mejor desempeño en eficiencia de ahorro y distribución de electricidad.
- Facilidad de control de la vivienda mediante el software a desarrollar.

- Proyecto escalable y compatible para evolucionar juntamente a los avances en tecnología y funcionalidad.

1.2.2. Limitaciones

- Elevado costo de los materiales en Perú.
- Tamaño y espacios de viviendas para instalar los paneles fotovoltaicos.

1.2.3. Usuarios del Proyecto

El sistema está dirigido a usuarios con conocimientos básicos de cómputo, porque se presentarán interfaces sencillas.

1.2.4. Localización

El proyecto se realizará en la ciudad de Arequipa, ya que reúne distintas condiciones climáticas y geográficas.

1.2.5. Líneas de investigación

- **Línea:**
 - Tecnologías de la información y comunicación (TIC)
- **Sub-líneas:**
 - Arquitectura de la información: planificación, desarrollo y gestión de contenidos.
 - Estudios de usabilidad, accesibilidad, diseño de entornos, diseño de la interacción software - usuario.

1.2.6. Justificación

El proyecto es la fusión de dos proyectos que trabajan independientemente y se pretende diseñar e implementar un sistema de

integración de las redes de comunicación, programación y la búsqueda de innovación tecnológica en un sistema autónomo.

a) **Aspectos Técnicos:**

El desarrollo tecnológico sustentable y de alta tecnología se logra sumando pequeñas contribuciones, en diferentes aspectos técnicos, económicos y ambientales, buscamos una forma de reducir la contaminación ambiental. Existen muchas investigaciones con uso de energía solar, se han construido diversos paneles fotovoltaicos, de igual manera los componentes para una vivienda inteligente, pero siempre es factible su mejora y adaptación a nuestras condiciones. [LLSE, 2012]

b) **Aspectos Económicos:**

Las energías renovables son un factor muy importante para este proyecto ya que por ser inagotables no generan costos adicionales en su obtención. La energía solar en Perú es el recurso energético con mayor disponibilidad y bastante uniforme durante casi todo el año, comparado con otros países, lo que hace atractivo su uso en forma factible. Se busca transformar la energía solar en energía útil y con un costo aceptable y bajo para el futuro.

c) **Aspectos Comerciales:**

La implementación de este proyecto con energías renovables, genera más puestos de trabajo que otras energías más contaminantes, ya que los puestos generados no son estacionarios y se distribuyen a pequeña escala por todo el territorio. La utilización de energía solar en zonas rurales o aisladas permite el desarrollo económico ya que facilita sus actividades y

se les brinda una mejor calidad de vida. Además comenzamos a cultivar una cultura de emprendedores, de estabilidad de recursos, económica y social para fomentar la cultura “verde” en el consumo de energías renovables, capacidades en el uso de tecnologías con matriz en energías energéticas inagotables.

1.3. Fundamentos teóricos

1.3.1. Estado del arte

Compartimos con la guía [CED, 2008] el modo de control de la energía para un ahorro eficiente ya que ellos abordan el sistema domótico para la integración y gestión de elementos que contribuyen al ahorro de electricidad y combustibles, notándose sus efectos tanto en el aspecto económico (menor coste) como en el ecológico (menos consumo de energía). También pretendemos usar estos mecanismos para darle un enfoque más autónomo, con el control de la energía adquirida teniendo en cuenta una red integrada con un software que no solo monitorea y controla el ambiente sino también la adquisición de la energía y su buena distribución.

Al proyecto se le dará una visión similar a la del paper [8] y para optimizarlo, nos enfocamos en el usuario y su falta de conocimiento en sistemas fotovoltaicos, entonces si desea incorporar un SFV en su hogar, para ayudarlo a tener una perspectiva e idea de lo que necesita, realizamos una interfaz donde le permitirá registrar sus aparatos que consumen electricidad y de acuerdo a su uso y consumo, le proyectará la cantidad de

paneles, baterías y modo de instalación que le convendría, además puede visualizar en cualquier momento como se va desarrollando su consumo en tiempo real.

Según este proyecto [ICS, 2008] se concuerda con nuestra investigación porque focaliza y da a conocer puntos donde hay pérdidas de energía obtenida, dando una solución de cómo evitar pérdidas en función de estos factores, dependen unos de otros y su determinación no es sencilla; con la unificación de la domótica y la red de distribución, nos permite mayor visión de monitoreo y control.

En el presente proyecto, también nos enfocaremos en determinar las ventajas de utilizar energías renovables y realizaremos un estudio de la disponibilidad de la energía solar, horas pico de sol y también la radiación solar que incide sobre Arequipa, en cuanto a cuestiones de temperatura, el proyecto será capaz de aclimatar el hogar según las necesidades del usuario, ya que contaremos también con sensores de temperatura y humedad para el análisis y control del ambiente [CMD, 2011].

Además adicionaremos una función donde se calculará el tamaño del sistema solar fotovoltaico y el usuario podrá comprar qué sistema, tipo de sistema modelo marco, y modo de instalación que más le conviene, determinando las soluciones a los problemas frecuentes que se puedan encontrar.

Es todo un reto desarrollar y aplicar proyectos con tendencias ambientales que se están promoviendo a nivel mundial, pero se puede demostrar como en el paper [CCH, 2013] lograr una construcción sustentable, donde nosotros también diseñamos una vivienda básica con los dispositivos necesarios para demostrar que con bajo presupuesto y con las TIC'S, se puede construir una vivienda inteligente y eco-sostenible, con la ayuda de dispositivos de comunicación muy utilizados.

Para poder realizar el proyecto, se analizará el área de domótica, donde también se tiene pensado incorporar diferentes circuitos para que la comunicación entre ellos sea automática o manual desde una interfaz sencilla desarrollada especialmente para usuarios sin mucho conocimiento, brindando mayor confort y facilidad de uso a cualquier usuario. [PCS, 2013]

Para el desarrollo y comunicación del proyecto, se optó también por las placas Arduino por su bajo coste y sensores y otros dispositivos compatibles con arduino, donde también lograremos la integración de todos los dispositivos para que puedan comunicarse de manera inteligente, para lograr una vivienda autónoma y el usuario también pueda comunicarse y controlar su hogar, [LLSE, 2012] además mejoramos este proyecto ya que se usará la plataforma Visual studio 2010, donde se desarrollará una interfaz donde el usuario puede interactuar con mayor facilidad con su vivienda.

1.3.2. Bases teóricas del proyecto

A. Que es un sistema fotovoltaico

La energía solar fotovoltaica es la forma más sencilla de generar electricidad. Por sus características, debe desempeñar un papel fundamental a la hora de cubrir las necesidades energéticas futuras, tanto de personas que todavía carecen de electricidad, como de las sociedades desarrolladas que demandan una energía limpia y respetuosa con el medio ambiente. Es una tecnología que genera corriente continua (potencia medida en vatios o en kilovatios) por medio de semiconductores, cuando éstos son iluminados por un haz de fotones. Mientras la luz incide sobre una célula solar, que es el nombre dado al elemento fotovoltaico individual, se genera potencia eléctrica; cuando la luz va disipándose, la electricidad desaparece [OAM, 2010].

De acuerdo al tipo de Sistema Fotovoltaico, la energía solar fotovoltaica es una tecnología descentralizada, o también centralizada donde la energía eléctrica puede instalarse donde y como se necesite.

- Sistema Conectado a Red: Este sistema básicamente tiene dos fuentes de obtención de energía, puesto que este sistema fotovoltaico está conectado directamente con la red eléctrica, donde actúa como una central generadora de electricidad.



Figura 1. Sistema Fotovoltaico Conectado a Red.

Fuente: Sensstech.com y Sayab (2013)

- **Sistema Autónomo:** Sistema fotovoltaico aislado, es decir, no conectado a la red eléctrica. Este tipo de Sistema puede sostenerse por sí solo debido a esto tiene todos los módulos, baterías, inversores y sistemas de control necesarios para dar suministro. Suelen utilizarse en lugares remotos o de difícil acceso.

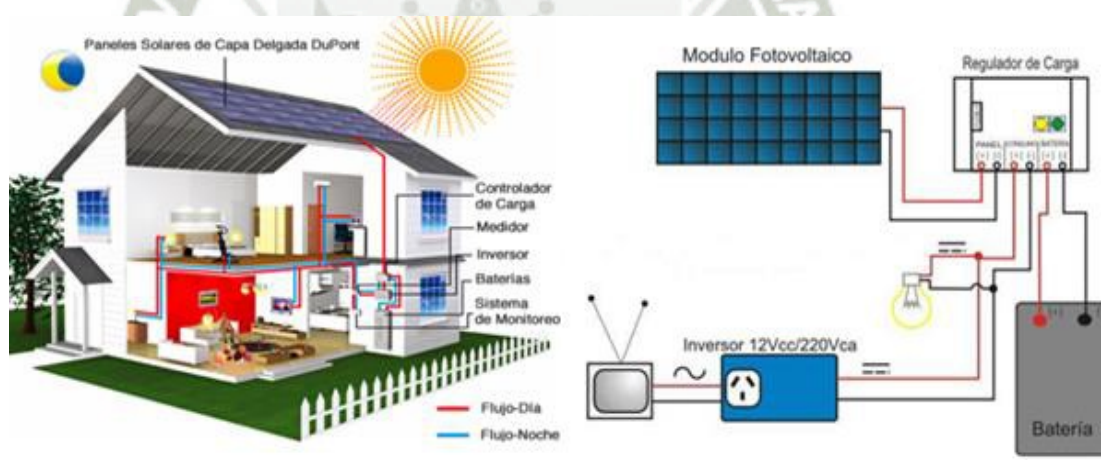


Figura 2. Sistema Fotovoltaico Autónomo.

Fuente: Genensol.com e Investigación energética Aplicada S.A.S. (2013)

Clasificación de los sistemas fotovoltaicos autónomos

Se puede clasificar en función de su aplicación como:

Sistemas de electrificación: Los mercados con mayor demanda de energía, son: viviendas aisladas de la red eléctrica. Casas de campo, vacacionales y pueblos enteros o residencias.

- Sistemas profesionales: Las telecomunicaciones y aplicaciones profesionales son uno de los mercados históricos de la energía solar FV.
- Sistemas agrícolas: El bombeo de agua mediante la energía solar fotovoltaica proporciona una atractiva solución para suministro de agua para granjas, para irrigación o para suministro de agua potable. Automáticamente producen más agua cuanto mayor incidencia de sol hay. [GCJ, 2012]

La energía solar Fotovoltaica presenta ventajas y desventajas en cuando a diversos aspectos técnicos, económicos o de infraestructura, pero se equilibra gracias a los beneficios que brinda. Mencionamos las principales:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Utilizan una energía gratuita, renovable, limpia y muy silenciosa.	Altos costos iniciales, al no ser un producto masivo aun.
Es adquirida fácilmente en cualquier lugar con suficiente exposición solar.	Dependencia de factores externos como condiciones climáticas.
No requieren el uso de combustibles, aminorando gastos en suministro, transporte y almacenamiento.	Utilización de otros dispositivos para su almacenamiento y utilización.
El silicio, elemento base para la fabricación de las células fotovoltaicas, es abundante.	El rendimiento óptimo es de 25 años, en adelante va decayendo la producción de energía FV.
La distribución homogénea solar permite proyectos en todas las regiones.	

Tabla 1: Ventajas y Desventajas de la Energía Solar Fotovoltaica.

Fuente: Elaboración propia (2013, Enero)

B. Componentes del sistema fotovoltaico

i. Células o celdas fotovoltaicas

Las células o celdas solares son dispositivos que convierten energía solar en electricidad, ya sea directamente vía el efecto fotovoltaico, o indirectamente mediante la previa conversión de energía solar a calor o a energía química. [EVD, 2011] La forma más común de las celdas solares se basa en el efecto fotovoltaico, en el cual la luz que incide sobre un dispositivo semiconductor de dos capas produce una diferencia de foto voltaje.

Las células solares están hechas de materiales semiconductores que poseen electrones débilmente ligados ocupando una banda de energía denominada “banda de valencia”. [OAM, 2010]

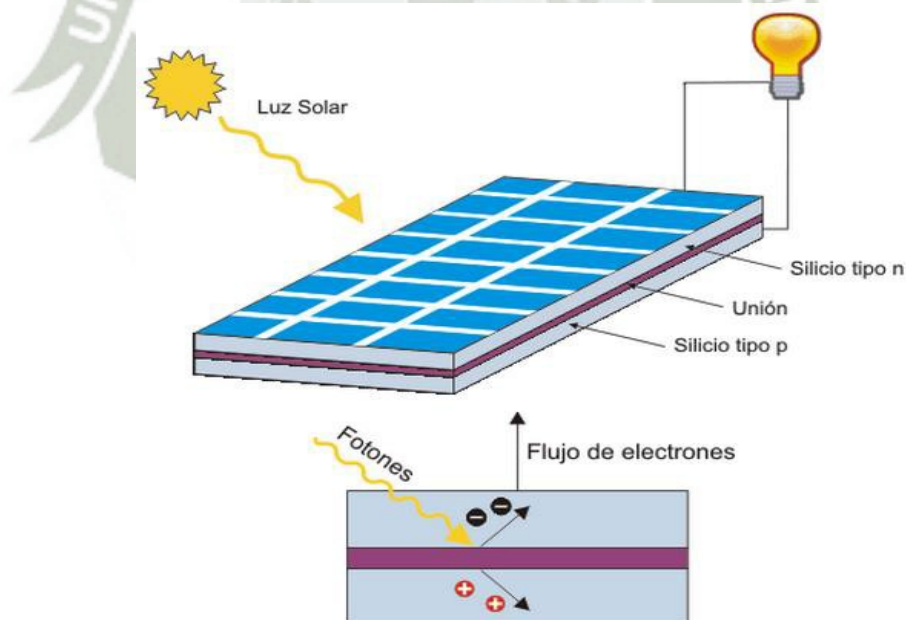


Figura 3. Efecto fotovoltaico en una célula solar

Fuente: TextosCientíficos.com (2013)

La cantidad de energía que entrega un dispositivo fotovoltaico [CKV, 2012] está determinado por:

- El tipo y el área del material
- La intensidad y longitud de onda de la luz del sol

En las células fotovoltaicas lo más común es utilizar como elemento semiconductor el silicio (monocristalino, policristalino o amorfo).

ii. Panel fotovoltaico

Los paneles o módulos fotovoltaicos son constituidos por un conjunto de celdas o células solares que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre el panel fotovoltaico. El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina “potencia pico”, y se corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo algunas condiciones. [MMJ, 2011]

Los paneles fotovoltaicos se dividen en:

- Cristalinas

Mono cristalinas: Compuestas de secciones de un único cristal de silicio (Si), reconocibles por su forma octogonal o circular. [DGN, 2010]

Poli cristalinas: Formadas por pequeñas partículas cristalizadas.

- Amorfas: cuando el silicio no se ha cristalizado. [GTE, 2008]

La efectividad es mayor cuando tiene más cristales, pero también su peso, grosor y coste. El coste de los paneles fotovoltaicos se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron las primeras células solares comerciales y su coste

medio de generación eléctrica ya es competitivo con las fuentes de energía convencionales en un creciente número de regiones geográficas. [NMT, 2011]

Los elementos básicos que integran un módulo fotovoltaico son:

Marco de aluminio

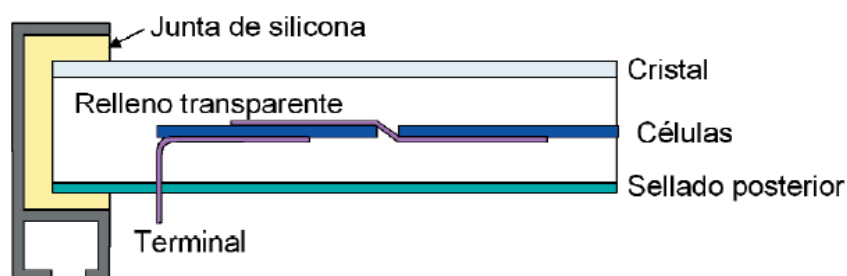


Figura 4. Esquema de elementos que integran un módulo fotovoltaico.

Fuente: eliseosebastian.com (2012)

Dentro de las limitaciones y potencialidades que tenemos en cuanto al Sistema fotovoltaico, además de esto la confiabilidad, seguridad o comodidad pueden ser buenas razones para pagar más por un sistema fotovoltaico. [OAM, 2010]

Sector	Potencial	Limitación	Resultados
Equipo e Inversión	Flexibilidad: Facilidad de aumentar o disminuir watts pico (Wp).	Gastos elevados de inversión por unidad (Wp).	Los sistemas FV tienen rango de consumo bajo de energía, necesita buena financiación para su implementación inicial.
Operación y Mantenimiento	Fiabilidad: Poco gasto y poca necesidad de mantenimiento y supervisión.	Necesidad de respaldo o almacenamiento en baterías para uso nocturno o de poca incidencia de sol.	Tiene relación de costo y duración.
Organización	Integración fácil en “paquetes” de consumo adaptados a las necesidades del usuario.	Una mayor participación del usuario es más necesaria en los proyectos de energía FV que en los de extensión de red eléctrica.	Necesidad de introducir cambios institucionales en el sector eléctrico para proyectos de electrificación con sistemas fotovoltaicos.
Consecuencias Ambientales	No perjudican al ambiente, emiten poco CO ₂ y otros gases, en comparación con otros que consumen combustibles fósiles.	La eliminación de baterías es un aspecto ambiental importante	Posible financiación conjunta de los programas interesados en el cambio climático.

Tabla 2: Cuadro resumen sobre un Sistema Fotovoltaico.

Fuente: Cuadro 2[OAM, 2010].

iii. Regulador de carga

También es llamado “Controlador”, su misión es evitar que pase demasiada corriente a la batería desde el panel o que la batería se descargue demasiado. Se intercala entre panel y batería y entre batería y circuito de carga. Tiene por finalidad producir la unión correcta entre el módulo, la batería y la carga, tiene las siguientes características:

- Dirigir la electricidad generada en los módulos FV hacia el uso final.
- Dificulta daños en los cables y evita cortocircuitos en todo el Sistema.
- Ayuda que la batería dure más tiempo.
- Protege e imposibilita la eventual corriente que pueda fluir de la batería hacia el módulo en periodos sin sol.
- Resguarda las baterías de riegos, sobrecarga y descarga amplia.

[OAM, 2010]

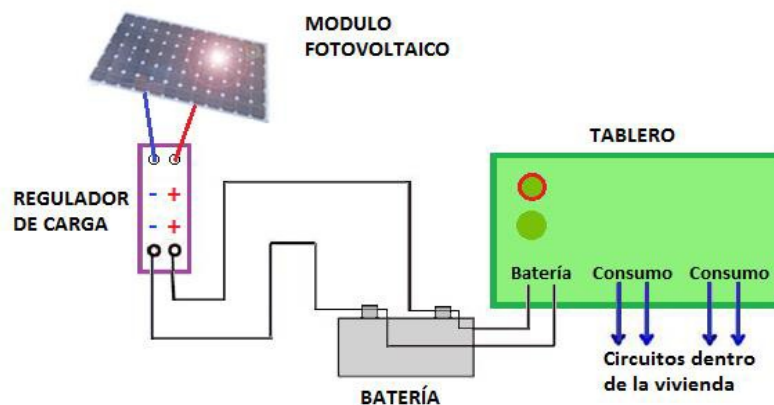


Figura 5. Esquema de funcionamiento del regulador de carga.

Fuente: Elaboración propia (2013, Febrero)

iv. Batería

También es llamado Acumulador, es uno de los componentes más importantes del sistema, ya que se encarga de almacenar la electricidad generada por el módulo fotovoltaico que no se consume inmediatamente para suministrarla a los equipos cuando lo necesiten. Es necesario proteger la batería colocándola sobre una base de madera e instalarla en un lugar protegido, ventilado y donde no le llegue el sol. Las baterías se utilizan habitualmente en la mayor parte de los sistemas fotovoltaicos autónomos y en general no se utilizan en sistemas conectados a la red eléctrica.

La acumulación de energía ayuda básicamente para:

- Almacenar el excedente producido al día para ser consumir en la noche.
- Tener una reserva que permite disponer de ella en días nublados, periodos de baja o nula irradiación solar durante días sucesivos.

Tipos de baterías

Normalmente utilizan dos tipos de baterías para aplicaciones fotovoltaicas: Plomo-ácido y Níquel-Cadmio. Las baterías de Níquel-Cadmio presentan ventajas respecto de las de Plomo-ácido como son la posibilidad de sufrir descargas profundas o permanecer largos periodos en baja carga sin sufrir deterioro. [GTE, 2008]

Tipo	Precio	Ciclado	Mantenimiento
Plomo-ácido			
Plomo-antimonio	Bajo	Bueno	Alto
Plomo-Calcio abiertas	Bajo	Pobre	Medio
Plomo-Calcio selladas	Bajo	Pobre	Bajo
Híbridas (Antimonio/calcio)	Medio	Bueno	Medio
Electrolito inmovilizado			
Gel	Medio	Muy bueno	Bajo
AGM	Medio	Muy bueno	Bajo
Niquel-Cadmio			
Placas “sintered”	Alto	Bueno	Ninguno
Placas “pocked”	Alto	Bueno	Medio

Tabla 3: Tipos y características de las baterías secundarias.

Fuente: Curso de energía solar fotovoltaica y térmica [GTE, 2008].

v. Inversor o convertidor de voltaje

El inversor es un componente electrónico cuyo objetivo es generar energía eléctrica de Corriente Alterna (AC) a partir de una fuente de energía de Corriente Continua (DC), con magnitudes y frecuencias deseadas. Se constituye principalmente por dispositivos semiconductores de potencia, que trabajan como interruptores operando en corte y saturación con una secuencia apropiada para obtener tres tensiones de salida simétricas y balanceadas. [EPA, 2007]

Un inversor, convertidor o también llamado rectificador, es el encargado de adaptar la corriente que se genera en el módulo fotovoltaico a condiciones aptas para consumo. [GTE, 2008]

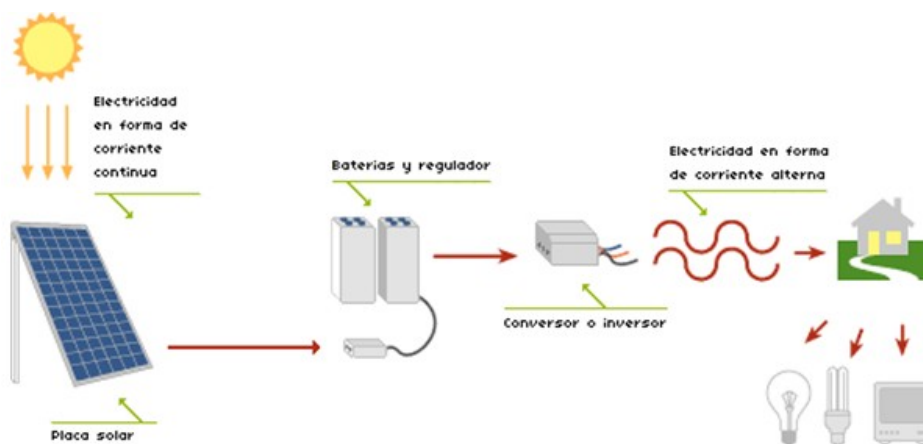


Figura 6. Funcionamiento del Inversor.

Fuente: Renovablesinlimites.blogspot.com (2011)

vi. Cables eléctricos

Los cables utilizados en un sistema FV están cuidadosamente diseñados. Como el voltaje en un sistema FV es voltaje bajo: 12V ó 24V CA, las corrientes que fluirán a través de los cables son mucho más altas que las de los sistemas con voltaje de 110 ó 220V CA. Y debe usarse cables gruesos para impedir el calentamiento e incluso la quema de los cables.

Cuando se utilizan fusibles para proteger la unidad de control o dispositivos contra corrientes altas, el tamaño de los fusibles no debería ser mayor a la proporción de corriente máxima del cable. Los fusibles son útiles sólo en el extremo de uso de la batería pues en el lado FV de la batería, la corriente de cortocircuito es sólo 10% mayor que la corriente máxima durante brillo solar completo. [OAM, 2010]

vii. Instalación y soporte

La estructura se encarga de fijar el campo fotovoltaico: terreno, tejado, seguidor, etc. y protegerlo de las inclemencias meteorológicas como el viento, lluvia, temblores, etc. Además la estructura debe proporcionarnos la flexibilidad necesaria para poder realizar la instalación sobre la superficie que nos resulte más conveniente adaptándose a las circunstancias de cada caso. Cuando los módulos se colocan sobre un techo hay varias soluciones; primeramente el módulo puede ser montado sobre una estructura inclinada y además debe ser suficientemente fuerte para soportar el peso extra de los módulos, o más importante, el peso extra del viento. Las penetraciones para cables deben ser impermeables. [MEM, 2007] y [MMJ, 2011].

C. ¿Qué es domótica?

Puede definirse como la opción, integración y aplicación de las nuevas tecnologías informáticas y comunicativas al hogar. Incluye principalmente el uso de electricidad, dispositivos electrónicos, sistemas informáticos y diferentes dispositivos de telecomunicaciones, incorporando la telefonía móvil e Internet. Algunas de sus principales características son: interacción, interrelación, facilidad de uso, teleoperación o manejo a distancia, fiabilidad y capacidad de programación y actualización. Su arquitectura puede ser centralizada o distribuida, aunque en realidad, por las ventajas de intercomunicación y ante los fallos, se emplea más la descentralizada. [DSC, 2005] Los protocolos pueden ser estándar, es decir compatibles entre

sí, y propietarios, que son los creados exclusivamente para un cliente o aplicación única, trabajando en los siguientes aspectos:

Conseguir un alto nivel de confort. El empleo de un sistema integrado de comunicaciones permite disponer de comodidades para el usuario, como el control por mando a distancia, programación de escenas y automatización de tareas como las subida/bajada de persianas, entre otras muchas.

Gestión de la energía. La domótica trabaja en este aspecto en la optimización del consumo eléctrico y de la climatización. Todo ello se lleva a cabo mediante programaciones horarias, termostatos, detectores y otros. [LHN, 2007]

D. Medios de transmisión

El medio físico de transmisión debe servir de soporte, no sólo para la comunicación entre los diferentes dispositivos del sistema, sino también (al menos opcionalmente) para el suministro de alimentación a estos dispositivos y para la distribución de información en tiempo real (audio y vídeo, por ejemplo) [DSC, 2005]. Para la implementación de redes domóticas se emplea principalmente la red eléctrica de la propia vivienda (corrientes portadoras, PL) o el par trenzado (TP). Otros métodos menos empleados son la fibra óptica (FO), el cable coaxial (CX), la radio frecuencia (RF) y los infrarrojos (IR). [LHN, 2007]

A la hora de optar por un medio u otro de transmisión, habrá que analizar los siguientes aspectos:

- Tipo de información a transmitir, velocidad y frecuencia.
- Necesidad a cubrir.

- Coste del material y mano de obra.
- Facilidad de expansibilidad.
- Facilidad de reconfiguración.

Dentro del sistema domótico, los elementos deben intercambiar información entre sí a través de un soporte físico. Ya que interesa conocer cuál o cuáles serán los medios de transmisión más adecuados para realizar las comunicaciones en el sistema, se detallan a continuación las características de los tipos más importantes que existen. [MSD, 2006]

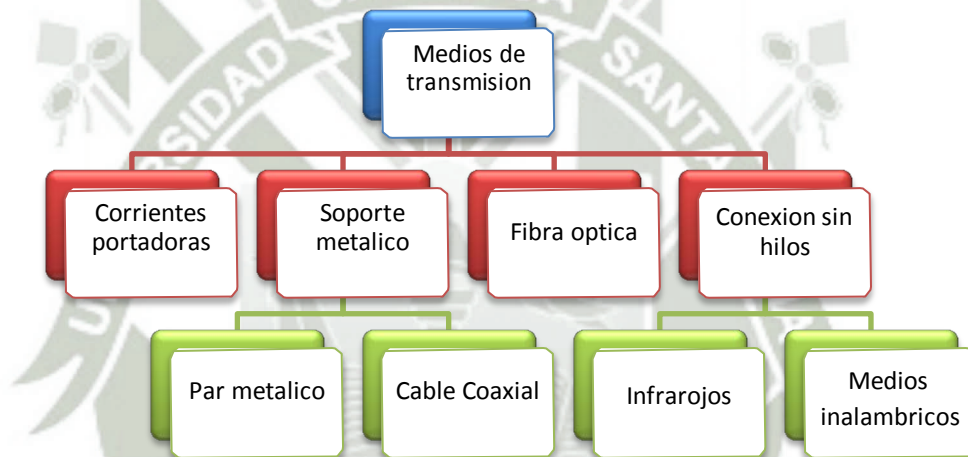


Figura 7. Medios de transmisión de las comunicaciones.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Marzo)

E. Tipos de sistemas o arquitectura

Según el tipo de arquitectura de un sistema domótico, podemos aportar mayor información respecto a la distribución y la ubicación de los elementos de control. [LHN, 2007] Los principales tipos de arquitectura son:

- Arquitectura centralizada
- Arquitectura descentralizada

- Arquitectura distribuida
- Arquitectura híbrida o mixta.
- **Arquitectura centralizada**

Donde un controlador centralizado se encarga de recibir información de los múltiples sensores, luego de procesarlo, genera órdenes para los actuadores, en el caso de mal funcionamiento del controlador, no funciona el sistema domótico. [NBC, 2008]

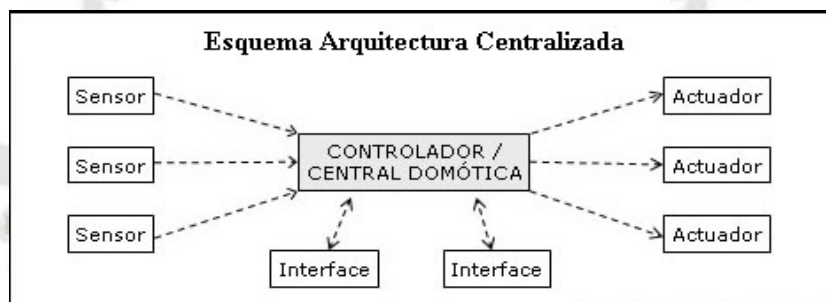


Figura 8. Esquema de la Arquitectura Centralizada.

Fuente: CasaDomo.com (2012)

Entre sus ventajas destacan:

- Bajo costo ya que ningún elemento necesita módulos especiales de direccionamiento ni interfaces para distintos buses.
- Instalación sencilla y se puede utilizar gran variedad de elementos.
- Requerimientos mínimos.

Y entre sus desventajas destacan:

- Flexibilidad limitada ya que las reconfiguraciones son costosas.
- Poca robustez ya que si cae el modulo central cae todo el sistema.
- Mayor longitud de cableado dada la topología, lo que incrementa el costo de la instalación y limita su uso en grandes instalaciones.

- **Arquitectura descentralizada**

Tiene varios controladores que se encuentran interconectados por un bus, que envían información entre ellos y a los actuadores e interfaces conectados a los controladores, según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados. Por sus ventajas de intercomunicación y ante los fallos, es más usada. [LHN, 2007]

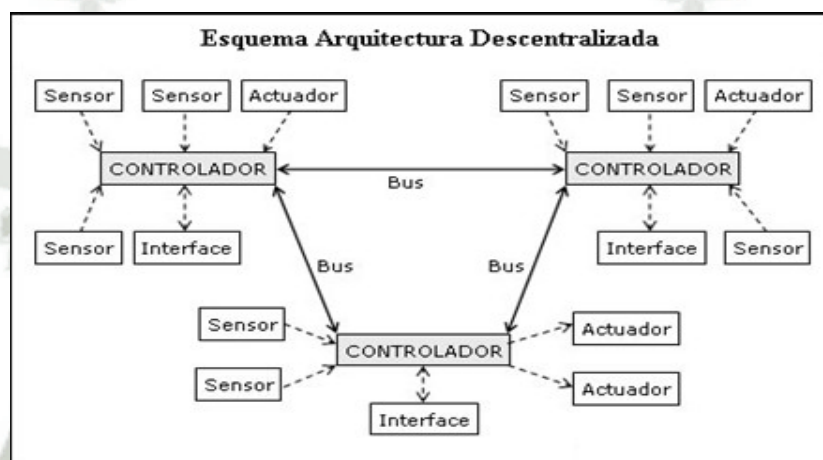


Figura 9. Esquema de la Arquitectura Descentralizada.

Fuente: CasaDomo.com (2012)

- **Arquitectura distribuida**

En este caso, no existe la figura del controlador centralizado, sino que toda la inteligencia del sistema está distribuida por todos los módulos, sean sensores o actuadores. De esta forma cada elemento del sistema es programado independientemente, capaz de actuar y enviar información al sistema según el programa. [HRP, 2011] Las ventajas de estos sistemas son:

- Modular y de fácil instalación y ampliación (utiliza menos cableado)

- El mal funcionamiento de un elemento no impide el correcto funcionamiento de los demás elementos de la instalación.

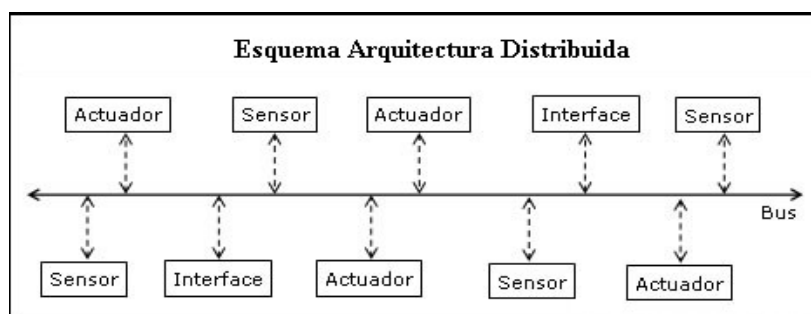


Figura 10. Esquema de la Arquitectura Distribuida.

Fuente: CasaDomo.com (2012)

- **Arquitectura híbrida o mixta**

Son sistemas que combina las arquitecturas centralizada, descentralizada y distribuidas en cuanto a que disponen de varios pequeños dispositivos capaces de adquirir y procesar la información de múltiples sensores y transmitirlos a un grupo de dispositivos distribuidos por la vivienda; bajo el gobierno de un controlador central. [3] y [LHN, 2007]

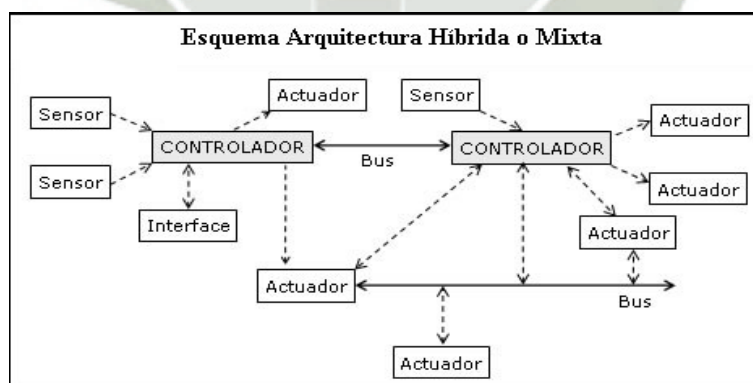


Figura 11. Esquema de la Arquitectura Mixta.

Fuente: CasaDomo.com (2012)

F. Dispositivos o componentes en domótica

Una instalación domótica está compuesta por una serie de elementos, los cuales detectan un cambio de estado en una variable física; estos dispositivos llamados sensores transmiten la información al sistema de control mediante interfaces y acondicionadores de señal para adaptar las señales entre los distintos componentes del hardware, utilizando una estructura de comunicaciones para que interactúen con otros dispositivos llamados actuadores, encargados de ejecutar, en consecuencia, las acciones de control en función de unas normas establecidas por el usuario. [LLSE, 2012]

Los elementos que componen un sistema domótico se clasifican en los siguientes tipos:

i. Sensores

El sensor percibe los cambios de la magnitud en cuestión, como temperatura, posición o concentración química, mientras que el transductor convierte estas mediciones en señales generalmente eléctricas para suministrar la información a instrumentos de lectura y registro o para el control de las magnitudes medidas. [HAI, 2011]

Dentro de las características que posee un sensor se pueden destacar:

- Aunque generalmente proporcionan señales eléctricas, en algunos casos pueden generar otros tipos de señales.
- Pueden funcionar con contacto físico (sensores de toque) o sin contacto físico (sensores ópticos).

Para evaluar y valorar la calidad de un sensor se debe tener en cuenta una serie de conceptos y definiciones que los caracterizan, [LHN, 2007] dentro de los cuales se encuentran:

- Amplitud: Es la diferencia entre los límites de la medición.
- Calibración: Es un patrón de la variable medida que se aplica mientras se observa la señal de salida.
- Exactitud: Es la concordancia entre el valor medido y el valor real.
- Factor de escala: Es la relación entre la salida y la variable medida.
- Fiabilidad: Es la probabilidad de no generar error.
- Histéresis: Es una trayectoria o recorrido diferente de la medida cuando aumenta o disminuye.
- Offset: Valor de la salida del sensor cuando la magnitud medida es 0.
- Precisión: Cociente entre el máximo error de la señal de salida respecto del máximo valor de salida y se expresa en porcentaje.
- Rango dinámico: Es la diferencia entre los valores máximo y mínimo que pueden ser medidos por el sensor.
- Rango de temperatura de servicio: Rango de temperaturas de trabajo donde la señal de salida permanece dentro del error especificado.
- Resolución: Es el menor cambio detectable en la magnitud medida que puede causar un cambio en la magnitud de salida.
- Ruido: Perturbación aleatoria no deseada que modifica el valor medido.

- Sensibilidad: Es la relación entre la variación de la salida y el cambio en la variable medida.

ii. Unidad de control

Se puede decir que la unidad de control es el elemento principal donde se encuentra la mayor parte de la “inteligencia” de un sistema domótico o inmótico. Se encarga de recibir las señales provenientes de los sensores, analizarlas, procesarlas y transmitir las hacia los actuadores para que realicen la función de control determinada. Allí es donde se encuentran los algoritmos y comandos escritos en algún lenguaje de programación para que pueda inter-operar con el hardware del sistema, llevando a cabo la regulación de las órdenes en función de las necesidades del usuario. [3]

De acuerdo con la configuración y arquitectura de la red en donde se encuentra la unidad de control, es posible lograr la identificación del elemento principal del sistema, siendo el dispositivo central en sistemas centralizados o puede estar repartida en distintos artefactos electrónicos una vez realizada la programación en sistemas donde se utilice un computador o un microprocesador como unidad principal de procesamiento. [RGJ, 2009]

iii. Actuadores

Son dispositivos que reciben la orden de una unidad de control y en función a ella activan un elemento final de control (encendido/apagado, subida/bajada de persiana, etc.). Existen varios tipos de actuadores.

Ejecutan las órdenes obtenidas mediante las entradas al sistema, convirtiendo una magnitud eléctrica en otra de otro. Se puede decir que realizan, de alguna manera, un proceso inverso al de los sensores.

Los actuadores se pueden clasificar en tres tipos diferenciados según su constitución: electromecánicos (motores, electroválvulas, relés, contactores, cerraduras digitales), acústicos (sirenas, bocinas, altavoces) y luminosos (paneles, monitores, lámparas). [OCW, 2010]

iv. Interfaces

Se refieren al medio con el que el usuario puede comunicarse e interactuar con el sistema, ya sean pantallas diseñadas para el control desde un computador, acceso del celular, Tablet, etc. [RGJ, 2009]

1.4. Técnicas y herramientas

Para tomar en cuenta el proceso de desarrollo del software, se consideró la metodología RAD (Rapid Application Development) [CFF, 2006], ya que permite un desarrollo iterativo del software, donde se da un enfoque de construcción basado en módulos o fases de desarrollo, que en este caso se hizo uso de las herramientas CASE [10], es decir, si se entienden bien los requerimientos por parte del cliente, se desarrolla el software en un periodo corto de tiempo y brindando un sistema funcional que engloba usabilidad, utilidad, y rapidez de ejecución. [15]

Consideraciones técnicas basadas en la arquitectura cliente/servidor:

- a) Software básico
 - Windows Xp, Windows Vista, Windows 7, 8, 8.1.
 - MS Internet explorer, Google chrome, opera, mozilla Firefox.
- b) Herramientas de desarrollo

- Arduino
 - Visual Studio 2010 Ultimate
 - Base de Datos Microsoft SQL Server 2008
- c) Arquitectura aplicación
- Interfaces: Visual Studio 2010
 - Ámbito: Computadoras personales, laptop, tablet y celular móvil.
- d) Arquitectura ejecución
- Modelo: cliente/servidor
 - Acceso: intranet, internet.
 - Cantidad de usuarios: Configurado por cliente.
 - Tipo de aplicación: Interactivo.

1.5. Aspectos Relevantes del desarrollo

Para el desarrollo del sistema, se realizará una arquitectura híbrida, ya que el software será centralizado y distribuido el módulo de control domótico debido a los múltiples sensores y dispositivos. Se descentralizará el área de la proyección energética, debido a las funciones y datos que el usuario debe ingresar al sistema para luego mostrarle información procesada.

En el siguiente diagrama, detallamos resumidamente las fases de análisis y diseño y la forma de comunicación que tendrá cada módulo:

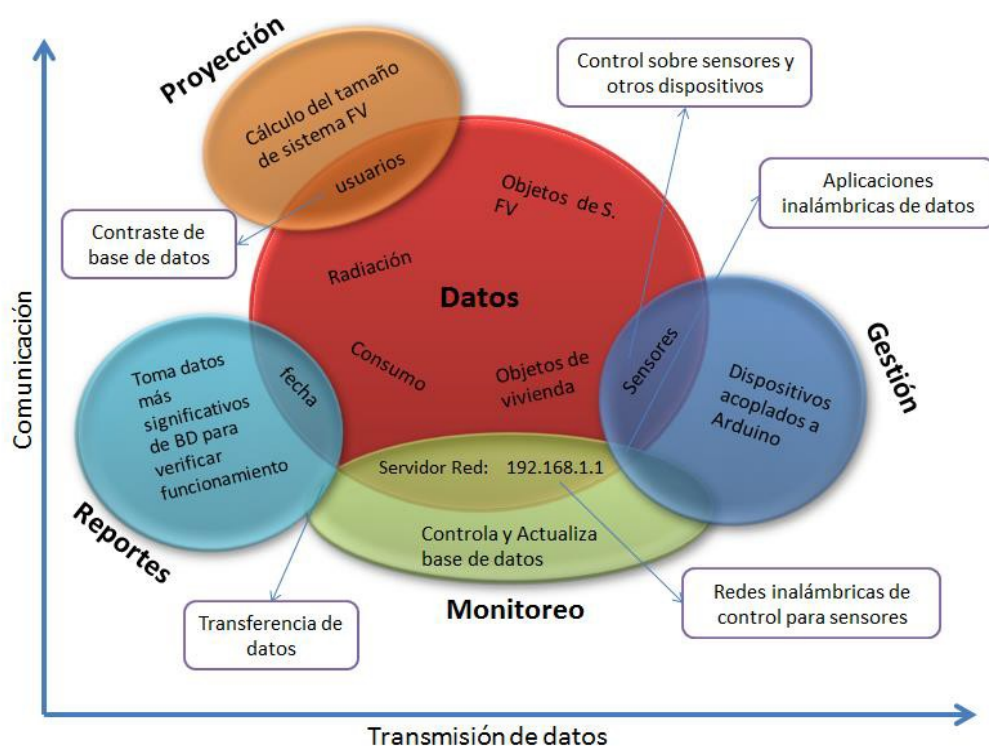


Figura 12. Estructura de las fases de desarrollo.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Junio)

1.5.1. Análisis de los requerimientos del proyecto

Requerimiento R-01	Asesoramiento y elección en cuanto a la proyección energética.
Descripción	Desde una Base de datos, el usuario podrá escoger entre varios tipos de paneles solares, baterías, y otros componentes, donde el sistema de Gestión le indicará: el margen de seguridad, total de energía necesaria, tensión máxima, total de energía con porcentaje de seguridad, cantidad de paneles y baterías que se requieren según el consumo personalizado del usuario, ya que él indicará la cantidad de focos, equipos, cada uno con su respectiva potencia y consumo.
Actor	Usuario, Panel de Gestión

Requerimiento R-02	Visualizar el estado del flujo Energético
Descripción	El usuario requiere visualizar en cualquier momento como se desarrolla el flujo energético, tanto de entrada del sistema fotovoltaico, consumo por sector y consumo general, para poder llevar un mejor control y comprobar si en realidad está ahorrando energía eléctrica.
Actor	Usuario, Panel de Gestión

Requerimiento R-03	Control del sistema de Iluminación y ambientación
Descripción	Los usuarios podrán encender, apagar o cambiar la intensidad de los focos de todo el hogar, además activar o desactivar el autocontrol por sensor, ya que el usuario requiere comodidad y mayor control sobre su vivienda gracias a controles simples que les permitan tener una interacción sencilla al usuario.
Actor	Usuario, Gestor domótico.

Requerimiento R-04	Interfaz interactiva, de fácil aprendizaje
Descripción	Los usuarios requieren una interfaz que no sea muy compleja, pero a la misma vez les proporcione muchas funcionalidades en un solo lugar y de fácil manipulación, por lo general se desarrolla para usuarios con conocimientos básicos en computación, para esto se diseñarán interfaces sencillas con animaciones e íconos de fácil entendimiento.
Actor	Usuario, Sistema de Monitoreo y Gestión

Requerimiento R-05	Comunicación dinámica y con facilidad de multi-accesos
Descripción	Últimamente la tecnología en cuanto a comunicaciones a crecido bastante y junto con ellos, el sistema será escalable y moldeable a las necesidades del usuario, ya que dispondrá de funciones para pc de escritorio, computadoras portátiles, tablets, celulares smartphone, etc
Actor	Usuario, Dispositivos de comunicación

Requerimiento R-06	Comparación, conocimiento y actualización de datos
Descripción	La base de datos del sistema estará siempre disponible, actualizara datos, y se podrá agregar y quitar datos almacenamos de todo el sistema, debe ser flexible, ya que el usuario puede equivocarse al ingresar algún objeto y requiere ser modificado o en su defecto eliminado.
Actor	Usuario, Base de Datos

1.5.2. Fases del Análisis y Diseño

En el diagrama que se muestra a continuación se muestra una visión general de todo el sistema del proyecto que reúne dos sistemas: sistema de gestión y monitoreo energético con el sistema de gestión domótica y como se comunica todo el sistema con la base de datos y los dispositivos que se pueden conectar dentro de la comunicación a través del router con conexión: LAN, WAN y wifi.

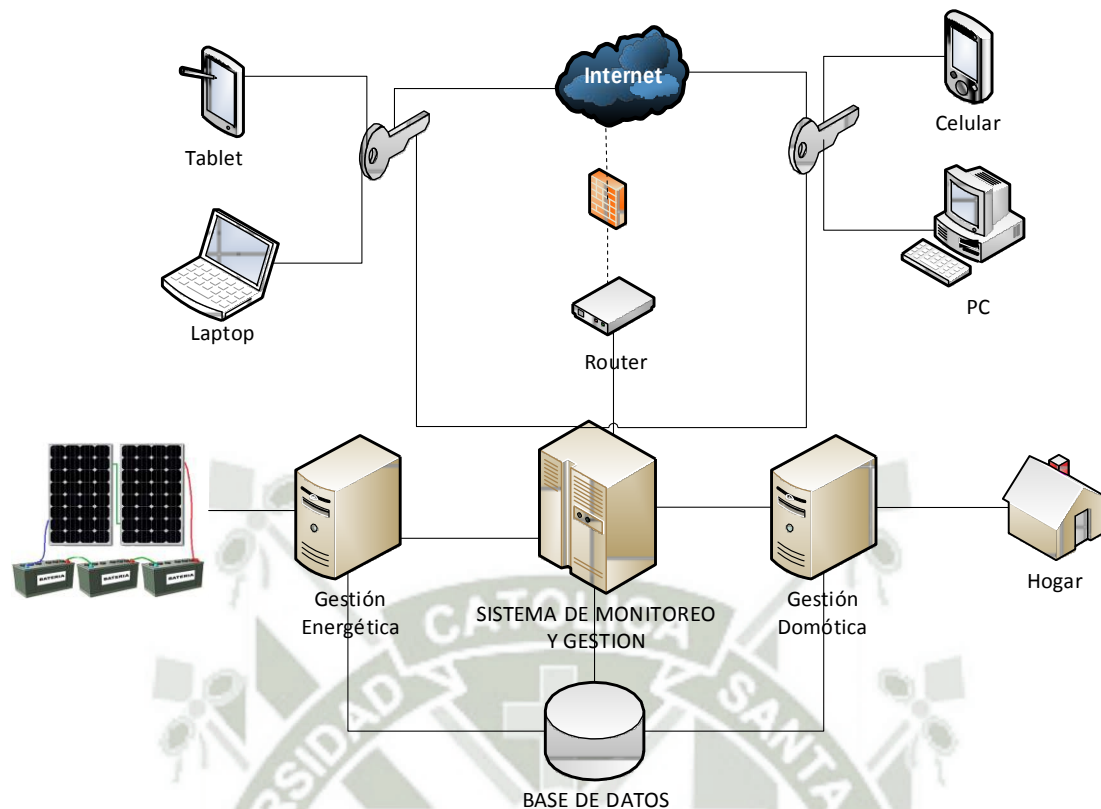


Figura 13. Diseño y Arquitectura de las fases de desarrollo.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Julio)

En base al anterior diagrama, se realizó un diagrama de flujo donde se despliega el funcionamiento de cada módulo, desde abrir la aplicación, funciones y opciones de cada módulo y salir del sistema:

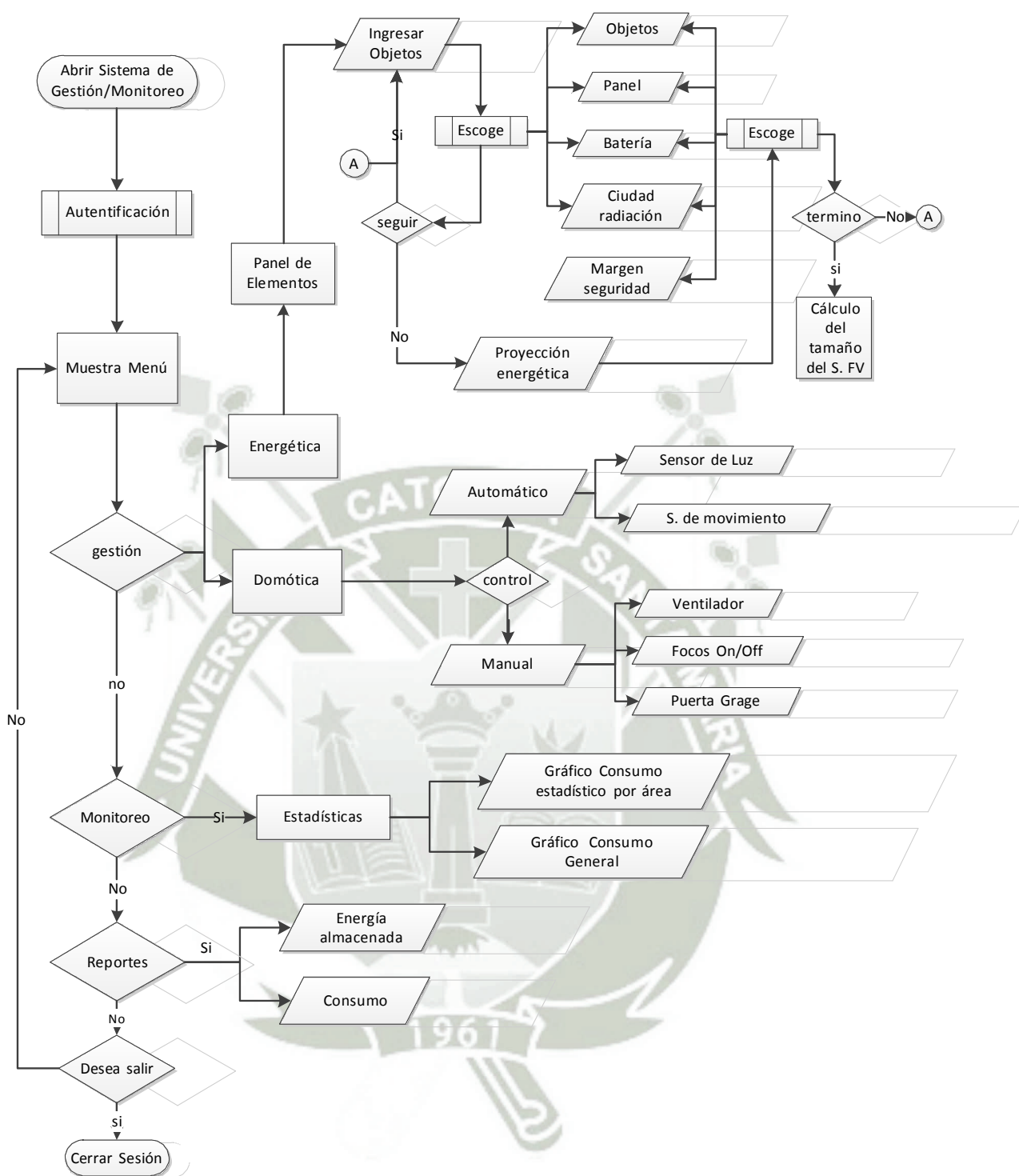


Figura 14. Caso de uso: funcionamiento del sistema de gestión y monitoreo.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Agosto)

2. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

2.1.1. Planificación temporal del proyecto

[illegible]

Fuente: Elaboración propia. (2013, Mayo)

Con el fin de analizar al detalle la integración de los sistemas energéticos autónomos, relacionados con el autoconsumo, y los sistemas domóticos capaces de reducir y/o racionalizar el consumo, se procede a diseñar:

- Una instalación de suministro, a partir de energía solar fotovoltaica.
- Una instalación de distribución de la electricidad.

Dadas las características del proyecto que lo hacen un sistema mixto (hardware y software), con numerosas funcionalidades, decidimos utilizar una metodología incremental, que defina una arquitectura sólida que pueda evolucionar fácilmente y su desarrollo esté dirigido por las funciones:

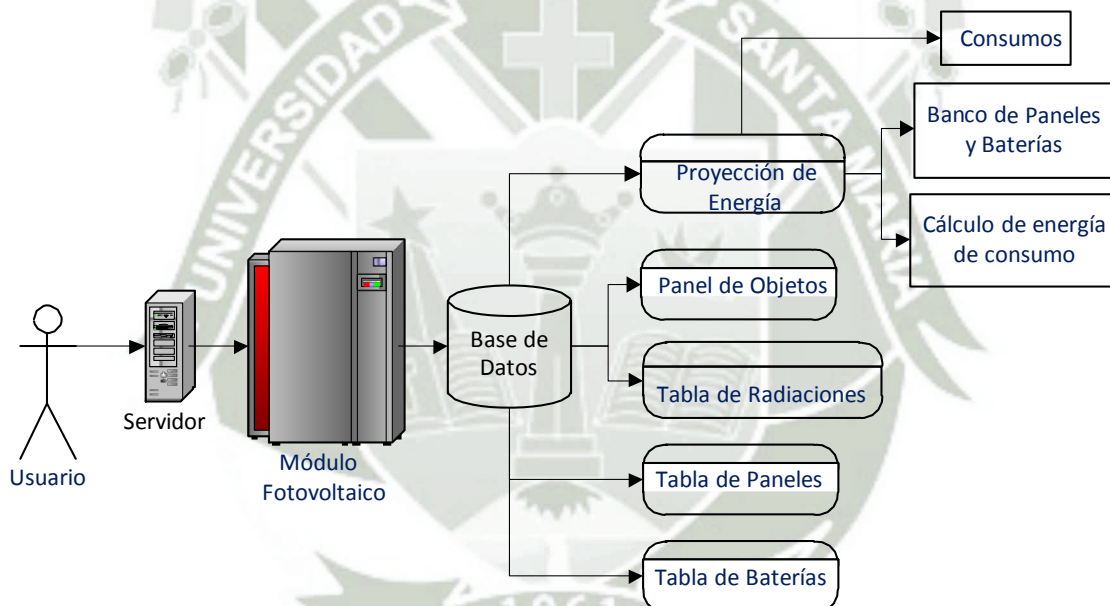


Figura 15. Estructura de los requerimientos de gestión.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Junio)

2.1.2. Ubicación y características

Información base de datos SENAMHI de irradiación solar a nivel nacional. En el marco del proyecto de electrificación rural, la DEP – MEM ha elaborado con la participación de SENAMHI el “Atlas de Energía Solar

del Perú - 2003. En cuanto a la potencia solar, en la gran mayoría de localidades del Perú, la disponibilidad de la energía solar es bastante uniforme (comparada con otros países) durante todo el año, estando casi siempre dentro de un margen de +/- 20 % del promedio anual, lo que es suficientemente alta para ser considerada como una fuente energética potencial. [DGM, 2003]

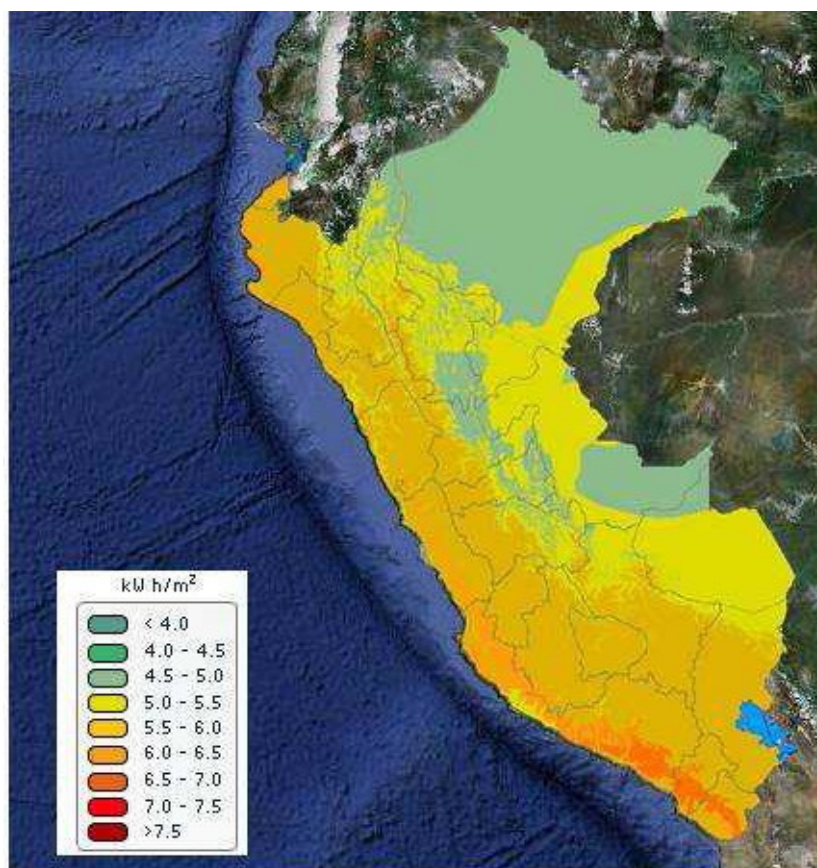


Figura 16. Mapa de radiación solar en Perú.

Fuente: Atlas de Energía Solar del Perú – 2003

	Promedio Anual (Kwh/m2)	
	Menor	Mayor
Costa Sur	6.0	6.5
Costa Centro	5.5	6.0
Sierra	5.5	6.0
Selva Sur	5.0	5.5
Selva Norte	4.5	5.0

Tabla 5: Promedio anual de radiación en Perú.

Fuente: Atlas de Energía Solar del Perú - 2003

Ubicación: La instalación se desarrolla sobre una vivienda, en la ciudad de Arequipa, debido a varias condiciones climatológicas, donde se tomaron en cuenta los siguientes estudios:

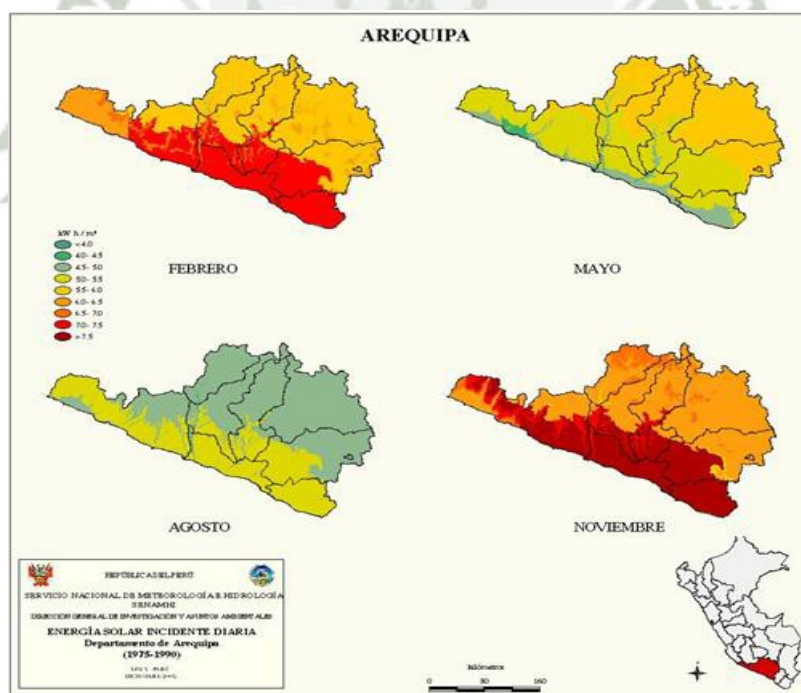


Figura 17. Radiación Solar en Arequipa por Estaciones.

Fuente: Atlas de Energía Solar del Perú – 2003

Tabla de radiación	
Mes	Diario de radiación solar - horizontal
kWh / m ² / d	
Enero	6.57
Febrero	6.32
Marzo	6.12
Abril	5.53
Mayo	4.89
Junio	4.49
Julio	4.64
Agosto	5.19
Septiembre	6.00
Octubre	6.73
Noviembre	7.08
Diciembre	7.04
Anual	5.88
min	4.49

Tabla 6: Promedio de Radiación en Arequipa.

Fuente: Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (2013, Enero – Marzo).

2.1.3. Análisis y estructura para el sistema eléctrico

El siguiente cuadro hace referencia al nivel de consumo de energía eléctrica tanto en términos absolutos como en valores por cada poblador de la región de Arequipa.

Indicadores		Período						
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Consumo de energía eléctrica	Gw.h	1 004	1 006	980	1 112	1 237	2 036	2 236
	Participación a nivel nacional	5,2	5,0	4,6	5,0	5,1	7,7	7,8
Consumo de energía eléctrica per cápita	Kw. hora / habitante	904	903	870	936	1 056	1 715	1 847

Tabla 7: Consumo de energía eléctrica en Arequipa.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2009)

Sistema eléctrico interconectado nacional					
Región		Tensión Kv	PPM* S/. Kw - mes	PEMP** ctm S/. Kw.h	PEMF*** ctm S/. Kw.h
Piura	Piura Oeste	220	17.03	0.392758621	0.372758621
Lambayeque	Chiclayo Oeste	220	17.03	0.38137931	0.363103448
La Libertad	Trujillo norte	220	17.03	0.366206897	0.35
Ancash	Chimbote 1	220	17.03	0.359310345	0.343793103
Lima	Ventanilla	220	17.03	0.338965517	0.323448276
	Lima	220	17.03	0.337931034	0.323793103
	Cajamarquilla	220	17.03	0.337931034	0.324137931
Ica	Ica	220	17.03	0.337241379	0.325862069
	Marcona	220	17.03	0.344827586	0.332068966
Junín	Mantaro	220	17.03	0.330344828	0.316896552
Huancavelica	Huancavelica	220	17.03	0.331724138	0.319310345
Ucayali	Tingo María	220	17.03	0.343793103	0.329310345
	Aguaytia	220	17.03	0.339655172	0.327931034
	Pucallpa 138	138	17.03	0.350689655	0.336206897
	Pucallpa 60	60	17.03	0.35137931	0.336551724
	Tingo María 138	138	17.03	0.347241379	0.335172414
Huánuco	Huánuco	138	17.03	0.341724138	0.330344828
Cusco	Machupicchu	138	17.03	0.364827586	0.332068966
	Cusco	138	17.03	0.377931034	0.344137931
Puno	Azángaro	138	17.03	0.370689655	0.346206897
	Juliaca	138	17.03	0.379655172	0.355517241
	Puno 138	138	17.03	0.381034483	0.358965517
	Puno 220	220	17.03	0.380689655	0.358965517
Arequipa	Arequipa	138	17.03	0.374827586	0.354827586
	Cerro Verde	138	17.03	0.375862069	0.355862069
Moquegua	Ilo ELP	138	17.03	0.378965517	0.365517241
	Toquepala	138	17.03	0.383103448	0.364137931
Tacna	Tacna 220	220	17.03	0.383103448	0.36137931
	Tacna 66	66	17.03	0.385862069	0.362413793

Tabla 8: Sistema eléctrico interconectado del Perú 2012.

Fuente: OSINERGMIN – Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria

➤ Circuito y consumos eléctricos

El hecho que la instalación esté sectorizada es para evitar interrupciones innecesarias en todo el conjunto, y que en caso de fallo en un circuito, las consecuencias sean mínimas para el resto de la instalación. La alimentación de los diferentes circuitos se realiza, de manera que, las potencias de las tres fases queden de la manera más equilibrada posible. Con el objetivo de saber la necesidad de energía

eléctrica de nuestra vivienda se realiza un estudio de previsión de cargas.

A continuación se presenta un listado de los equipos que se pueden tener en una vivienda [OSI, 2004], tanto los conectados continuamente como aquellos de los que se hace un uso puntual:

ARTEFACTOS ELÉCTRICOS QUE UTILIZA NORMALMENTE	POTENCIA ELÉCTRICA		Nº DE EQUIP OS	HORAS CONSU MO DIARIO	DÍAS CONSU MO MES	CONSUMO MENSUAL EN kWh
	Watts	kW				
Fluorescentes led	12	0.012	6	6	30	12.96
Focos leds	7	0.007	6	5	30	6.3
Plancha eléctrica	1000	1	1	1	7	7
TV de 32"	34	0.034	1	6	30	6.12
TV de 49"	50	0.05	1	4	30	6
DVD	12	0.012	1	4	8	0.384
Radio	30	0.03	1	4	30	3.6
Equipo de Sonido	80	0.08	1	10	30	24
Refrigeradora	350	0.35	1	10	30	105
Lavadora	500	0.5	1	1	12	6
Horno Microondas	1100	1.1	1	0.25	30	8.25
Licuada	300	0.3	1	0.2	30	1.8
Aspiradora	250	0.25	1	0.75	4	0.75
Lustradora	190	0.19	1	0.2	4	0.152
Computadora	120	0.12	1	4	30	14.4
						202.716

Tabla 9: Cálculo de consumo energético en una casa promedio.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Mayo)

➤ **Calculo de dimensionado**

Es el proceso mediante el cual se determina el tamaño de la instalación necesaria para cubrir la demanda de energía eléctrica de las cargas de consumo, a partir de la energía disponible de la radiación solar.

Los pasos a seguir para dimensionar el sistema fotovoltaico son:

1. Obtener la demanda diaria media mensual de energía que debe ser capaz de suministrar el sistema solar. Datos aportados por el consumidor, y deben ser lo más realistas posibles para evitar desviaciones. Se puede obtener, solicitando las facturas del último año y completar un tabla con el consumo por meses.
2. Obtener la radiación disponible. Depende del lugar donde se realiza la instalación y de la inclinación de los módulos. Se necesita conocer la irradiación y la temperatura que se tiene todos los meses. [SFE, 2011]
3. Tamaño del sistema de generación. Se elige el tipo de módulo. Y se realiza un balance de energía según del mes más desfavorable y el número de paneles necesarios para cubrir las necesidades de energía.
4. Cantidad de baterías, se elige la tensión de trabajo de la instalación, el número de días de autonomía y la profundidad de descarga máxima de la batería. Se suelen tomar entre 3 y 5 días de autonomía. [MMJ2011]
5. Elegir el regulador adecuado para establecer un buen acoplamiento entre el subsistema de generación y el de acumulación. [MEM2007]

➤ Cálculo de pérdidas

Para el análisis de sombras el método tradicional es el mapa de sombras: donde se debe Situar en el punto central de la instalación mirando al sur, en su defecto en la dirección que apunten las líneas de placas. Se suman los valores de la tabla de pérdidas anuales por sombras, las perdidas serán finalmente un %. [MMJ2011]

$\beta = 35^\circ \alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0.00	0.00	0.00	0.03
11	0.00	0.01	0.12	0.44
9	0.13	0.41	0.62	1.49
7	1.00	0.95	1.27	2.76
5	1.84	1.50	1.83	3.87
3	2.70	1.88	2.21	4.67
1	3.15	2.12	2.43	5.04
2	3.17	2.12	2.33	4.99
4	2.70	1.89	2.01	4.46
6	1.79	1.51	1.65	3.63
8	0.98	0.99	1.08	2.55
10	0.11	0.42	0.52	1.33
12	0.00	0.02	0.10	0.40
14	0.00	0.00	0.00	0.02

Tabla 10: Mapa de sombras.

Fuente: Proyecto de un hogar digital en pro de la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables. [MMJ2011]

2.1.4. Estructura del prototipo en escala dimensionado

Se ha tomado una escala de 1 a 100, el cual está realizado en una maqueta representativa de un hogar, tomando esta escala se ha considerado

tomar lo mismo para un panel fotovoltaico de 12V de corriente continua. El cual consta de los siguientes implementos, un controlador y una batería.

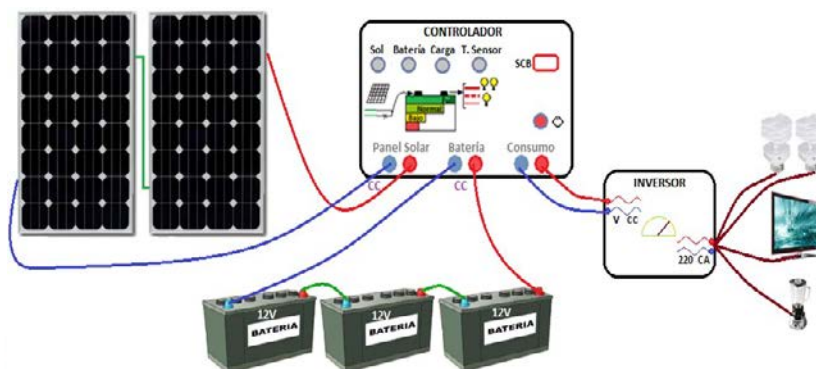


Figura 18. Estructura del sistema fotovoltaico.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Mayo)

2.1.5. Cableado y canalizaciones

Se realizó un cableado de red eléctrica y de red de forma individual, utilizamos los cables UTP de categoría 5 para la transmisión de los datos de los sensores y también utilizamos cables jumpers flexibles para conectar al protoboard, todo pasara por el lado superior de los muros y techo falso.

2.1.6. Presupuesto Maqueta

Material	Cantidad	Precio
Triplay Lupun 4mm	1	S/. 13.50
Liston 1"x1 ½"x8	1	S/. 19.60
Cartón Compacto Gris #14	5	S/. 17.50
Cartón Compacto Gris #6	3	S/. 13.30
Silicona Liquida	3	S/. 15.30
Tecnopor 1'	4	S/. 12.00
Tecnopor 1/4'	2	S/. 3.00
Cuchilla	2	S/. 4.00
Papel Canson	6	S/. 12.00
TOTAL		S/. 110.20

Tabla 11: Cuadro presupuestal para maqueta.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Julio)

2.1.7. Hardware

En este punto se detallaran los componentes o accesorios que trabajarán en conjunto con la placa Arduino, donde se verán sus características y funciones que permitirán un mejor funcionamiento y optimización para el desarrollo del prototipo.

A. Arduino UNO

El Arduino Uno es una placa electrónica basada en el microprocesador ATmega328. Tiene 14 pines digitales de entrada / salida, 6 entradas analógicas, un 16 MHz resonador cerámico, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP (Programa de circuito serial), y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador, basta con conectarlo a un

ordenador con un cable USB o el poder con un adaptador AC-DC o batería para comenzar. [1] y [LLSE, 2012]

Microcontroladores	ATmega328
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Pines E / S digitales	14 (de los cuales 6 proporcionan PWM)
Pines de entrada analógica	6
DC Corriente por I / O Pin	40 mA
Corriente CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB utilizado por gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad del reloj	16 MHz

Tabla 12: Especificaciones técnicas de Arduino UNO.

Fuente: Página oficial de Arduino: <http://arduino.cc/>.

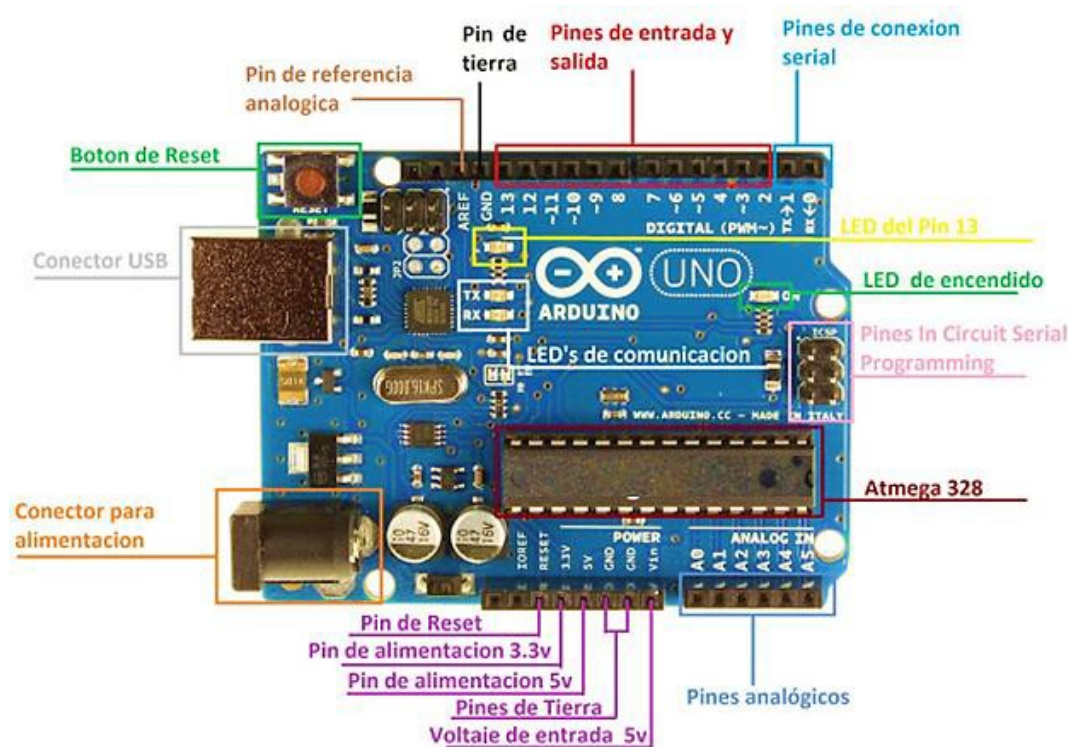


Figura 19. Elementos de la placa Arduino UNO.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Julio)

Los pines de alimentación son:

- **VIN:** El voltaje de entrada al Arduino se aloja cuando esto usa una fuente de poder externa (a diferencia de 5 voltios de la conexión USB u otra fuente de poder regulada). Usted puede suministrar el voltaje por este pin. [1]
- **5V:** Este pin tiene como salida 5V desde el tablero, que puede ser alimentado ya sea desde la toma de la corriente continua (7 a 12V), el conector USB (5V) o el pin VIN. El suministro de tensión a través de los 5V o 3.3V pins no pasa por el regulador.
- **3V3:** Un suministro de 3,3 voltios generado por el regulador a bordo. El drenaje actual máximo es de 50 mA. [LLSE, 2012]

- **GND:** patillas de tierra. [1]
- **IOREF:** Este pin proporciona la referencia de tensión con la que opera el microcontrolador. Un escudo configurado puede leer el voltaje y seleccionar la fuente de alimentación adecuada o habilitar voltaje en las salidas para trabajar con 5V o 3.3V. [1]

Memoria: Cuenta con 32 KB y dispone de 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM. [1]

Entrada y salida: Cada uno de los 14 pines digitales en el Arduino Uno se puede utilizar como una entrada o salida, usando las funciones: `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, y `digitalRead ()`. Cada pin proporciona o recibe un máximo de 40 mA y tiene una resistencia pull-up interna de 20 a 50 kOhm. [LLSE, 2012]

Reset: Lleve esta línea LOW para reiniciar el microcontrolador. Normalmente se utiliza para agregar un botón de reinicio para escudos que bloquean la que está en el tablero.

El Arduino Uno tiene 6 entradas analógicas, etiquetados: A0 a A5, cada uno de los cuales proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1.024 valores diferentes). Por defecto se miden desde 0 a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango con el pin AREF y la función: `analogReference function ()`. [1]

B. Arduino Ethernet Shield

La Arduino Ethernet Shield permite que una placa Arduino se pueda conectar a Internet. Se basa en el W5100 Wiznet chip de Ethernet. El

Wiznet W5100 proporciona una red (IP) capaz de TCP y UDP. [1] Esta placa se sobrepone a otra placa para darle conexión a internet, y permite que la disposición de pines de la placa Ethernet esté dispuesta para poder conectar dispositivos. La desventaja es que deja menos pines hábiles de la placa donde se superpone la placa Ethernet shield. [13]

Microcontroladores	ATmega328
Voltaje de funcionamiento	5V
Plug Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Plug Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Voltaje de entrada PoE (límites)	36-57V
Pines E / S digitales	14 (4 de las cuales utiliza para salidas PWM)
Arduino pines reservados:	10 al 13 utilizado para SPI 4 usado para la tarjeta SD 2 W5100 de interrupción (puenteado)
Pines de entrada analógica	6
DC Corriente por I / O Pin	40 mA
Corriente CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash 32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB utilizado por gestor de arranque	SRAM 2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad del reloj	16 MHz

Tabla 13: Especificaciones técnicas de Arduino Ethernet Shield.

Fuente: Página oficial de Arduino: <http://arduino.cc/>

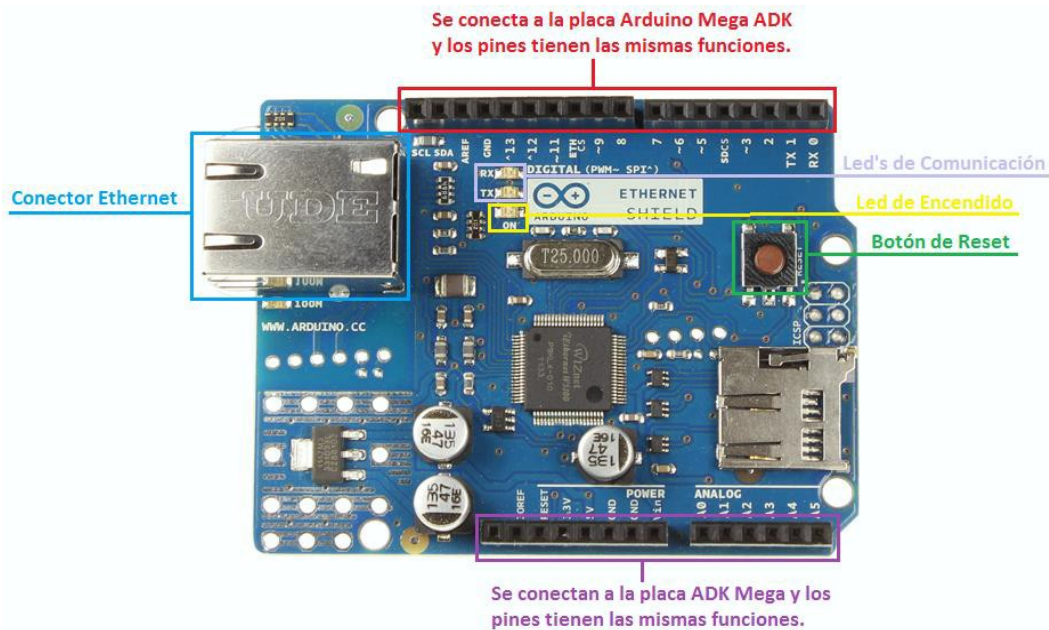


Figura 20. Elementos de la placa Arduino Ethernet Shield.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Julio)

Los pines de alimentación:

- **VIN:** El voltaje de entrada al Arduino se aloja cuando esto usa una fuente de poder externa (a diferencia de 5 voltios de la conexión USB u otra fuente de poder regulada). Usted puede suministrar el voltaje por este pin. [1]
- **5V:** Este pin tiene como salida 5V desde el tablero, que puede ser alimentado ya sea desde la toma de la corriente continua (7 a 12V), el conector USB (5V) o el pin VIN. El suministro de tensión a través de los pines 5V o 3.3V. [1]
- **3V3:** Una tensión de 3,3 voltios, que está integrado en la placa y tiene una corriente máxima de salida es de 50 mA. [1]
- **GND:** Patillas de tierra.

La opción PoE módulo está diseñado para que pueda recibir alimentación a través de un 'par trenzado CAT5 "convencional cable Ethernet:

- IEEE802 0,3 compatible.
- Ondulación baja de la salida y el ruido (100mVpp).
- Voltaje de entrada de 36V a 57V gama.
- Protección contra sobrecarga y cortocircuito.
- Salida 9V.
- Alta eficiencia convertidor DC / DC: tipo 75% a 50% de carga.
- 1500V de aislamiento (entrada a salida). [1]

Memoria: Consta de 32 KB de la memoria, también dispone de 2 KB de SRAM y 1 KB EEPROM, con la librería EEPROM puede ser leído y escrito. [2]

Entrada y salida

Cada uno de los 14 pines digitales del Arduino se puede utilizar como entrada o salida. Para esto, las funciones son pinMode (), digitalWrite () , y digitalRead () están disponibles. Operan con un voltaje de 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir una corriente máxima de 40 mA y tiene una resistencia pull-up de 20 a 50 ohms, que por defecto no está conectado. Además, hay funciones específicas:

El Ethernet tiene 6 entradas analógicas. Se llaman A0 a A5 y cada uno tiene una resolución de 10 bits (es decir, 1.024 pasos). Por defecto se miden desde el suelo a 5 voltios. El límite superior puede, sin embargo, utilizando el pin AREF y la función analogReference (). Además, algunos de los pasadores tienen funciones especiales:

- **TWI:** Pin A4 (SDA) y los pines A5 (SCL) le ayudará comunicación TWI utilizando la librería Wire.

- **AREF:** Esta es la tensión de referencia a las entradas analógicas.
Se calcula utilizando la función `analogReference()`.
- **Reset:** Estas líneas se encuentra bajo, el microcontrolador se reinicia.

El protector provee un estándar RJ45 conector Ethernet. [1]

El escudo contiene un número de informativos LED:

- **PWR:** Indica que la placa y el escudo son alimentados.
- **ENLACE:** Indica la presencia de un enlace de red y parpadea cuando el escudo transmite o recibe datos.
- **FULLD:** Indica que la conexión de red es full dúplex.
- **100M:** Indica la presencia de un Mb / s de conexión 100 de red (en lugar de 10 Mb / s).
- **RX:** Parpadea cuando la pantalla recibe datos.
- **TX:** Parpadea cuando el escudo envía datos.
- **COLL:** Parpadea cuando se detectan colisiones de red.

C. Arduino Mega ADK

El Arduino ADK es una placa electrónica basada en el ATmega2560. Cuenta con una interfaz host USB para conectar con los teléfonos basados en Android, basado en el MAX3421E IC. Tiene 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos serie de hardware), un oscilador de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio. [1]

Microcontroladores	Atmega2560
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Pines E / S digitales	54 (de los cuales 15 proporcionan PWM)
Pines de entrada analógica	16
DC Corriente por I / O Pin	40 mA
Corriente CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	256 KB de los cuales 8 KB usados por bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

Tabla 14: Especificaciones técnicas de Arduino Mega ADK.

Fuente: Página oficial de Arduino: <http://arduino.cc/>.

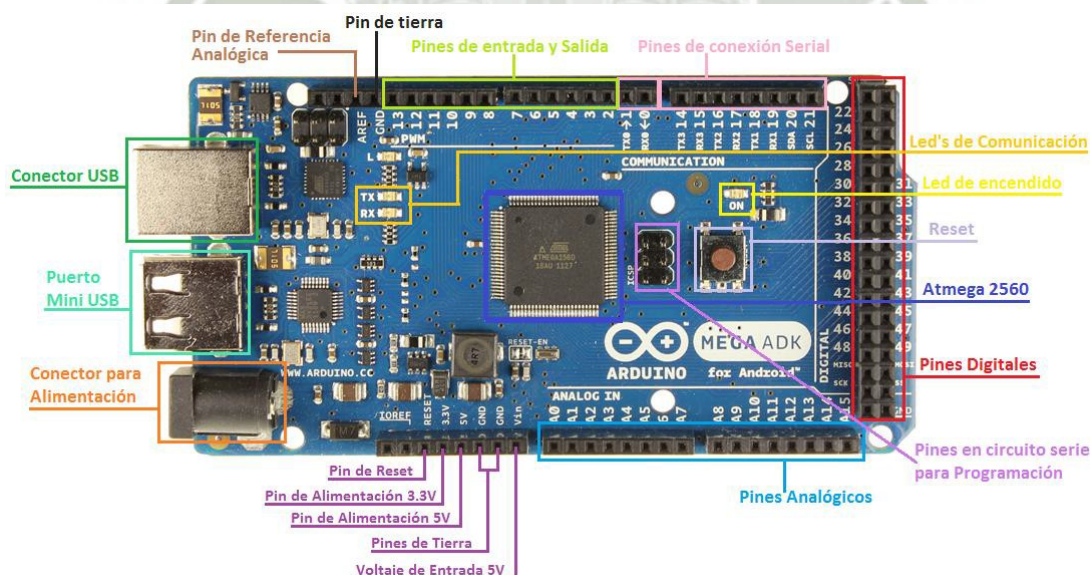


Figura 21. Elementos de la placa Arduino Mega ADK.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Julio)

Los pines de alimentación son como sigue:

- **VIN:** El voltaje de entrada al Arduino se aloja cuando esto usa una fuente de poder externa (a diferencia de 5 voltios de la conexión USB u otra fuente de poder regulada). Usted puede suministrar el voltaje por este pin. [1]
- **3V3:** Un suministro de 3,3 voltios generados por el regulador a bordo. El drenaje actual máximo es de 50 mA.
- **GND:** Conexión a tierra.
- **IOREF:** Este pin de la placa Arduino proporciona la referencia de tensión con la que opera el microcontrolador y selecciona la fuente de alimentación adecuada en salidas de 5V o 3.3V. [1]

Memoria: La placa ADK tiene 256 KB de memoria flash para el almacenamiento de código, donde utiliza 8 KB para el gestor de arranque, 8 KB de SRAM y 4 KB de EEPROM. [1]

Entrada y salida

Cada uno de los 50 pines digitales del ADK se puede utilizar como una entrada o salida, usando las funciones: `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, y `digitalRead ()`, que funcionan a 5V. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tienen una resistencia pull-up interna (desconectada por defecto) de 20 a 50 kOhm. Además, algunos pines tienen funciones especializadas:

- **Serie: 0 (RX) y 1 (TX); serie 1: 19 (RX) y 18 (TX); serie 2: 17 (RX) y 16 (TX); serie 3: 15 (RX) y 14 (TX):** Se utiliza para recibir (RX) y de transmisión (TX) de datos en serie TTL. Pines 0

y 1 también están conectados a las clavijas correspondientes de la ATmega8U2 de USB a TTL chip de serie. [1]

- **Interrupciones externas:** 2 (interrupción 0), 3 (alarma 1), 18 (alarma 5), 19 (alarma de 4), 20 (interrupción 3) y 21 (alarma 2) Estos pines pueden ser configurados para activar una interrupción en un valor bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el valor. [1]
- **PWM:** 2 a 13 y 44 a 46 proporcionan PWM de 8 bits con la función: analogWrite ().
- **SPI:** 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS) Estos pines admiten la comunicación SPI utilizando la biblioteca de SPI, que también se desglosan en la cabecera ICSP, y es físicamente compatible con la placa Arduino Uno.
- **USB Host:** MAX3421E. se comunican con el bus SPI. Por lo tanto, se utilizan los pines: Digital: 7 (RST), 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK). No se debe usar el pin digital 7 como entrada o salida, porque se utiliza en la comunicación con MAX3421E.
- **LED 13:** Cuando el pin es un valor alto, el LED se enciende y cuando el pin es bajo, se apaga. [1]
- **TWI:** 20 (SDA) y 21 (SCL) apoyar la comunicación con el TWI librería Wire.

➤ **Dispositivos Acoplables a Arduino**

Para conseguir una optimización del sistema domótico es necesario que además del órgano central que controle el sistema tengamos a

disposición sensores que puedan recoger datos sobre la situación de cada habitación, dependiendo de estos datos el sistema domótico debe ser capaz de comunicarse con los actuadores para mejorar la situación de la vivienda. Los dispositivos estarán conectados mediante cables o directamente acoplados a las placas Arduino. Algunos de ellos disponen de librerías propias, que se adjuntarán al programa para poder usar las distintas funcionalidades de cada uno. [LLSE, 2012]

Los sensores son dispositivos capaces de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas, siempre que estén activados estarán tomando continuamente la situación actual de una habitación y es el servidor o la placa Arduino quien leerá esta información y decidirá cómo actuar. Pueden ser digitales o analógicos. [HBA, 2011]

- Los digitales tienen que ser inicializados como pin de salida con el método pinMode (OUTPUT). Para poder obtener una lectura de los datos se usará el método digitalWrite().
- Los analógicos no requieren esta fase de inicio y para leer lo haremos con analogRead(). [1]

A continuación se describirán los sensores que se utilizarán para el sistema domótico:

D. Sensor de Movimiento IR

El sensor infrarrojo de movimiento toma muestras de temperatura en una habitación para luego detectar cualquier variación en la misma, producto del movimiento de un cuerpo. El sensor es del tipo digital. [7]

	Voltaje de alimentación: 3~5V Corriente: 50μA Tiempo de activación: Regulable de 1-18 seg. Temperatura de Trabajo: 0°C ~ +70°C Nivel de salida(HIGH): 4V Nivel de salida(LOW): 0.4V Angulo de detección: 110° Distancia de detección: 7 metros Dimensiones: 28mm×36mm Peso: 25g
---	---

Figura 22. Especificaciones técnicas del sensor Movimiento IR.

Fuente: didacticaselectronicas.com.

Funcionamiento del Sensor:

Va equipado con uno dos sensores infrarrojos, que transmiten su señal de salida a la unidad central. Las variaciones de temperatura uniformes de la zona a vigilar no son consideradas. La unidad central responde ejecutando automáticamente la secuencia de actuación, previamente programada. El detector de rayos infrarrojos, tiene menor alcance de detección que el detector de microondas. [13]

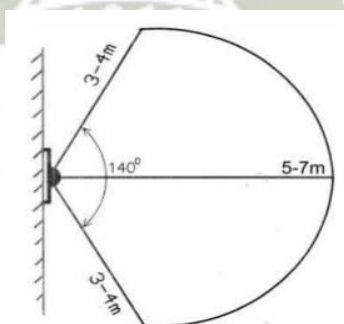


Figura 23. Funcionamiento del sensor de Movimiento IR.

Fuente: didacticaselectronicas.com.

E. Sensor Ultrasónico HC-SR04

Es uno de los más utilizados para medir distancias con rangos que van desde los 2cm hasta los 450 cm. Con una precisión de 3mm y un ángulo de visión máximo de 15 grados es ideal para detectores de obstáculos a distancia, detectores de movimiento, proyectos interactivos donde se requiera transformar la distancia en luz o sonido, etc.

Este sensor es de propósito general y funciona adecuadamente con superficies planas o cuerpos sólidos. [7]



Figura 24. Especificaciones técnicas del sensor Ultrasónico HC-SR04.

Fuente: didacticaelectronica.com.

Funcionamiento del Sensor:

- En el pin IO trigger, una señal en en alto por al menos 10us.
- El módulo automáticamente envía una onda cuadrada de 40Khz y automáticamente detecta el regreso de la señal.
- Se calcula la distancia como $\text{Distancia} = (\text{tiempo} * \text{velocidad del sonido}) / 2$ en el pin Echo. [7]

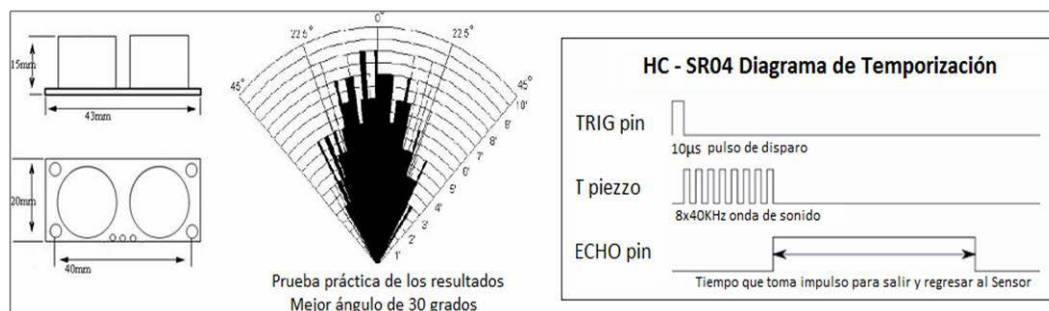


Figura 25. Funcionamiento del sensor Ultrasónico.

Fuente: didacticaselectronicas.com.

F. Sensor Analógico de Luz

El sensor de luz ambiental detecta los niveles de densidad de luz. Es un sensor del tipo analógico. [16] y [LLSE, 2012]

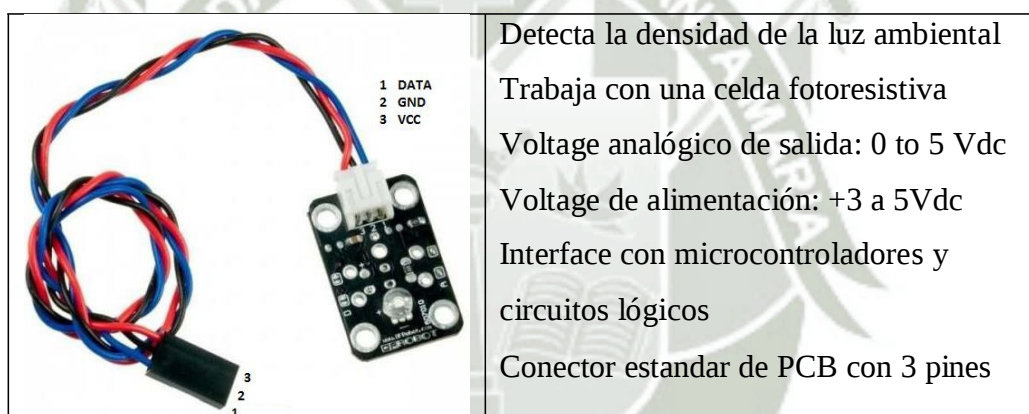


Figura 26. Especificaciones técnicas del sensor de Luz.

Fuente: didacticaselectronicas.com.

Funcionamiento del sensor:

El foto-transistor es un componente electrónico que permite el flujo de corriente en función de la cantidad de luz que llega al sensor. Los foto-transistores son de aspecto similar a los LEDs (diodos emisores de luz), pero su funcionamiento es diferente. Para limitar la corriente que fluye a

través del transistor, siempre debe utilizarse una resistencia, valores típicos rondan los kOhm. [16]

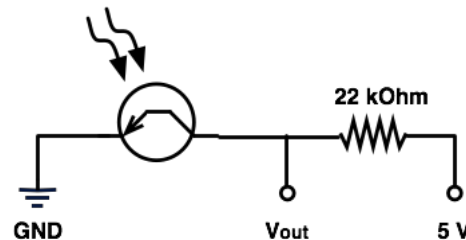


Figura 27. Funcionamiento del sensor de Luz.

Fuente: didacticaselctronicas.com.

G. Sensor de Corriente ACS712 20A

Este sensor mide el amperaje dependiendo de la fuerza del campo magnético y de la corriente de algún dispositivo que se quiera medir, su capacidad de medición es de -20 Amperios a +20 Amperios. [7]

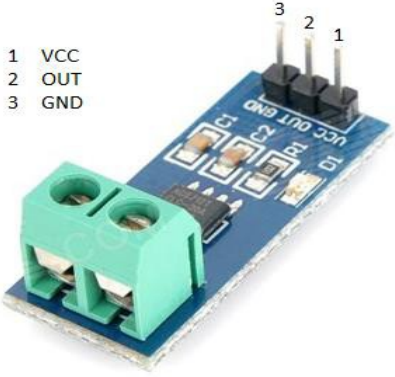
	Fuente de alimentación Pin 5V. El módulo puede medir los positivos y negativos 20 amperios, correspondientes a la salida analógica de 185 mV / A. No hay ninguna detección de la corriente a través de, la tensión de salida es $VCC / 2$. PCB Board Tamaño: 27.4 (mm) x11.8 (mm).
---	---

Figura 28. Especificaciones técnicas del sensor de corriente ACS712 20A.

Fuente: didacticaselctronicas.com.

Funcionamiento del Sensor:

Si fluye corriente por un sensor Hall y se aproxima a un campo magnético que fluye en dirección vertical al sensor, entonces el sensor

crea un voltaje saliente proporcional al producto de la fuerza del campo magnético y de la corriente. Si se conoce el valor de la corriente, entonces se puede calcular la fuerza del campo magnético; si se crea el campo magnético por medio de corriente que circula por una bobina o un conductor, entonces se puede medir el valor de la corriente en el conductor o bobina. [8]

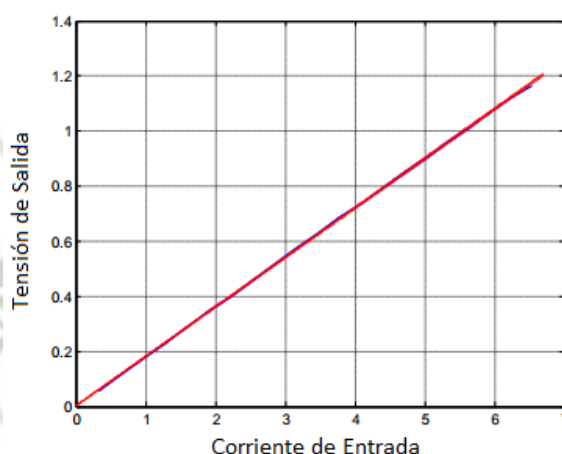


Figura 29. Estadísticas de funcionamiento del Sensor efecto Hall.

Fuente: didacticaselectronicas.com.

H. Sensor de Humedad y Temperatura DHT11

Se caracteriza por tener la señal digital calibrada por lo que asegura una alta calidad y una fiabilidad a lo largo del tiempo, ya que contiene un microcontrolador de 8 bits integrado. Está constituido por dos sensores resistivos (NTC y humedad). Tiene una excelente calidad y una respuesta rápida en las medidas. [13], [20] y [LLSE, 2012]

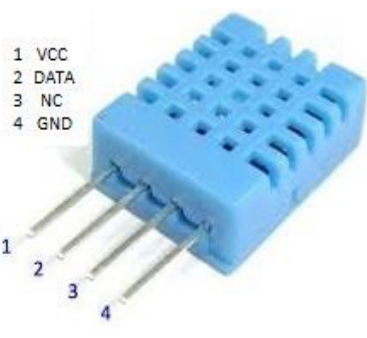
	Tensión de operación: 3 a 5 VDC 2.5mA max. Rango de medición de humedad: 20 - 80% $\pm$ 5%. Rango de medición de temperatura: 0 - 50°C $\pm$ 2%. Máxima velocidad de muestreo: 1Hz. Tamaño: 15.5x12x5.5 mm. 4 pines con paso 0.1".
---	--

Figura 30. Especificaciones técnicas del sensor de Humedad y Temperatura.

Fuente: *didacticaselectronicas.com*.

Funcionamiento del sensor:

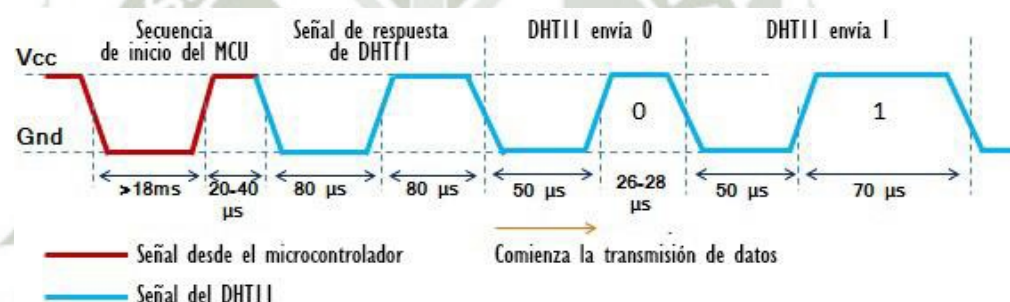


Figura 31. Diagrama de temporización del Sensor DHT11.

Fuente: <http://www.geekfactory.mx/tutoriales/dht11-con-pic>

I. Servomotor S3003

Un Servo es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Con tal de que una señal codificada exista en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje.

Cuando la señal codificada cambia, la posición angular de los piñones cambia.

Los Servos son sumamente útiles en robótica. Los motores son pequeños, tiene internamente una circuitería de control interna y es sumamente poderoso para su tamaño. [17]

 1 GND 2 5V 3 OUT 3 2 1	Engranajes de nylon Rodajes en el eje de salida Voltaje de operación: 4.8V~6.0V Velocidad: 0.23seg/60 grados Torque entregado: 3.2kg/cm 4.8V y 4.1Kg/cm a 6V Dimensiones:40.4mm*19.8mm*36mm Peso: 37.2g
--	---

Figura 32. Especificaciones técnicas del Servomotor S3030.

Fuente: didacticaselectronicas.com.

Funcionamiento del sensor:

Los servos se controlan aplicando una señal PWM por su cable de control. Las señales PWM (Pulse Width Modulation) son digitales (pueden valer 0 ó 1) y permiten que usando un único pin de un microcontrolador podamos posicionar el servo. [2]

Para posicionar el servo hay que aplicar una señal periódica, de 50Hz (20ms de periodo). La anchura del pulso determina la posición del servo. Si la anchura es de 2.3ms, el servo se sitúa en un extremo y si la anchura es de 0.3ms se sitúa en el opuesto. Cualquier otra anchura entre 0.3 y 2.3 sitúa el servo en una posición comprendida entre un extremo y otro.

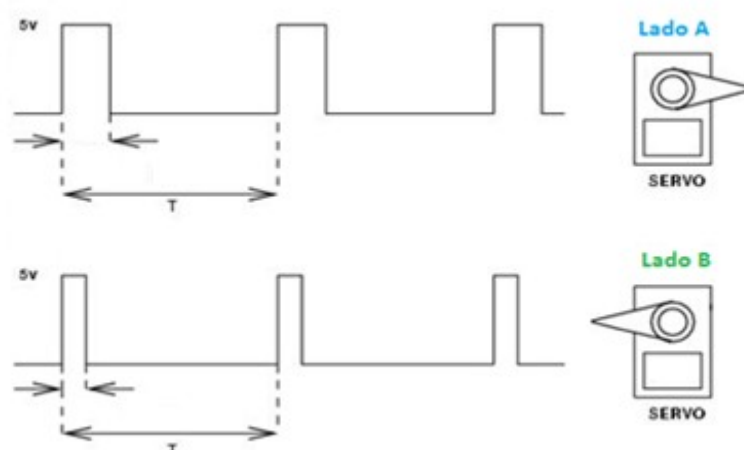


Figura 33. Diagrama de temporización del Servomotor.

Fuente: Elaboración propia (Agosto, 2013)

J. Cooler FAN80

Es un ventilador de ordenador, utilizada para refrigeración activa, y puede referirse a los ventiladores que aspiran aire más fresco en la caja desde el exterior, expulsar el aire caliente del interior, o mover el aire por un disipador de calor para enfriar un componente en particular.

	Dimensiones :80x80x25 mm Voltaje: 12 VDC Corriente: 0.12A Entrada (Watt): 1.44W Flujo de Aire: 28.77 CFM Presión de Aire: 2.72 mmH2O Peso: 78g Conector: 4 pin (PWM) Tiempo de Vida: 50,000 horas. Longitud de Cable: 500 mm
---	--

Figura 34. Especificaciones técnicas del Cooler FAN80.

Fuente: coolermaster.es.

2.1.8. Presupuesto de componentes

Material	Cantidad	Precio
Placa Arduino UNO	1	S/. 95.00
Placa Arduino Ethernet Shield	1	S/. 136.00
Placa Arduino Mega ADK	1	S/. 240.00
Protoboard simple	2	S/. 40.00
Cable apantallado 9 hilos	6 m	S/. 27.00
Cable Jumper Macho-Hembra	60	S/. 33.00
Sensor de movimiento IR	2	S/. 36.00
Sensor ultrasónico HC-SR04	1	S/. 18.00
Sensor analógico de luz	1	S/. 20.00
Sensor de Corriente ACS712 20A range	1	S/. 16.00
Sensor de Humedad y Temperatura DHT11	1	S/. 14.00
Servomotor S3003 Standard NIB Futaba	1	S/. 18.00
Cooler para computador FAN80	1	S/. 4.00
TOTAL		S/. 697.00

Tabla 15: Cuadro Presupuestal de gestión domótica.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Setiembre)

CAPITULO II

3. Estudio de viabilidad del proyecto

Para el estudio y análisis de la viabilidad del proyecto, realizamos un cuadro, donde comparamos los precios tanto del software como el de implementación, y sacamos los costos a futuro, para comprobar que el usuario puede recuperar lo invertido en ahorro energético y en adelante va minimizando los costos conforme se adecúa el sistema a sus necesidades. [CDL, 2012]

Análisis de Costo - Beneficio del proyecto y el software real					
Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Costo desarrollo software	-3500	0	0	0	0
Costo sistema fotovoltaico completo	-5600	0	0	0	0
Costo implementación	-2950	0	0	0	0
Costo operación y mantenimiento	0	-800	-650	-650	-650
Costo de tiempo de flexibilidad	0	-2550	-1400	-750	-450
COSTOS TOTAL	-12050	-3350	-2050	-1400	-1100
Beneficio por funcionamiento	0	350	565	950	1600
Beneficio de ahorro energético	0	30	45	55	100
Beneficio por tiempo ajustado	0	45	50	62	88
BENEFICIOS TOTAL	0	425	660	1067	1788
Costo + Beneficio en tiempo ajustado	-12050	-2925	-1390	-333	688
Periodo de amortización tiempo ajustado	4 años				

Tabla 16: Análisis de Costo - Beneficio del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Octubre)

Como resultado, del análisis costo-beneficio, apreciamos en el Gráfico de Proyección, el cual nos indica que en un periodo de 4 años el sistema propuesto permitirá recuperar a los usuarios, los costos invertidos en el desarrollo del software. Por lo tanto cabe indicar que el sistema a desarrollarse será factible o viable, puesto que en un periodo determinado de tiempo el usuario podrá recuperar sus recursos, dándole la oportunidad de invertir en más dispositivos que le brinden mayor comodidad y/o seguridad en su vivienda o en otras actividades que vea por conveniente.

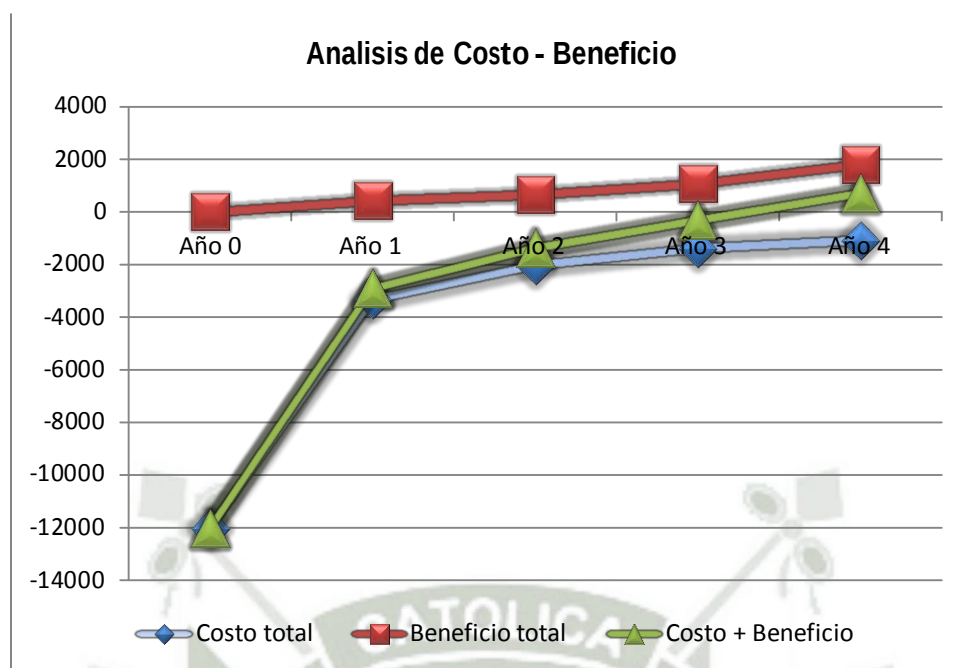


Figura 35. Gráfico de proyección costo-beneficio del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Octubre)

3.1. Especificación de requisitos del software

Para el funcionamiento, lo sectorizamos básicamente en dos sistemas: uno es el del gestión energética y el otro de gestión domótica y ambos también tienen la opción de monitoreo. A continuación se desglosa el funcionamiento de todo el proyecto según funciones para el mejor entendimiento de cada fase del sistema y luego el desarrollo del software.

➤ Gestión energética

Realiza los cálculos de proyección energética del usuario en base a su consumo personalizado, pues podrá saber el tamaño del sistema fotovoltaico que necesita con su margen de seguridad para cubrir su consumo de energía.

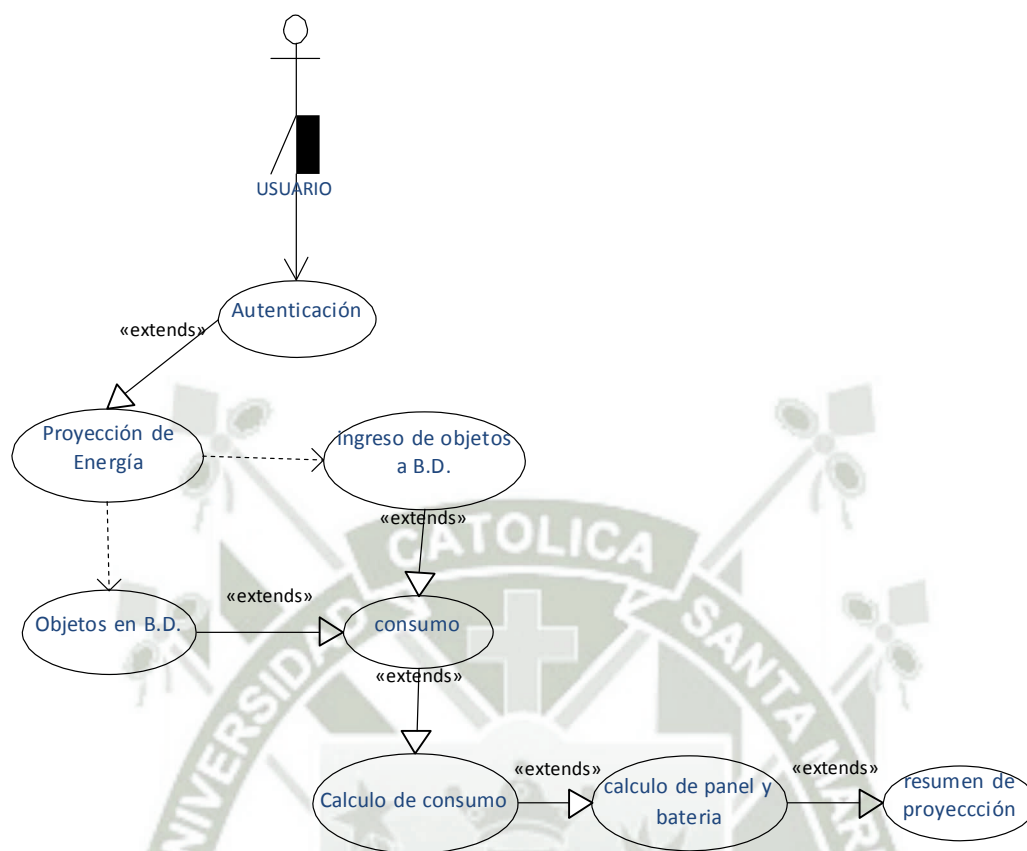


Figura 36. Caso de uso del funcionamiento de la gestión energética.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Octubre)

CU-02	Gestión energética	
Descripción	Proyección y monitoreo de la energía eléctrica.	
Actores	Usuario, Sistema de gestión energética.	
Precondición	- Validación de Usuario. - Ingreso de datos de todo objeto que se utilice dentro del hogar.	
Secuencia normal	1. Para comenzar el usuario debe ingresar con su usuario y contraseña para poder tener acceso a las opciones del sistema. 2. El usuario ingresará a la opción de proyección energética donde debe tener una base de datos donde tenga todos los objetos que consumen energía y de cada uno la cantidad de watt que consume y la cantidad de horas que usualmente los usa e indicar a que área corresponde el objeto es decir si es del comedor, cocina, patio, etc., si no tiene, debe ingresarlos. 3. El sistema realizará un cálculo de su consumo general en base a todos los objetos que usa en la vivienda y además teniendo en cuenta que debe calcular siempre un extra de energía en caso de emergencias y se pueda abastecer. 4. Luego se debe tener en la base de datos una lista de baterías, donde cada uno debe tener la marca, modelo, cantidad de energía que puede almacenar, mínimo de carga; de igual manera con la tabla de panel fotovoltaico, tener modelo, marca, tamaño, cantidad de energía que genera, etc, para que el usuario pueda verificar en base a su consumo y necesidad que batería le conviene mejor para sus sistema FV. 5. Realiza un resumen de la proyección donde le indica la energía que consume, la cantidad de paneles y baterías que necesita tan en paralelo o en serie, y la energía que debe generar su sistema fotovoltaico tomando en cuenta el margen de seguridad en caso de contingencias.	
Secuencia	Acción	

Alterna	En el caso de que el usuario hubiera ingresado anteriormente los objetos y consumos de su hogar, y luego tiene más objetos o cambia alguno que consume mayor energía, podrá modificar los objetos y sus consumos, para que su proyección sea más exacta y segura para poder satisfacer todas su demandas energéticas.
Post-Condición	Se logra una proyección de consumo personalizada al usuario ya que se dará el tamaño del sistema fotovoltaico de acuerdo a sus necesidades. El usuario podrá monitorear el almacenamiento de energía en las baterías y cuál es el consumo que está realizando.

Tabla 17: Descripción del caso de uso de la fase de gestión energética.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Octubre)

➤ Gestión domótica

Seguidamente tenemos la fase de la gestión domótica que es básicamente para el control de la iluminación, y del ventilador para la cocina y el servomotor para la puerta del garaje:

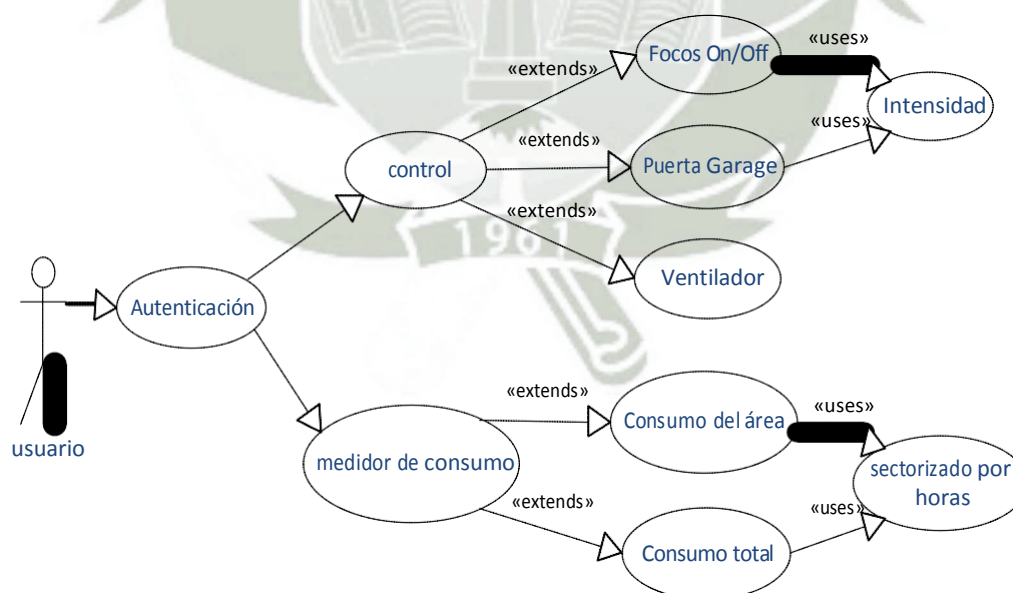


Figura 37. Caso de uso del funcionamiento de la gestión domótica.

Fuete: Elaboración Propia (2013, Octubre)

CU-03	Gestión domótica
Descripción	Control de los sensores y medidor de consumo.
Actores	Usuario, Sistema de gestión domótica.
Precondición	- Validación de Usuario. - Control de luces, ventilador y servomotor.
Secuencia normal	1. Para comenzar, el usuario debe ingresar con su usuario y contraseña para poder tener acceso a las opciones del sistema. 2. Enseguida el usuario visualizará el panel de control de la vivienda, donde visualizará pestañas con cada una de las áreas que tiene la vivienda y por cada área, la cantidad de focos y cada uno con su control de encendido - apagado y además de esto, su control de intensidad de iluminación. 3. El usuario podrá controlar las luces de todas las áreas y al realizarse el encendido de cualquier luz o sensor, en la misma zona, aparece cuanto es el consumo del foco o del sensor, valores que son tomados para el cálculo del consumo. 4. Se realizó un botón de “Estadística” donde el sistema mostrará estadísticamente el consumo por área como también el consumo total en la parte baja de la interfaz. 5. El sistema en la esquina inferior derecha mostrará el consumo que se está realizando de igual manera que muestra un recibo de “Seal” es decir realizará un cálculo en watts consumidos por hora.
Secuencia Alterna	Acción El sistema permitirá tener comunicación entre los sensores y el usuario, ya que los podrá activar y desactivar en momento que vea por conveniente.
Post-Condición	El hogar trabajará independientemente gracias a los sensores que actúan por si solos, y a la vez el usuario sabrá siempre que objetos están en uso, y si desea desactivarlos.

Tabla 18: Descripción del caso de uso de la gestión domótica.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

➤ Monitoreo

Y por último la fase del sistema de monitoreo, donde básicamente el usuario podrá observar cómo fluye su energía almacenada y además el consumo que está teniendo en tiempo real:

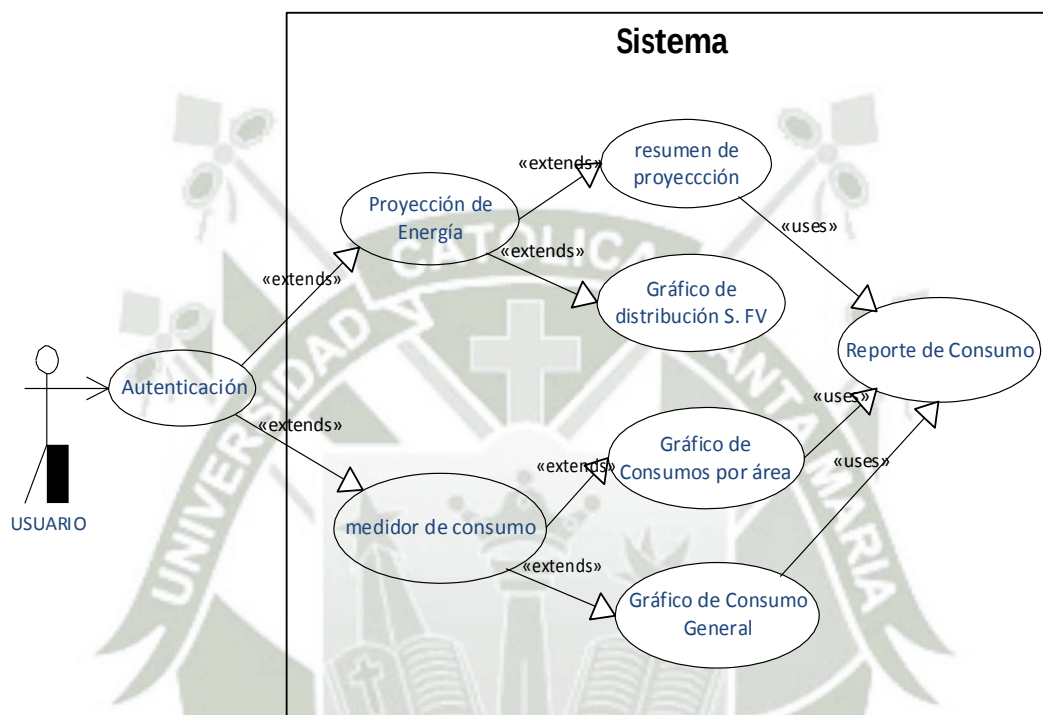


Figura 38. Caso de uso del funcionamiento de monitoreo del sistema.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Octubre)

CU-04	Monitoreo
Descripción	Realizará el monitoreo general de todo el sistema
Actores	Usuario, sistema de gestión energética, sistema de gestión domótica
Precondición	- Validación de Usuario.
Secuencia Normal	1. El usuario ingresa su usuario y contraseña para poder tener acceso a las opciones del sistema. 2. En el sistema de gestión energética puede ver la distribución de los objetos por cada área, el consumo de cada objeto como también el tiempo de uso, además se mostrará un gráfico de toda la proyección energética que se hizo y como está interconectada. 3. En el sistema domótico puede visualizar en tiempo real el estado del consumo, tanto por cada área como del consumo total. 4. En la interfaz de la gestión y monitoreo podrá generar reporte del consumo de su vivienda.
Secuencia alterna	En ambos sistemas, tanto energético como en el domótico podrá monitorear todo lo que este aconteciendo.
Post-Condición	Permitir un control sobre todo el hogar, ya que puede ser monitoreado en todo momento.

Tabla 19: Descripción del caso de uso del monitoreo del sistema.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Octubre)

3.1.1. Plataformas a usar

Ahora detallaremos el software que usaremos para toda la comunicación de los componentes anteriormente mencionados, y el software que realizará el control sobre todo el sistema domótico.

A. Plataforma ARDUINO

La plataforma Arduino tiene un lenguaje propio que está basado en C/C++ y por ello soporta las funciones del estándar C y algunas de

C++. Sin embargo, es posible utilizar otros lenguajes de programación y aplicaciones populares en Arduino como Java Net beans, Processing, Python, Mathematica, Matlab, Perl, Visual Basic, etc. Esto es posible debido a que Arduino se comunica mediante la transmisión de datos en formato serie que es algo que la mayoría de los lenguajes anteriormente citados soportan. Para los que no soportan el formato serie de forma nativa, es posible utilizar software intermediario que traduzca los mensajes enviados por ambas partes para permitir una comunicación fluida. Es bastante interesante tener la posibilidad de interactuar con Arduino mediante esta gran variedad de sistemas y lenguajes, ya que dependiendo de cuales sean las necesidades del problema que vamos a resolver podremos aprovecharnos de la gran compatibilidad de comunicación que ofrece. [1]

El entorno de desarrollo de Arduino es sencillo e intuitivo además puede descargarse gratuitamente desde su página oficial para distintos sistemas operativos. Ha sido implementado con Processing, un lenguaje similar a Java. Su última versión es la 1.0.5. En la figura N°: 37 se puede apreciar la composición del software de Arduino. [LLSE, 2012]

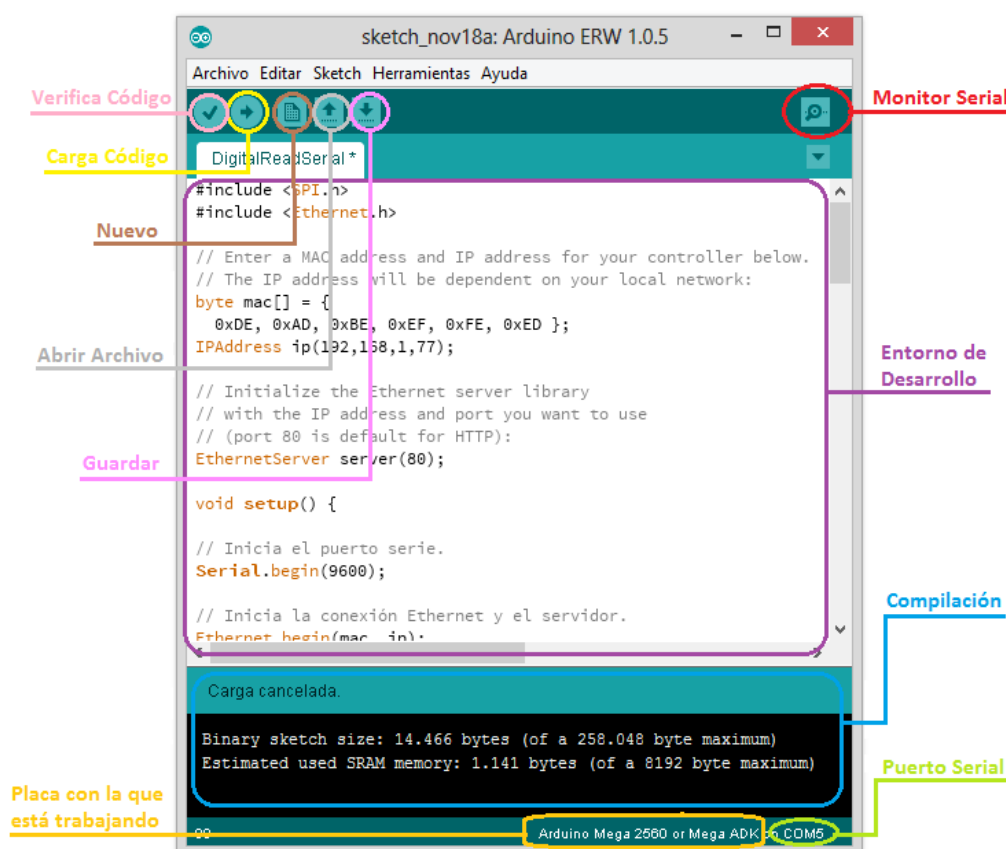


Figura 39. Composición del software de Arduino.

Fuente: Elaboración propia (2013, Agosto)

B. Plataforma de Desarrollo Visual Studio 2010 Ultimate

Visual Studio es una colección completa de herramientas y servicios que le permiten crear una gran variedad de aplicaciones, tanto para plataformas de Microsoft como para otras plataformas, conecta también todos los proyectos, equipos y partes interesadas.

Visual Studio es flexible e integrado con el fin de ayudar a adoptar prácticas de desarrollo ágiles. Tanto si se trabaja en modo local como si trabaja en la nube, las herramientas de administración del ciclo de vida de Visual Studio permiten entregar software en ciclos más cortos y con mayor agilidad, a la vez que se aumenta la calidad del software. Las herramientas integradas sustentan todos los aspectos del proceso de

desarrollo, desde la administración del trabajo pendiente hasta el planeamiento de sprints y la entrega continua.

[“<http://www.visualstudio.com/es-es>”]

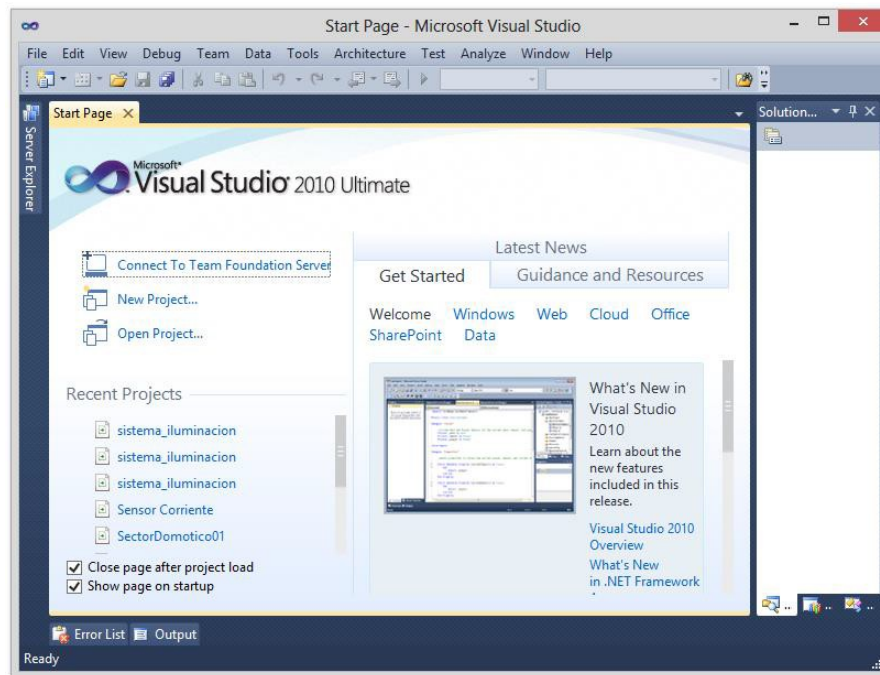


Figura 40. Interfaz del software Visual Studio 2010 Ultimate.

Elaboración propia (2013, Agosto)

C. Gestor de Base de Datos Microsoft SQL Server 2008

Microsoft SQL Server es un sistema para la gestión de bases de datos producido por Microsoft basado en el modelo relacional. Sus lenguajes para consultas son T-SQL y ANSI SQL. Microsoft SQL Server, constituye la alternativa de Microsoft a otros potentes sistemas gestores de bases de datos como son Oracle, PostgreSQL o MySQL. Para el desarrollo de aplicaciones más complejas (tres o más capas), Microsoft SQL Server incluye interfaces de acceso para varias

plataformas de desarrollo, entre ellas .NET, pero el servidor sólo está disponible para Sistemas Operativos. [18]

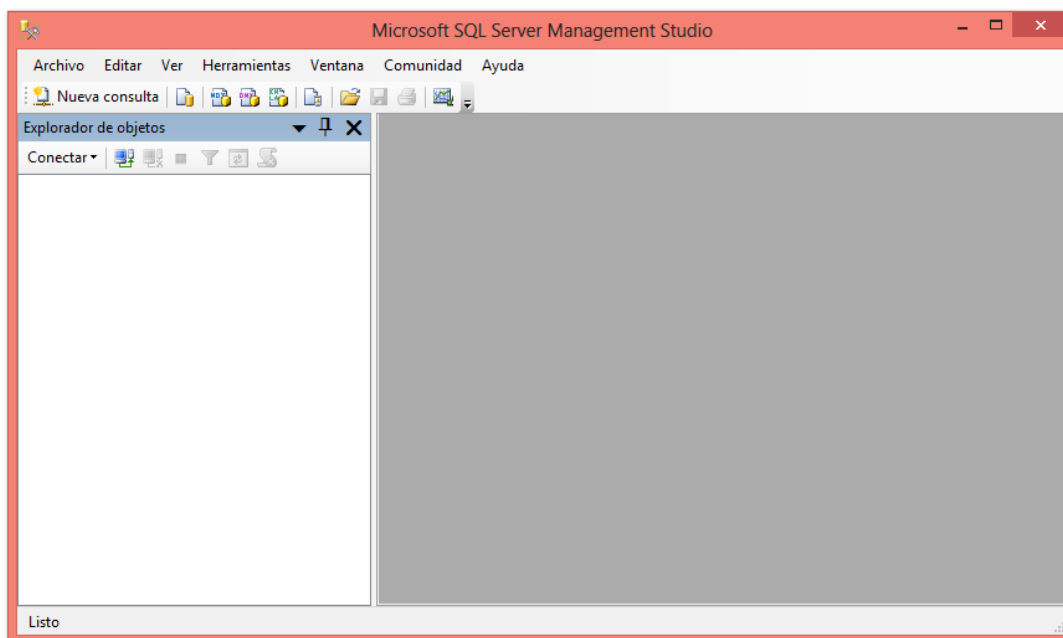


Figura 41. Interfaz de la Base de Datos SQL Server 2008.

Fuente: Elaboración propia (2013, Agosto)

En este caso estaremos trabajando las plataformas en Sistemas operativos de Windows, siendo el sistema compatible desde Windows XP hasta Windows 8.

3.2. Especificación de diseño

3.2.1. Análisis y diseño domótico

Para comenzar, al crear el sistema domótico han de tenerse en cuenta varios aspectos, como el capital que disponemos para invertir en el sistema y seleccionar los dispositivos que más se ajusten a nuestras necesidades, para esto utilizaremos hardware de bajo coste y con software libre como son las

placas Arduino y otros dispositivos, como sensores, actuadores y comunicadores. [LLSE, 2012] y [HRP, 2011]

A. Características para la instalación

Primeramente se debe hacer un estudio y análisis del tamaño de la vivienda, tipo de vivienda, división de la misma. Para comenzar se tiene un diagrama con los resultados de encuestas realizadas a nivel de todo el Perú para el conocimiento de una vivienda promedio.

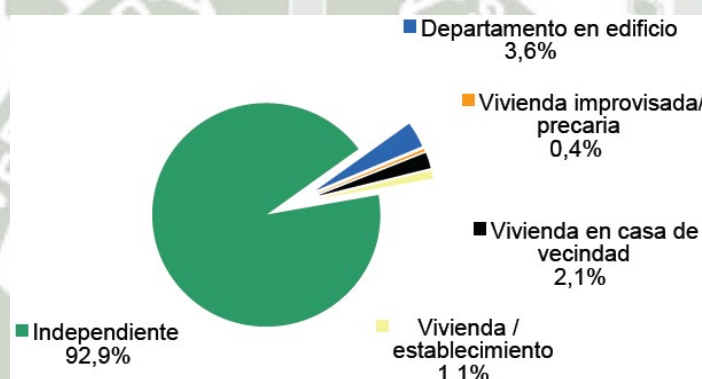


Figura 42. Estadísticas de viviendas promedio.

Fuente: Investigación y Desarrollo (Fondo MIVIVIENDA S.A.)

Seguidamente tenemos algunos datos promedio sobre una vivienda típica en Arequipa, que consta de:

- Sala
- Comedor
- 2 Dormitorios
- 2 Baños
- Cocina

- Cochera
- Cuarto de servicio.

El sistema de control domótico debe reunir ciertas características en las áreas más comunes, para esto hemos realizado el siguiente caso de uso:

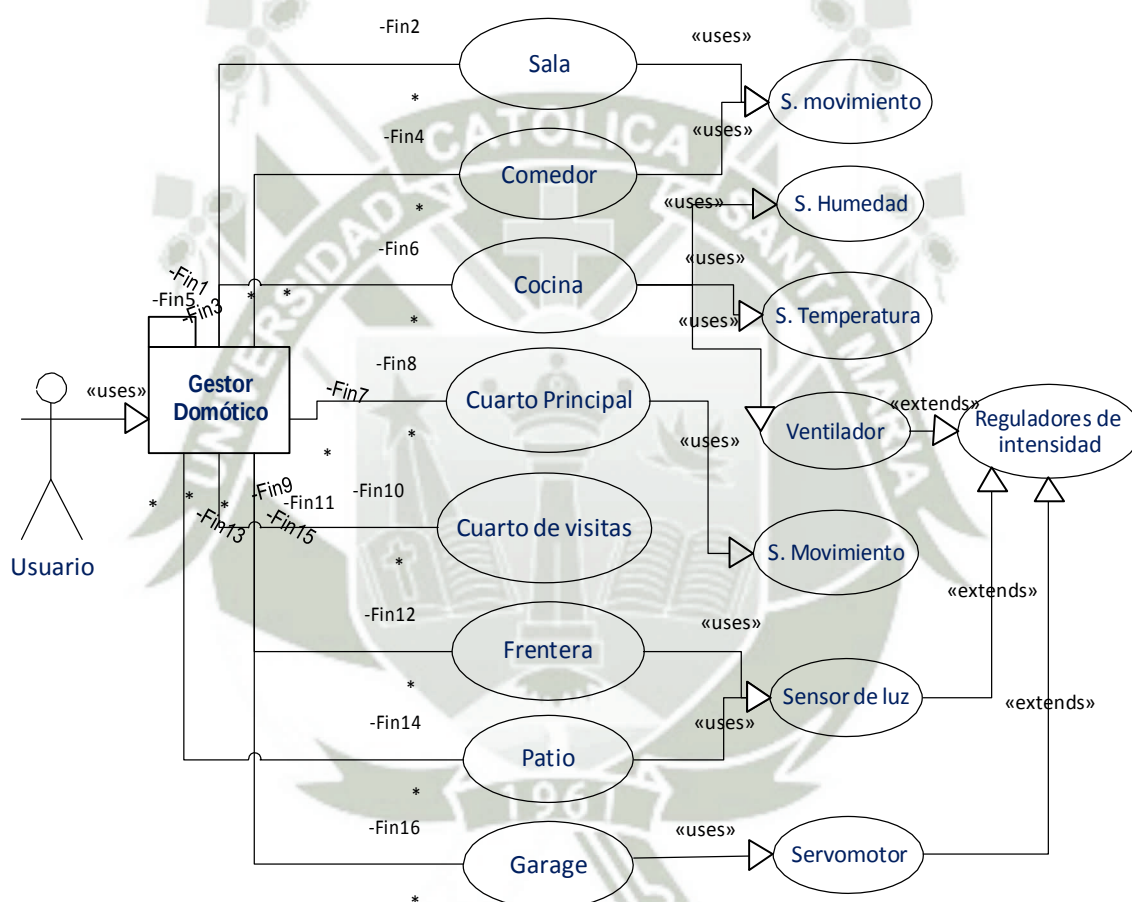


Figura 43. Caso de uso del contexto general del sistema Domótico.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Julio)

CU-05	Contexto general de la gestión domótica
Descripción	Comunicación de los sensores y control de iluminación con el sistema.
Actores	Usuario, Sistema de gestión domótica.
Precondición	- Validación de la comunicación con la placa Arduino - Adquisición de datos de sensores. - Envío de datos a través de los actuadores.
Secuencia normal	Acción 1. El usuario se conecta primeramente con el sistema de gestión de los dispositivos de domótica. 2. Luego se tienen todos los dispositivos interconectados a las placas Arduino, que trabajan independientemente el uno del otro. 3. Para el caso del funcionamiento, hay algunos sensores que el usuario puede controlar, entre estos están: luz, ventilador, servomotor, ya que los puede encender/apagar mediante el sistema de gestión, Tablet, celular, etc. 4. En el caso de los controles la intensidad, puede controlar la luz, ventilador y servomotor. 5. El sistema de gestión controla el consumo de acuerdo al uso del sistema domótico, es decir trabajan conjuntamente.
Secuencia Alterna	Acción Hay algunos sensores que trabajan automáticamente y no tienen la necesidad de ser controlador por el usuario.
Post-Condición	Se logra una buena comunicación entre el usuario final y todo el sistema domótico.

Tabla 20: Descripción del caso de uso del contexto general de domótica.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Julio)

B. Metas del proyecto

Como principal meta del proyecto es realizar una renovación tecnológica de infraestructura de red y comunicaciones en una misma

arquitectura, donde el/los usuarios finales tengan comunicación con su vivienda gracias a las TIC, y a nuevas tecnologías emergentes, para esto se diseñó una maqueta a escala con distribución estadísticamente frecuente para la representación y demostración del proyecto, donde la infraestructura también juega un papel muy importante para el diseño y comunicación de los sensores al sistema gestor. [CDL, 2012]

C. Preparando estructuras

Primeramente comenzamos con el armazón de la maqueta, la hemos realizado en escala de 1 a 100, donde implementaremos todo el circuito, seguidamente se irán detallando todos los pasos de la estructura y armado de la maqueta base:

Debido al tamaño de la maqueta, se vio por conveniente trabajarlo en 2 partes para facilitar el traslado, armazón y dividir el peso al transportarlo.

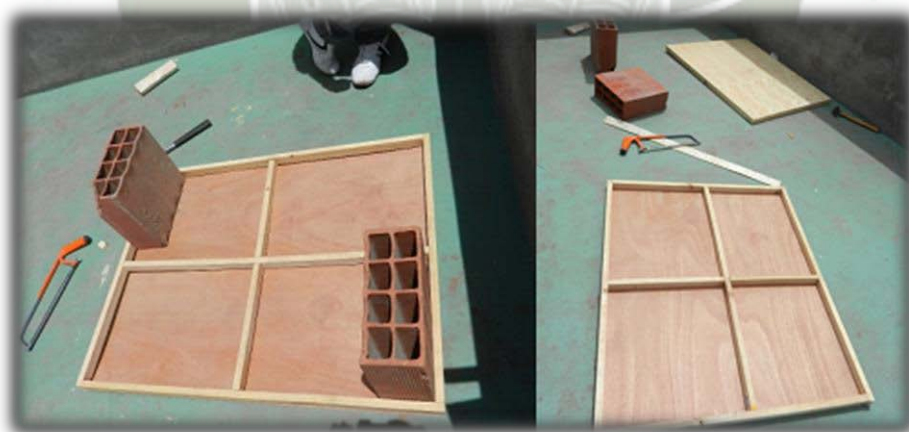


Figura 44. Armand base de maqueta.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Setiembre)



Figura 45. Base terminada.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Setiembre)

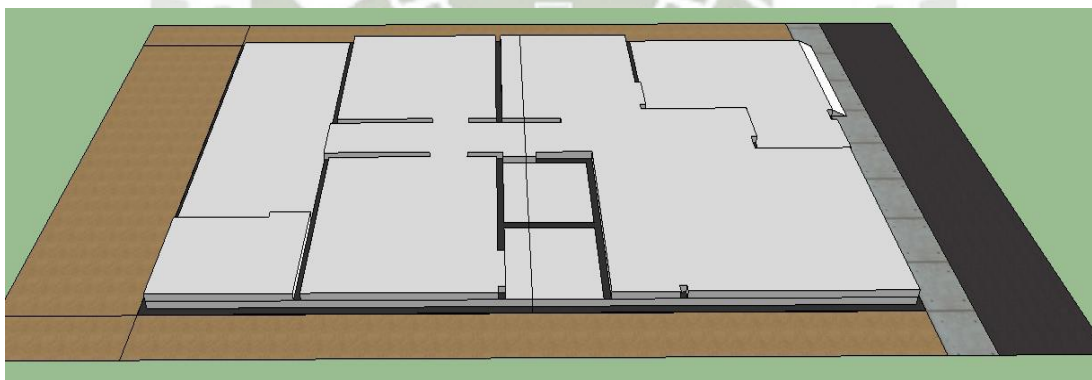


Figura 46. Diseño a escala en programa” SketchUp” para pisos.

Fuente: Elaboración propia (2013, Setiembre).



Figura 47. Armando bases de pisos y muros.

Elaboración Propia (2013, Setiembre)

Seguidamente se sigue la estructura diseñada anteriormente en el programa de diseño de planos “SketchUp” de donde tomamos las medidas exactas del programa para el armazón de pisos y paredes.

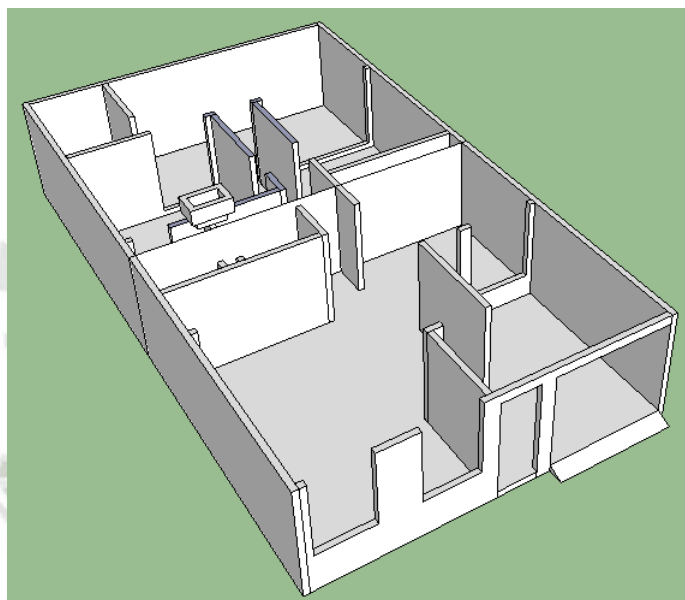


Figura 48. Diseño a escala en programa” SketchUp” paredes.

Fuente: Elaboración propia (2013, Agosto).



Figura 49. Estructura terminada y secando pegamento.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Setiembre)

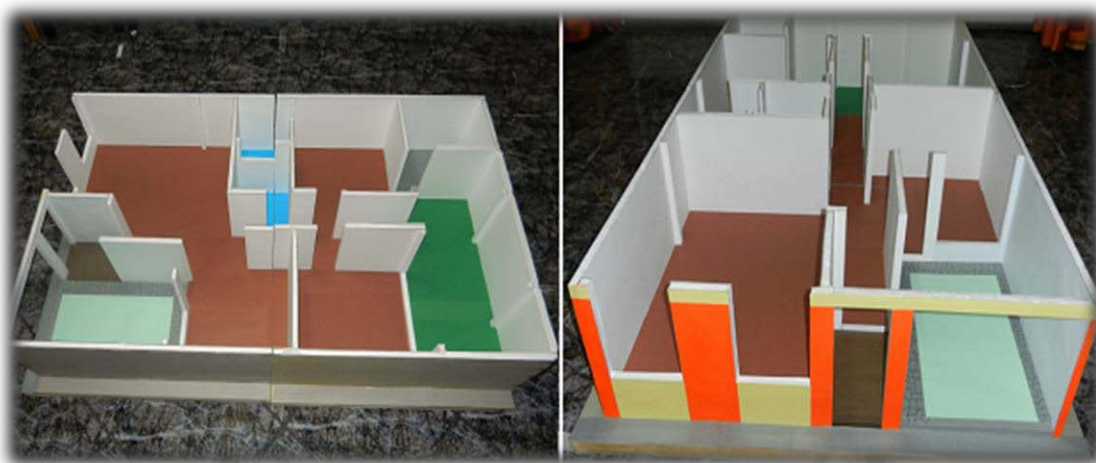


Figura 50. Maqueta forrada.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

3.3. Documentación técnica de programación

3.3.1. Preparando circuitos

Primeramente, teniendo la maqueta lista, se realizaron pruebas de conexión y funcionamiento de cada uno de los circuitos: sensores, router, protoboard; antes de incorporar los circuitos a la maqueta, una vez instalados, se procederá a las pruebas de funcionamiento en conjunto, es decir conectados cada uno a su respectiva placa y funcionando paralelamente.

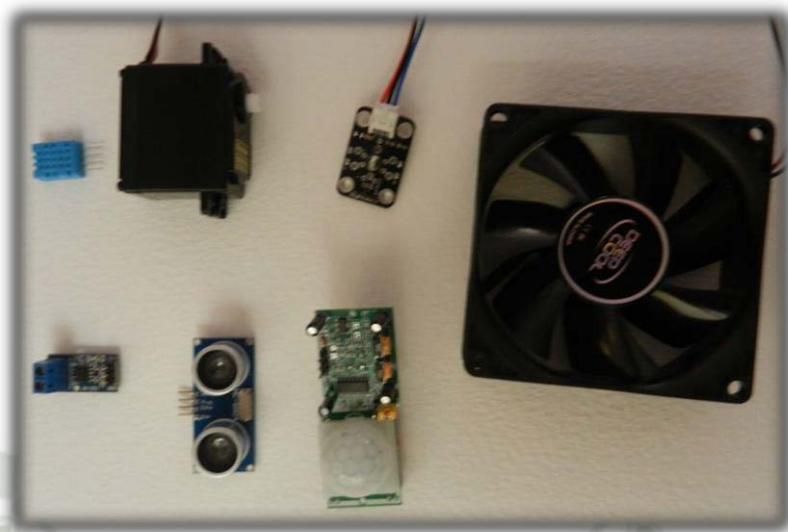


Figura 51. Sensores, cooler y servomotor.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

Probando el código fuente para cada uno de los sensores, y ajustando variables para el funcionamiento a escala de una vivienda.

A. Sensor de Luz

```
{
    int val;
    val=analogRead(0);

    if(val>=1000 && val<=1023)
    {
        Serial.println("Sin luz");
        digitalWrite(focoPin, HIGH);
    }
    else
    {
        Serial.println("Con luz");
        digitalWrite(focoPin, LOW);
        //delay(2000);
    }
}
```

B. Sensor de movimiento

```

if( digitalRead( pirPin) == HIGH){
    digitalWrite( ledPin, HIGH); //LEO visualiza el estado de la salida del sensor
    if(locklow){
        locklow = false;
        Serial.print("---");
        Serial.print("movimiento encontrado a los ");
        Serial.print( millis() / 1000);
        Serial.println(" segundos ");
        delay( 50);
    }
    takeLowTime = true;
}

if( digitalRead( pirPin) == LOW){
    digitalWrite( ledPin, LOW); //LEO visualiza el estado de la salida del sensor

    if(takeLowTime){
        lowTime = millis(); //guardar el momento de la transición de alta a baja
        takeLowTime = false; //asegurarse de que esto sólo se hace al comienzo de una ;ase
    }
    if(!locklow && millis() - lowTime > pause){
        locklow = true;
        Serial.print("movimiento detenido a los ");
        Serial.print( (millis() - pause) / 1000);
        Serial.println(" segundos ");
        delay( 50);
    }
}

```

C. Sensor de Temperatura y humedad

Incluimos la librería DHT11, que la descargamos de la página de Arduino.

```
dht11 DHT11;
#define DHT11PIN 2

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    Serial.println();
}

void loop()
{
    Serial.print("\n");
    int chk = DHT11.read(DHT11PIN);
    Serial.print("Leendo datos: ");
    switch (chk)
    {
        case 0: Serial.println(" OK"); break;
        case -1: Serial.println(" Error de lectura"); break;
        case -2: Serial.println(" Cable suelto"); break;
        default: Serial.println(" Error Desconocido"); break;
    }
    Serial.print("Humedad: ");
    Serial.print((float)DHT11.humidity, 2);
    Serial.print(" Temperatura C: ");
    Serial.print((float)DHT11.temperature, 2);
    delay(2000);
}
```



D. Sensor de Corriente

```
float voa = 0; //(Voltaje Obtenido Analogo = voa) Variable del voltaje
float vcr = 0; //Voltaje Calculado Real = vcr
float vro = 0; //Volatje Real Obtenido = vro

float ves = 2.58; //Voltaje de entrada constante calculado
float vco = 220; //Voltaje real constante

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  voa = analogRead (A0);
  vcr = ((voa * ves) / 528.384);
  vro = ((vco * vcr) / ves);

  Serial.print("Voltaje Obtenido: ");
  Serial.print(voa);
  Serial.print(" - Voltaje Calculado Real: ");
  Serial.print(vcr);
  Serial.print(" - Voltaje Real Obtenido: ");
  Serial.println(vro);
  delay(750);
}
```



Luego de probar cada sensor, se procede a conectar cada uno a sus respectivas placas:

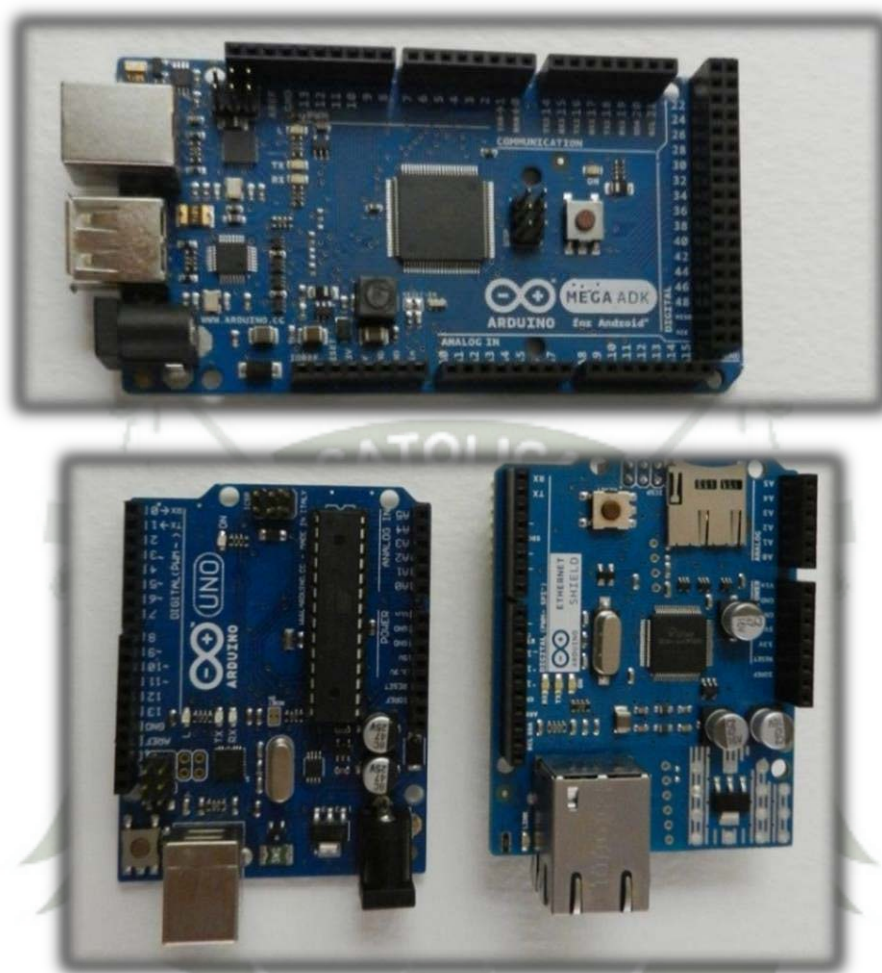


Figura 52. Placas Arduino usadas para el proyecto.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

En la placa Arduino UNO, se destina exclusivamente para la gestión energética, es decir, solamente el sensor de corriente estará conectado en esta placa para tomar datos del voltaje y trabajar en el área del flujo energético, en conjunto con un circuito de conversión de voltaje de 220 voltios a 5 voltios, con los que Arduino trabaja.

E. Servicio de red

Luego se montará la placa Ethernet shield sobre la placa Mega ADK, ya que le permitirá conectarse a internet, entonces los sensores como son: luz, movimiento, temperatura – humedad, además del servomotor y el cooler estarán recibiendo y enviando datos a través de la placa Ethernet shield, permitiendo una comunicación no solo local sino también vía red.

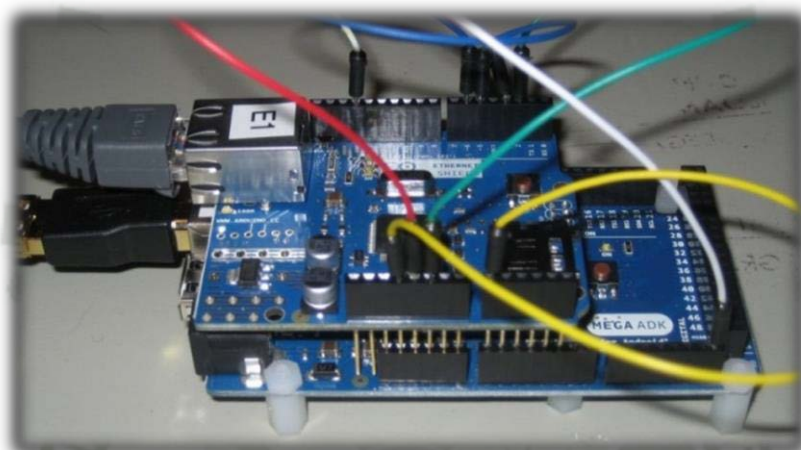


Figura 53. Ensamblaje de las placas Arduino mega ADK y Ethernet shield.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

Para permitir conectarse a internet, se usará un pequeño router básico de la marca “Zyxel”, donde se realizará una pequeña configuración para servidor de red y además se habilitará también conexión inalámbrica para los dispositivos móviles dentro del hogar.



Figura 54. Router Zyxel y cable RJ45.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

Para lograr este cometido, se configura en la placa Ethernet shield un pequeño servidor web, al cual se le brinda una dirección IP: 192.168.1.77, y una dirección MAC: { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED }, donde recibirá información por el puerto Ethernet server: 8888 que es habilitado en el router “Zyxel” que está conectado directamente a la placa de red de Arduino, luego se habilitan los puertos que estarán conectados también al router y se programa las funciones que realizarán los sensores, usando las señales de entrada y salida para la comunicación udp que también se ha incorporado para una comunicación más rápida y eficaz. El código de configuración del servidor es el siguiente:

```

byte mac[] = {
    0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
IPAddress serverIP(192,168,1,77);
EthernetServer server(8888);

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    Ethernet.begin(mac, serverIP);
    server.begin();
    myservo.attach(servoPin);
}

void loop() {

    EthernetClient client = server.available();

    if (client) {
        String commandStr = ""; //Almacena los comandos entrantes
        while (client.connected()) {
            if (c == '\n') {
                Serial.println("Comando Actuador:"+commandStr);
                if(commandStr.indexOf("Actuador:")!=0){
                    String valor=commandStr;
                    int numero=0;

                    if (valor=="HIGH")
                    {
                        Serial.println("FOCO EN: "+valor+" en pin: "+focoPin);
                        digitalWrite(focoPin, HIGH);
                    }
                    else if(valor=="LOW")
                    {
                        Serial.println("FOCO EN: "+valor+" en pin: "+focoPin);
                        digitalWrite(focoPin, LOW);
                    }

                    if (valor=="OPENDOOR")
                    {
                        for(pos = 0; pos < 180; pos += 1)
                        {
                            myservo.write(pos);
                            delay(15);
                        }
                    }
                    else if(valor=="CLOSEDOOR")
                    {
                        for(pos = 180; pos>=1; pos--=1)
                        {
                            myservo.write(pos);
                            delay(15);
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

Se conectan los sensores respectivamente a los pines para la comunicación con el servidor y el cuarto de control queda de la siguiente manera:

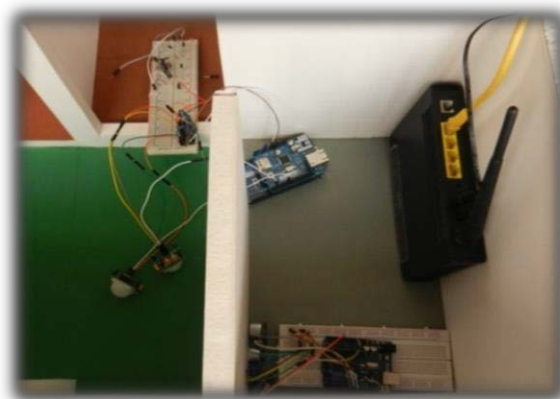


Figura 55. Probando servidor de red.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

Seguidamente se detalla en un diagrama de flujo el funcionamiento del servicio de red wifi a través del servidor de red:

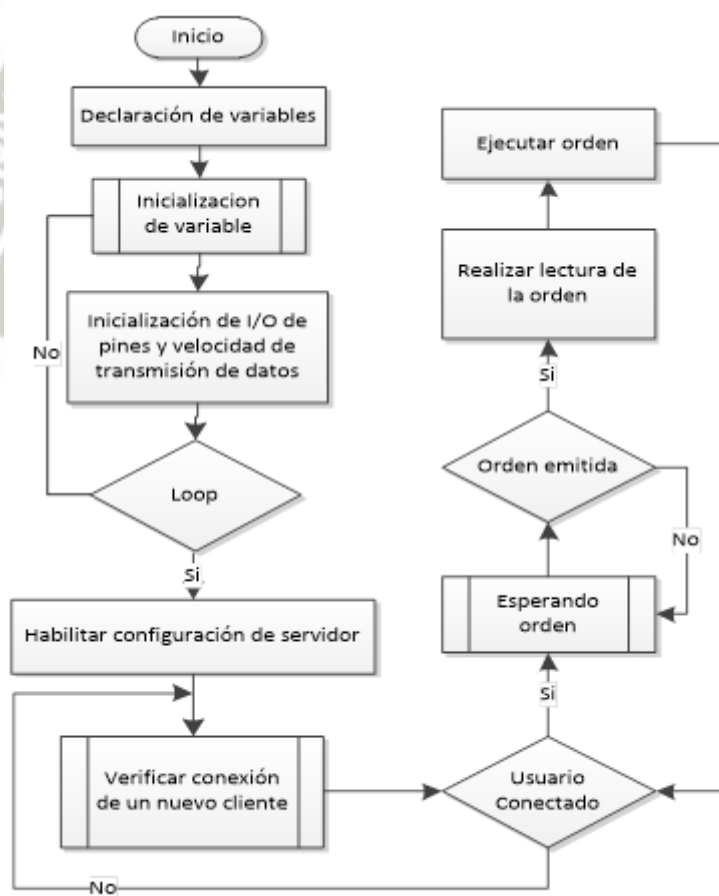


Figura 56. Diagrama de flujo del funcionamiento del servicio de red wifi.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Octubre)

3.3.2. Desarrollo de cada módulo

Para comenzar con el desarrollo del software, se desarrolló una pequeña interfaz que le permita al usuario ingresar solamente si está registrado, donde el usuario debe ingresar su usuario y contraseña y el sistema realizará la función de validación, ver el tipo de usuario y los permisos que tiene, como se ilustra en el siguiente diagrama:

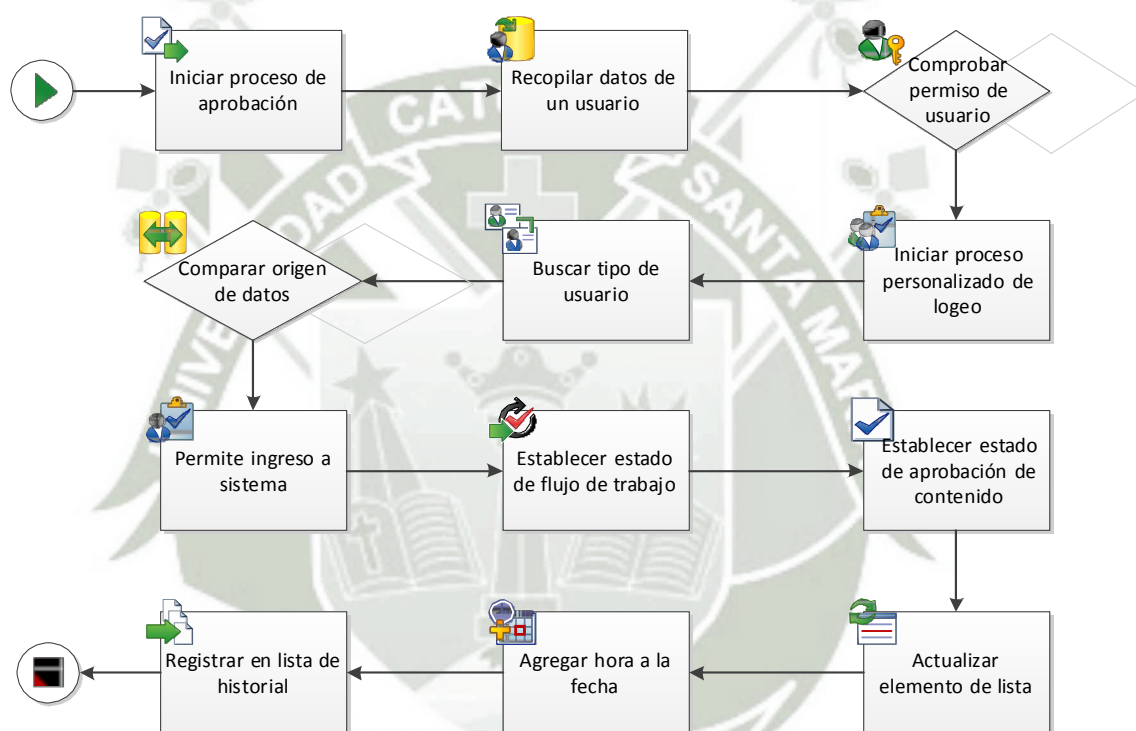


Figura 57. Diagrama de seguridad de acceso al sistema.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

La primera interacción del usuario con el software es la siguiente ventana de logeo:



Figura 58. Pantallazo de interfaz de logeo.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

En el caso de que no ingrese ningún dato, o el usuario no se encuentre registrado, aparecerá un mensaje indicándole al usuario que debe hacer o que ingresó mal algún dato y rectifique la información ingresada:

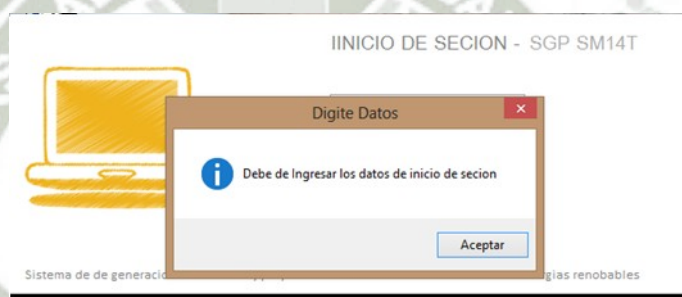


Figura 59. Mensaje si el usuario se equivocó de datos.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

Ahora luego de ingresar al sistema, el usuario podrá visualizar las funciones que le brindará el panel de gestión y proyección para lo cual de desarrollo una interfaz con opciones sencillas y la vez con todas las herramientas a la vista, para que el usuario pueda interactuar con la aplicación sencillamente:



Figura 60. Panel de Gestión y proyección energética.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

Para la conexión con la base de datos, se usó el siguiente código:

```
class coneccion_bd
{
    public SqlConnection coneccion;
    public string coneccion_cadena;
    public SqlCommand cmd;
    public SqlDataReader dr;

    public void abrir_coneccion()
    {
        coneccion = new SqlConnection();
        coneccion_cadena = "Data Source=.;Initial Catalog=sisgestion;Integrated Security=True";
        coneccion.ConnectionString = coneccion_cadena;

        try
        {
            coneccion.Open();
        }
        catch (Exception)
        { }
    }
}
```

En los primeros botones, que son: “Tabla de paneles”, “Tabla de baterías” y “Tabla de radiaciones”, el usuario ya tiene información registrada, que es la base para realizar una proyección óptima con datos reales para calcular sus necesidades energéticas con menor porcentaje de error, pero se puede actualizar ingresando nuevos datos, de preferencia de

una fuente confiable de información. Luego al lado derecho en el botón de color naranja, que es el de “Panel de objetos” en esta ventana, sí el usuario debe ingresar todos los objetos que consumen energía eléctrica de su hogar, como son focos, radio, tv, etc. Y por cada objeto a registrar un código que pueden ser las iniciales del objeto y breve descripción y luego en el espacio del lado derecho, debe ingresar el modelo (en caso de contar con más uno del mismo tipo de objeto, para diferenciarlos) y la potencia el código se generará automáticamente mientras va ingresando los modelos por cada objeto que crea.

Para la funcionalidad del botón: “Proyección de energía”, conectado directamente con los datos ingresados anteriormente en la base de datos, donde al darle clic se imprimirá un mensaje, que menciona si ya hay un registro o si el registro es nuevo, como se observa en la siguiente figura:

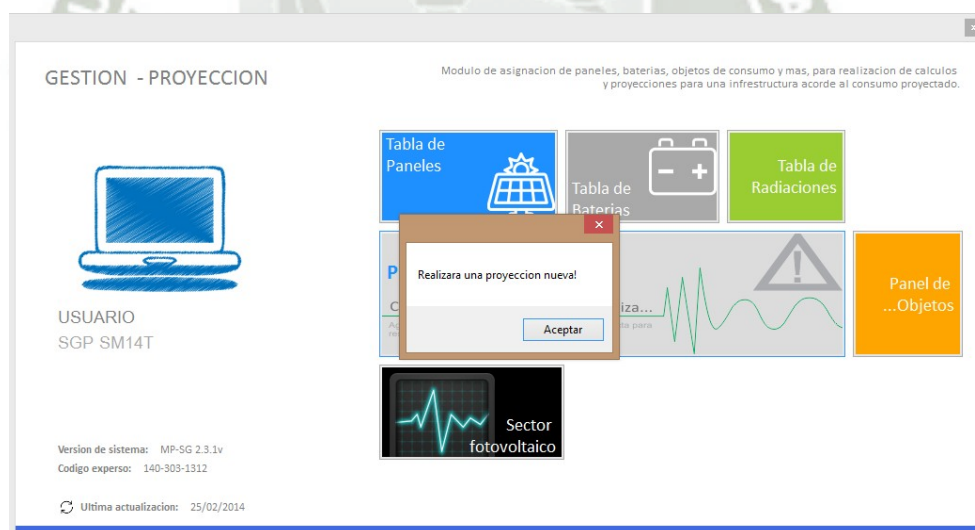
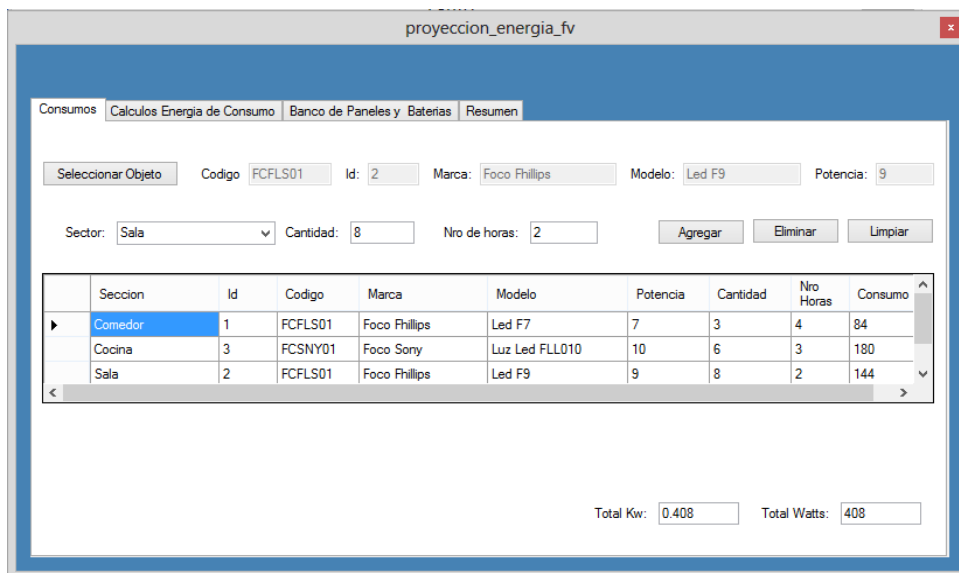


Figura 61. Ingreso a proyección.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

El usuario escoge los objetos disponibles en su hogar, los distribuye por área, cantidad de objetos y determina la cantidad de horas de uso y con estos datos automáticamente obtenemos un consumo promedio, como se observa en la siguiente figura:



The screenshot shows a software window titled 'proyeccion_energia_fv'. It has a tabbed interface with 'Consumos' selected. Below the tabs, there are input fields for 'Seleccionar Objeto', 'Codigo' (FCFLS01), 'Id' (2), 'Marca' (Foco Phillips), 'Modelo' (Led F9), and 'Potencia' (9). There are also dropdowns for 'Sector' (Sala) and input fields for 'Cantidad' (8) and 'Nro de horas' (2). Buttons for 'Agregar', 'Eliminar', and 'Limpiar' are present. Below these is a table with the following data:

Seccion	Id	Codigo	Marca	Modelo	Potencia	Cantidad	Nro Horas	Consumo
Comedor	1	FCFLS01	Foco Phillips	Led F7	7	3	4	84
Cocina	3	FCSNY01	Foco Sony	Luz Led FLL010	10	6	3	180
Sala	2	FCFLS01	Foco Phillips	Led F9	9	8	2	144

At the bottom right, there are two summary fields: 'Total Kw: 0.408' and 'Total Watts: 408'.

Figura 62. Panel de proyección energética.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

En la segunda pestaña, el usuario puede escoger el margen de seguridad de energía del hogar, según el porcentaje, nos indica la energía necesaria de abastecimiento y luego la energía necesaria por el margen de error (energía extra por precaución). Además le permite escoger el tipo de rendimiento y su consumo medio según el lugar y radiación.

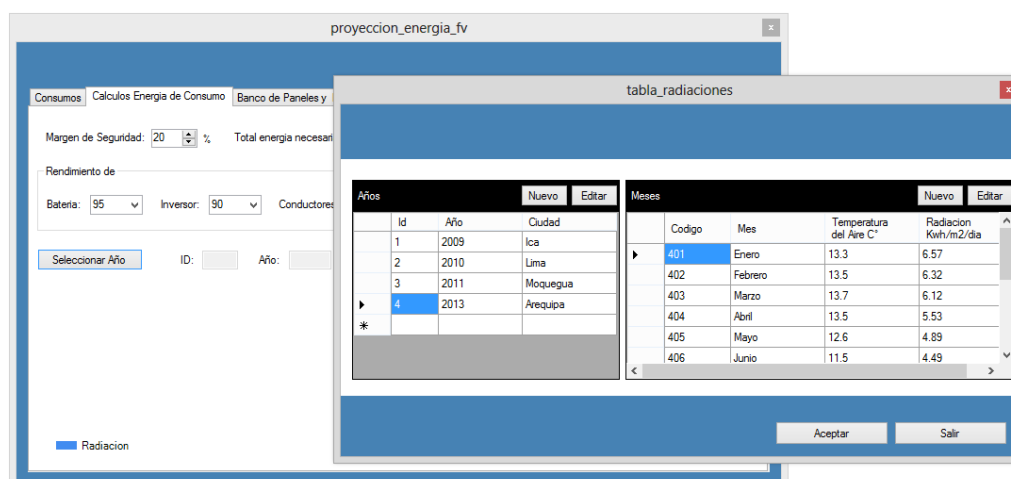


Figura 63. Panel de proyección energética de acuerdo a radiación solar.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

Luego de seleccionar todos los requisitos se obtiene estadísticamente la situación de radiación promedio del área geográfica que seleccionó, más que todo para corroborar la eficiencia que tendrá el sistema fotovoltaico en cubrir las necesidades energéticas del usuario como se observa en la figura:

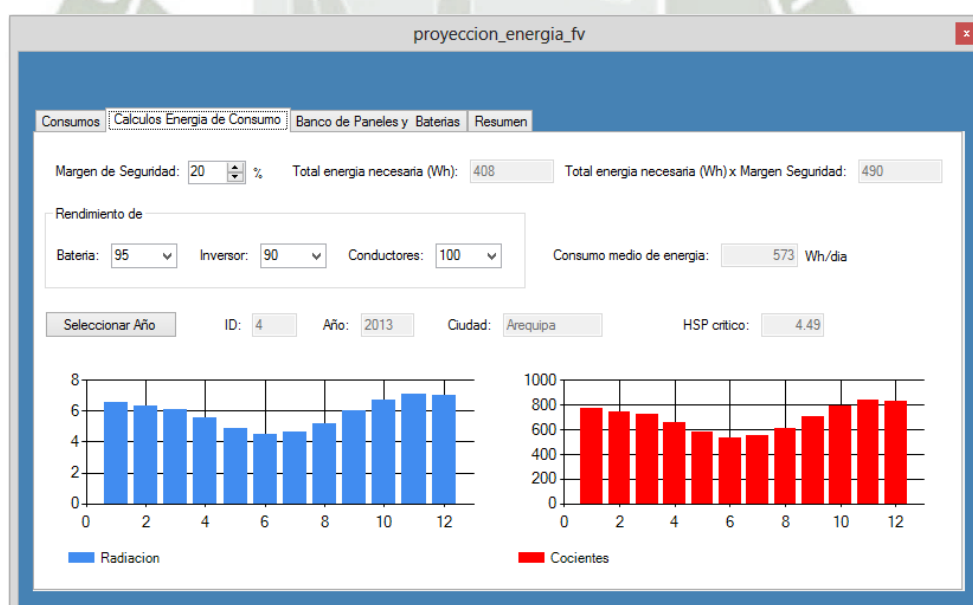


Figura 64. Tabla de proyección de energía.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

Para el cálculo del consumo medio tenemos:

```
public void calcular_consumo_medio_energia()
{
    double Lmd, Lmd_dc, Lmd_ac, Nivn, Nbat, Ncon;

    Nbat = Convert.ToDouble(cbRbateria.Text) / 100;
    Nivn = Convert.ToDouble(cbRinversor.Text) / 100;
    Ncon = Convert.ToDouble(cbRconductores.Text) / 100;
    Lmd_ac = Convert.ToDouble(txtTENwh_MS.Text);
    Lmd_dc=0;

    Lmd = ((Lmd_dc + (Lmd_ac / Nivn)) / (Nbat * Ncon));
    txtCMEwh.Text = Math.Round(Lmd, 0).ToString();
}
```

Ahora en la tercera pestaña, el sistema permitirá escoger que paneles desea usar, como también las baterías, indicando según elija, algunas especificaciones técnicas y además según el consumo calculará la cantidad de paneles y de baterías en base también a los días autonomía que el usuario quiera, esto se refiere a los días que el sistema fotovoltaico no recibirá carga solar por días nublados o algún otro percance que se pudiera tener.

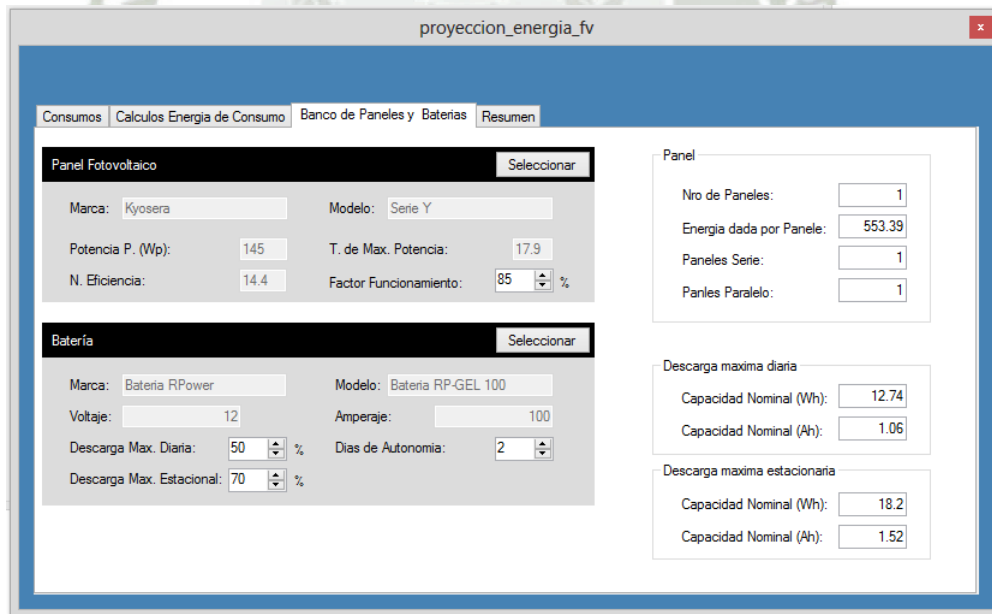


Figura 65. Tabla de paneles y baterías a escoger.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

Para el cálculo de la cantidad de paneles tenemos:

```
public void numero_paneles()
{
    double Lmdcrit = 0, Pmpp, HPScrit, PR, Vmod_mpp;
    double Vbat;
    double Nt, Ep, Nserie, Nparalelo;

    try
    {
        Lmdcrit = Convert.ToDouble(txtCMEwh.Text);
        Pmpp = Convert.ToDouble(txtPF_PP.Text);
        HPScrit = Convert.ToDouble(txtHPScritico.Text);
        PR = (Convert.ToDouble(dudPF_FactFun.Text)/100);
        Vmod_mpp = Convert.ToDouble(txtPF_TMP.Text);
        Vbat = Convert.ToDouble(txtBT_V.Text);

        Nt = Math.Round(((Lmdcrit) / (Pmpp * HPScrit * PR)), 0);
        Ep = Math.Round((Pmpp * HPScrit * PR), 2);

        Nserie = Math.Round((Vbat / Vmod_mpp), 0);
        Nparalelo = (Nt / Nserie);

        txtNroPaneles.Text = Nt.ToString();
        txtEnergiaPanel.Text = Ep.ToString();

        txtPF_Serie.Text = Nserie.ToString();
        txtPF_Paralelo.Text = Nparalelo.ToString();
    }
    catch (Exception)
    { }
}
```

Para el cálculo del número de baterías tenemos:

```
public void numero_baterias()
{
    double Lmd, Pdmax_d, Pdmax_e, Fct, Vbat, NDias;
    double CndWh, CndAh, CneWh, CneAh;

    try
    {
        Lmd = Convert.ToDouble(txtCMEwh.Text);
        Pdmax_d = Convert.ToDouble(dudBT_DesMaxDia.Text);
        Pdmax_e = Convert.ToDouble(dudBT_DesMaxEstacional.Text);
        Fct = Convert.ToDouble("1");
        NDias = Convert.ToDouble(dudBT_DiasAuto.Text);
        Vbat = Convert.ToDouble(txtBT_V.Text);

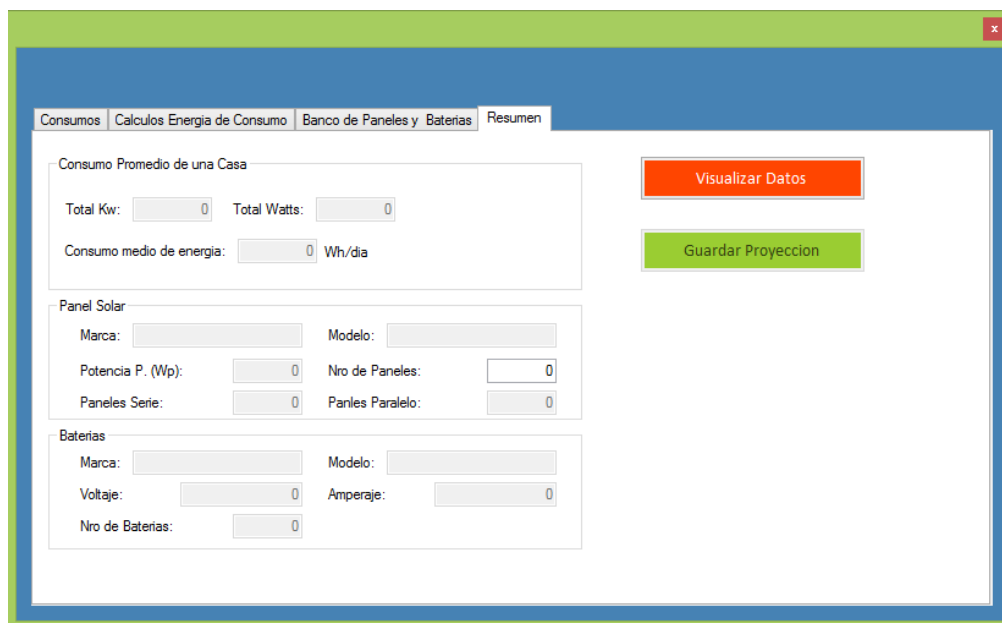
        CndWh = Math.Round((Lmd / (Pdmax_d * Fct)), 2);
        CndAh = Math.Round((CndWh / Vbat), 2);

        CneWh = Math.Round(((Lmd * NDias) / (Pdmax_e * Fct)), 2);
        CneAh = Math.Round((CneWh / Vbat), 2);

        txtCndWh.Text = CndWh.ToString();
        txtCndAh.Text = CndAh.ToString();

        txtCneWh.Text = CneWh.ToString();
        txtCneAh.Text = CneAh.ToString();
    }
    catch (Exception)
    { }
}
```

Por último en la pestaña final se detalla en resumen toda la proyección que el software ha calculado en base a la información procesada del usuario y de la base de datos, mostrándole el total de energía que consumiría la vivienda, la cantidad de paneles y baterías que se requiere para cubrir su demanda energética incluyendo un margen de error para garantizar la disponibilidad de energía.



The screenshot displays the 'Resumen' tab of a software application. It features several input fields for user data and two prominent action buttons. The 'Consumo Promedio de una Casa' section includes fields for 'Total Kw', 'Total Watts', and 'Consumo medio de energia'. The 'Panel Solar' section includes fields for 'Marca', 'Modelo', 'Potencia P. (Wp)', 'Nro de Paneles', 'Paneles Serie', and 'Paneles Paralelo'. The 'Baterias' section includes fields for 'Marca', 'Modelo', 'Voltaje', 'Amperaje', and 'Nro de Baterias'. Two buttons, 'Visualizar Datos' (orange) and 'Guardar Proyeccion' (green), are positioned on the right side of the form.

Figura 66. Tabla donde muestra resumen de proyección energética.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

Ahora se verá el módulo de la obtención de energía que se realizara por medio de un circuito el cual mandara la información por el puerto COM definido en el sistema, como también guardara la información de cuanta energía se genera en un determinado tiempo, el cual se guardara con la fecha y hora.

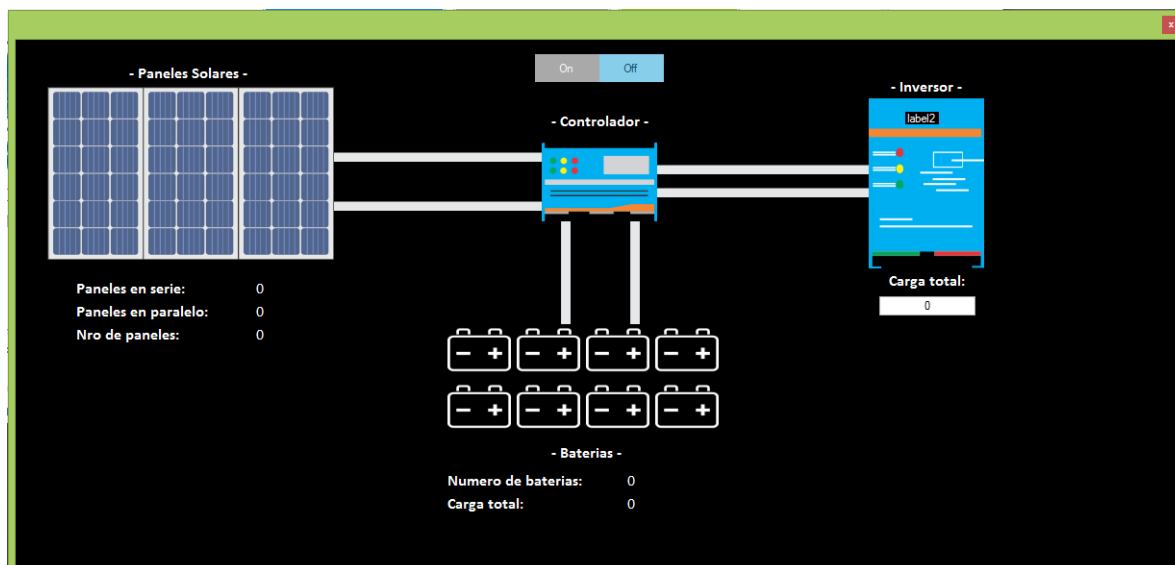


Figura 67. Panel del sector fotovoltaico.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

El código donde realiza la conexión y el proceso de obtener los datos del voltaje, como también el proceso del hilo para la lectura sea constante.

```
public void funcion_1()
{
    while (true)
    {
        try
        {
            puertoSerial = new SerialPort("COM6", 9600, Parity.None, 8, StopBits.One);
            puertoSerial.Open();
            //string t = puertoSerial.ReadLine();
            //txtVoltajeSalida.Text = t;
            puertoSerial.DataReceived += new SerialDataReceivedEventHandler(puertoSerial_DataRecived);
            Thread.Sleep(-1);
        }
        catch (Exception d)
        {
            MessageBox.Show(d.ToString());
            puertoSerial.Close();
            proceso_1.Abort();
            proceso_1.Join();
        }
    }
}
```

```
string[] puertos = SerialPort.GetPortNames();

foreach (string puerto in puertos)
{
    lista_puertos = puerto.ToString();
}
if (lista_puertos.Length>0)
{
    try
    {
        proceso_1.Start();
    }
    catch (Exception d)
    {
        MessageBox.Show(d.Message);
    }
}
```

Ahora se detallará el funcionamiento del panel del control de iluminación y sensores de la casa, primeramente se desarrolló una interfaz dividida en pestañas, donde cada pestaña corresponde a un área de la casa, cada uno con sus respectivos controles de focos y sensores:

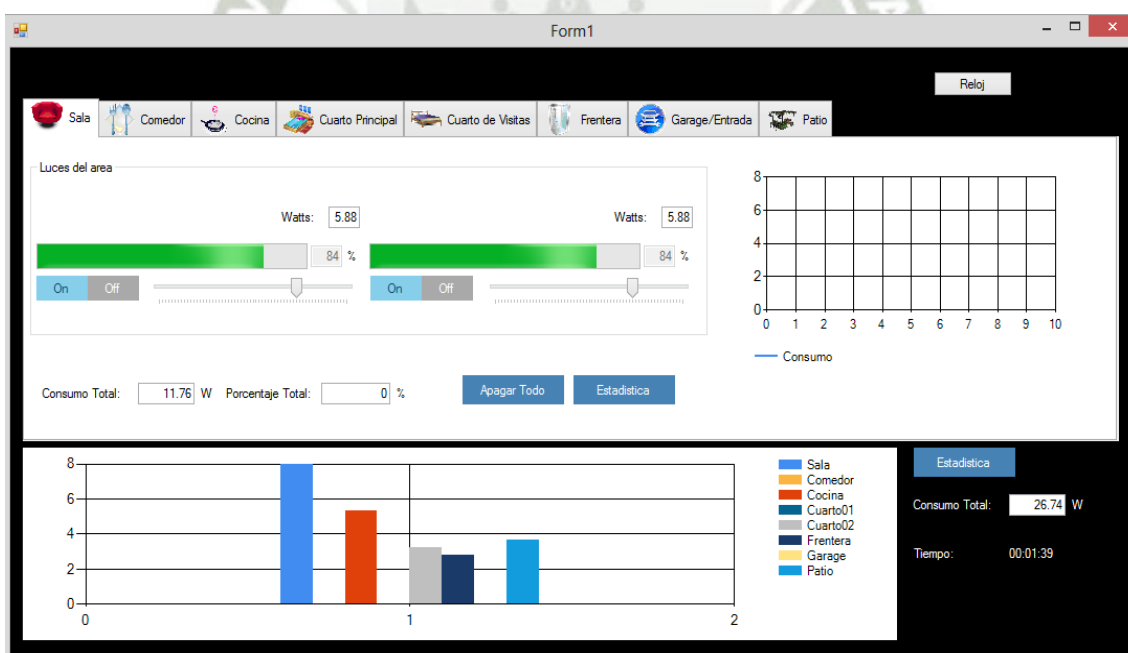


Figura 68. Panel de control de iluminación.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

Para el control de la intensidad, se utilizará la herramienta: “track bar” y el código para su funcionamiento, varía por cada área:

```
private void tbLuzFocoGarage01_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    double foco01 = 0, foco02 = 0, foco03 = 0, totalConsumo = 0;

    try
    {
        control_intencidad_luz(tbLuzFocoGarage01, pgFocoGarage01, txtPorcentajeFocoGarage01, txtVoltajeFocoGarage01);
        control_intencidad_luz(tbLuzFocoGarage01, pgFocoGarage02, txtPorcentajeFocoGarage02, txtVoltajeFocoGarage02);

        foco01 = Convert.ToDouble(txtVoltajeFocoGarage01.Text);
        foco02 = Convert.ToDouble(txtVoltajeFocoGarage02.Text);
        foco03 = Convert.ToDouble(txtVoltajeFocoGarage03.Text);
        totalConsumo = foco01 + foco02 + foco03;
        txtConsumoGarageEntrada.Text = totalConsumo.ToString();
    }
    catch (Exception)
    { }
}
```

Para leer los datos de salida de los sensores conectados a las placas Arduino tenemos:

```
public void lectura_sensores()
{
    SerialPort puertoSerial;
    puertoSerial = new SerialPort("COM6", 9600);
    int SLZ = 0;
    try
    {
        puertoSerial.Open();

        while (true)
        {
            if (puertoSerial.IsOpen)
            {
                string a = puertoSerial.ReadLine();
                if (a.Contains("LSL:"))
                {
                    SLZ = Convert.ToInt32(a.Remove(0, 5));
                    txtIntencidadFrentera01.Text = SLZ.ToString();
                    txtIntencidadPatio01.Text = SLZ.ToString();
                }
            }
        }
    }
    catch (Exception)
    { }
    finally
    {
        if (puertoSerial != null || puertoSerial.IsOpen)
            puertoSerial.Close();
    }
}
```

Para la realización de los gráficos estadísticos en paralelo de los consumos, utilizamos las funciones de hilos para cada uno:

```
private void btnEstadisticaComedor_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        proceso_Comedor.Start();
    }
    catch (Exception)
    {
    }
}

public void funcion_Comedor()
{
    while (true)
    {
        Thread.Sleep(1500);

        consumoComedor = Convert.ToDouble(txtConsumoFocosComedor.Text);
        chartComedor.Series["Consumo"].Points.AddY(consumoComedor);

        if (chartComedor.Series["Consumo"].Points.Count >= 10)
            chartComedor.Series["Consumo"].Points.RemoveAt(0);
    }
}
```

Para el consumo total tenemos el siguiente código:

```
public void funcion_Consumo_Total()
{
    double csmSala, csmComedor, csmCocina, csmCP, csmCV, csmFrentera, csmGarage, csmPatio;
    double consumoTotal = 0;

    while (true)
    {
        Thread.Sleep(100);

        csmSala = Convert.ToDouble(txtConsumoFocosSala.Text);
        csmComedor = Convert.ToDouble(txtConsumoFocosComedor.Text);
        csmCocina = Convert.ToDouble(txtConsumoTotalCocina.Text);
        csmCP = Convert.ToDouble(txtConsumoTotalCP.Text);
        csmCV = Convert.ToDouble(txtConsumoTotalCV.Text);
        csmFrentera = Convert.ToDouble(txtConsumoTotalFrentera.Text);
        csmGarage = Convert.ToDouble(txtConsumoGarageEntrada.Text);
        csmPatio = Convert.ToDouble(txtConsumoTotalPatio.Text);

        consumoTotal = csmSala + csmComedor + csmCocina + csmCP + csmCV + csmFrentera + csmGarage + csmPatio;
        txtConsumoTotal.Text = consumoTotal.ToString();

        chartConsumoTotal.Series["Sala"].Points.Add(csmSala);
        chartConsumoTotal.Series["Comedor"].Points.Add(csmComedor);
        chartConsumoTotal.Series["Cocina"].Points.Add(csmCocina);
        chartConsumoTotal.Series["Cuarto01"].Points.Add(csmCP);
        chartConsumoTotal.Series["Cuarto02"].Points.Add(csmCV);
        chartConsumoTotal.Series["Frentera"].Points.Add(csmFrentera);
        chartConsumoTotal.Series["Garage"].Points.Add(csmGarage);
        chartConsumoTotal.Series["Patio"].Points.Add(csmPatio);
    }
}
```

Ahora vemos el medidor de consumo, para tener control del consumo que estamos realizando, donde mostramos en funcionamiento en el siguiente diagrama de flujo:

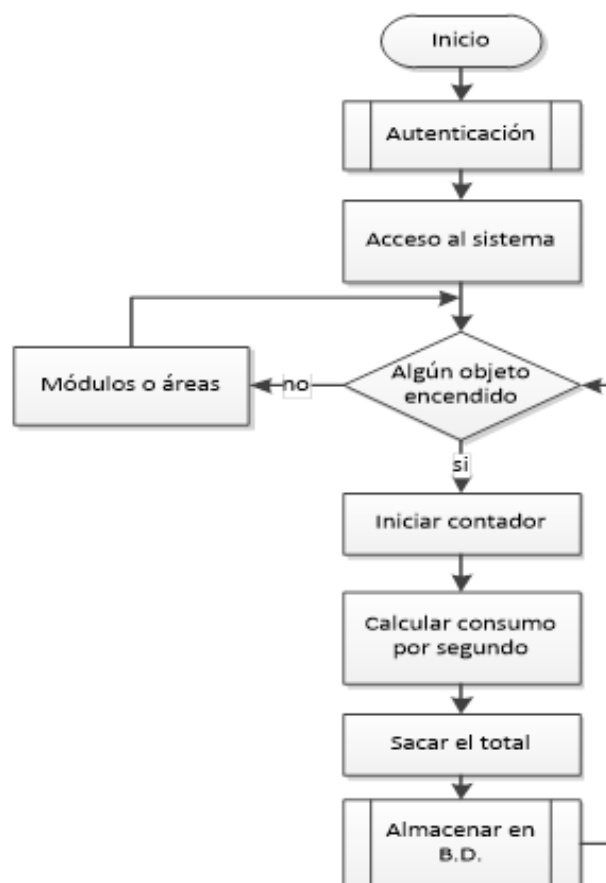


Figura 69. Diagrama del funcionamiento del medidor de consumo.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

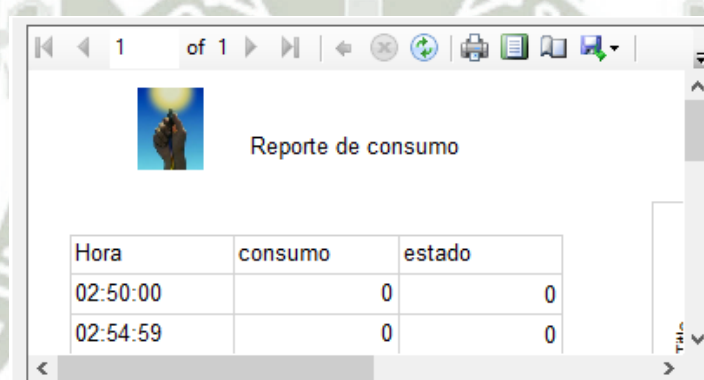
Para el cálculo del consumo eléctrico, declaramos las variables y las inicializamos en “0”, luego la función sumará todos los objetos prendidos y su respectivo consumo que aparece en el “textbox”; como se muestra en el código a continuación, este cálculo será realizado cada segundo y se irá sumando.

```

public void calcular_consumo_segundo()
{
    double segundos = 0;
    double total_consumo_watts = 0;
    double consumo_watts_hora = 0;
    try
    {
        total_consumo_watts = Convert.ToDouble(txtConsumoFocosSala.Text) + Convert.ToDouble(txtConsumoFocosComedor.Text) +
        segundos = TimeSpan.Parse(lblTiempoConsumo.Text).TotalSeconds;
        consumo_watts_hora = consumo_watts_hora + Math.Round((total_consumo_watts * (segundos / 3600)), 4);
        this.txtConsumoTotal.Text = consumo_watts_hora.ToString();
    }
    catch (Exception)
    { }
}

```

Luego la opción de reporte del consumo de la vivienda en base a los datos almacenados en la función anterior, donde permite al usuario generar un reporte de su consumo como vemos en la siguiente imagen:



Hora	consumo	estado
02:50:00	0	0
02:54:59	0	0

Figura 70. Generación de reportes.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

3.3.3. Integración del proyecto en maqueta

Ahora se procede a implementar todos los circuitos previamente probados en la maqueta para simular el funcionamiento en conjunto de una vivienda, para este objetivo seguimos un plano de ubicación diseñado en el programa “SketchUp” donde ya se realizó anteriormente la distribución de las áreas de una vivienda promedio y ubicamos los sensores, de acuerdo a las necesidades por área y de acuerdo a la optimización de los mismos, quedando de la siguiente manera:



Figura 71. Diseño de la ubicación de sensores y focos leds.

Fuente: Elaboración propia (2013, Agosto).

Para la comunicación de los sensores a las placas Arduino y al servidor, se utilizaron cables UTP apantallado de 9 hilos y cables IDE:

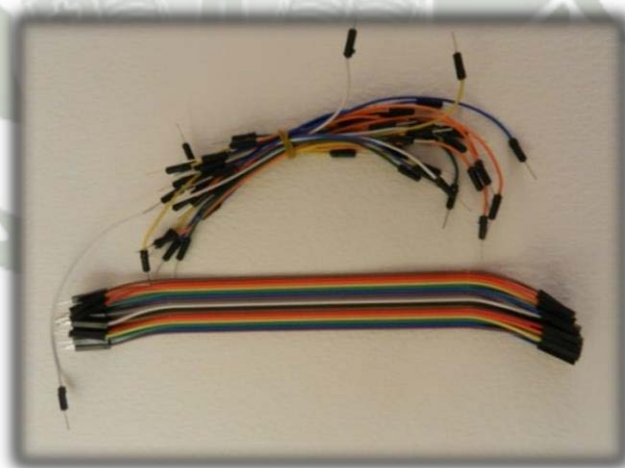


Figura 72. Cables jumper hembra-macho y macho-macho.

Fuente: Elaboración propia (2013, Noviembre).

Para la instalación primeramente se ubicaron los sensores en su respectivo lugar y medimos la cantidad de cable que usará cada uno hasta

llegar al cuarto de red que se ubica en el cuarto del fondo al lado del patio de la vivienda, teniendo en cuenta que cada sensor requiere de 2 a 4 cables de datos con distintas salidas que se conectarán a las placas Arduino.



Figura 73. Ubicación de sensores.

Fuente: Elaboración propia (2013, Noviembre).



Figura 74. Instalando circuitos.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

Para tener mejor manejo de las conexiones de los sensores y los demás dispositivos, se usaron protoboard para conectar con mejor facilidad los cables de datos y no sobrecargar de cables las placas Arduino y además para un mejor reconocimiento de los circuitos en caso de que se quiera adicionar algún dispositivo dentro de la vivienda.

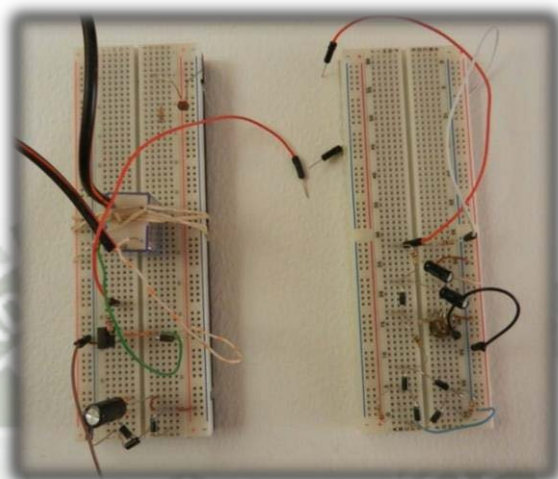


Figura 75. Uso de protoboard para conectar los sensores.

Fuente: Elaboración propia (2013, Noviembre).

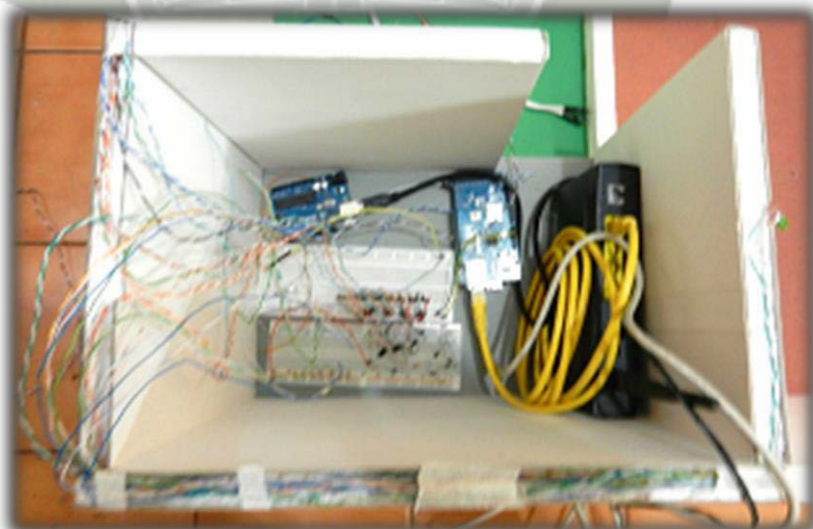


Figura 76. Circuitos conectados y listos para funcionar.

Fuente: Elaboración propia (2013, Noviembre).

Una vez que todo se encuentre bien conectado, se realizan nuevamente las pruebas de funcionamiento de los dispositivos, teniendo en cuenta que están todos conectados a los protoboard que se alimentan del voltaje que brindan las placas Arduino, luego de probar el funcionamiento junto con el software, solamente quedaría ajustar y acomodar los posibles cables sueltos y darle acabados finales, poniendo canaletas o en este caso cinta para imitar los acabados de cableado que realiza normalmente una vivienda.



Figura 77. Diseño a escala en programa "SketchUp" final.

Fuente: Elaboración propia (2013, Agosto).



Figura 78. Maqueta con circuitos acoplados terminada.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Noviembre)

Para probar el funcionamiento a través de un dispositivo inalámbrico y común actualmente, se realizó una aplicación básica en plataforma Java Net beans para Android 4.3, donde el dispositivo con el software instalado, se podrá comunicar por medio de la red wifi al sistema directamente y le permitirá realizar la conexión para enviar señales de encendido y apagado. [CVM, 2010]

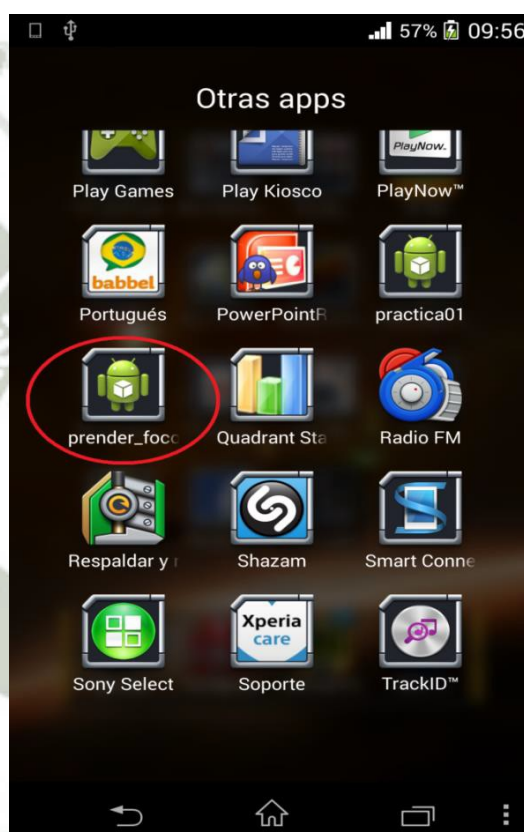


Figura 79. Aplicación instalada en celular smartphone.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

Una vez diseñado y programado la aplicación se instala la aplicación ejecutable en el teléfono celular Smartphone y el funcionamiento de la aplicación desde el celular se dará de la siguiente manera:

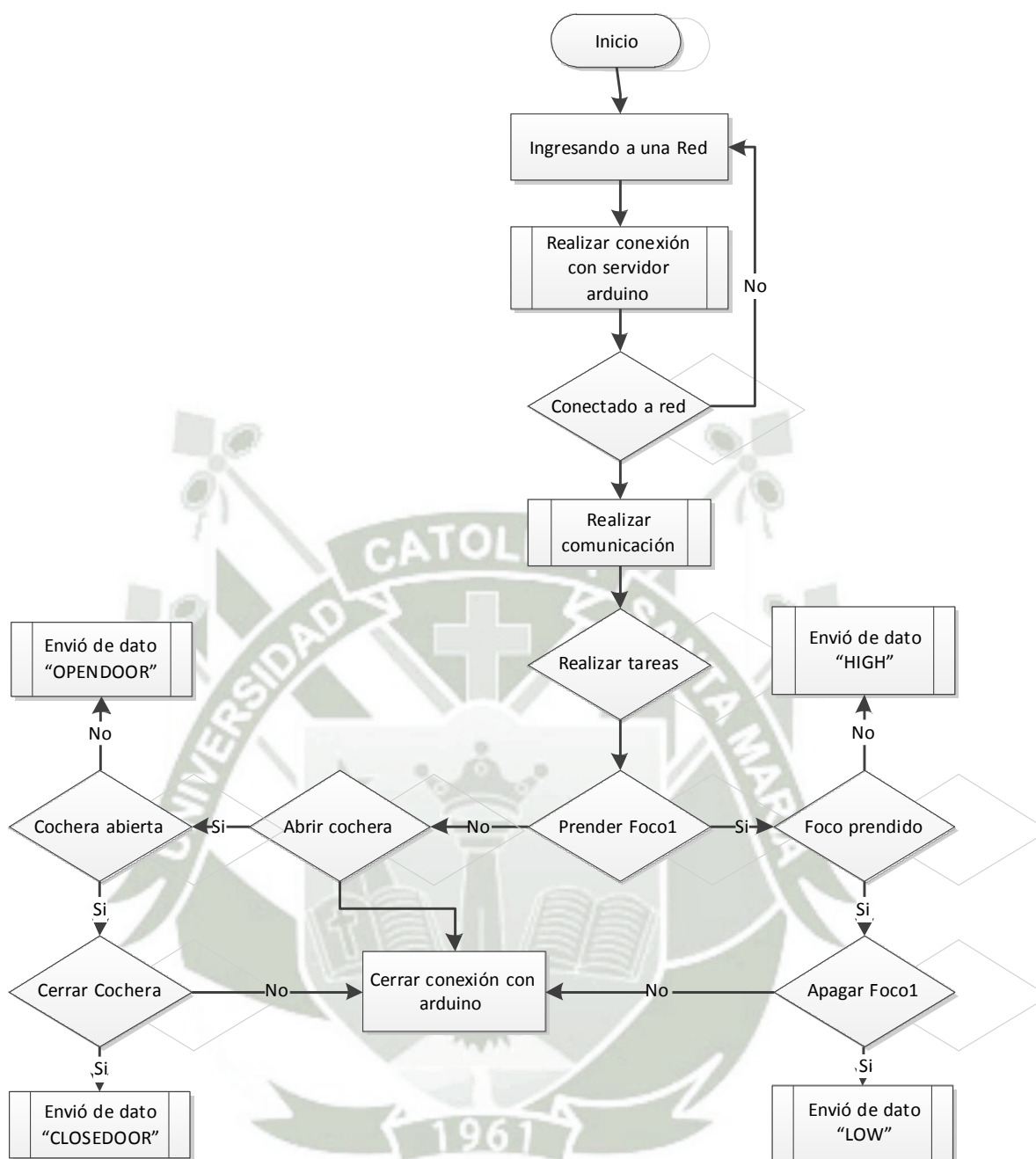


Figura 80. Diagrama del funcionamiento con Android.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

En cuanto a la seguridad de la información, control de acceso y conectividad en general de todo el proyecto, se realizó el siguiente diagrama explicativo de la seguridad de red en general de todo el proyecto:

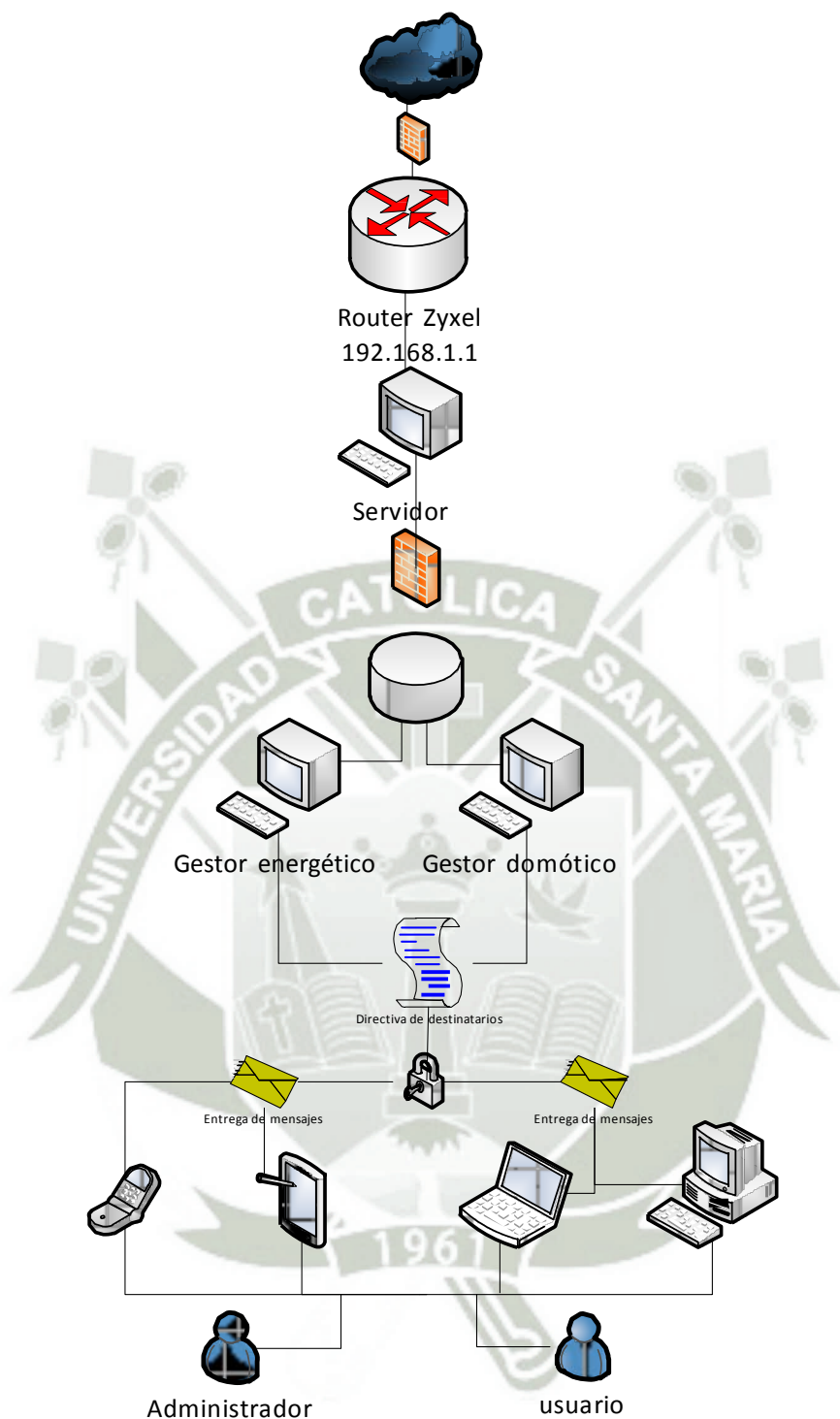


Figura 81. Seguridad de red de todo el proyecto.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

3.3.4. Diagrama de conexión de la base de datos:

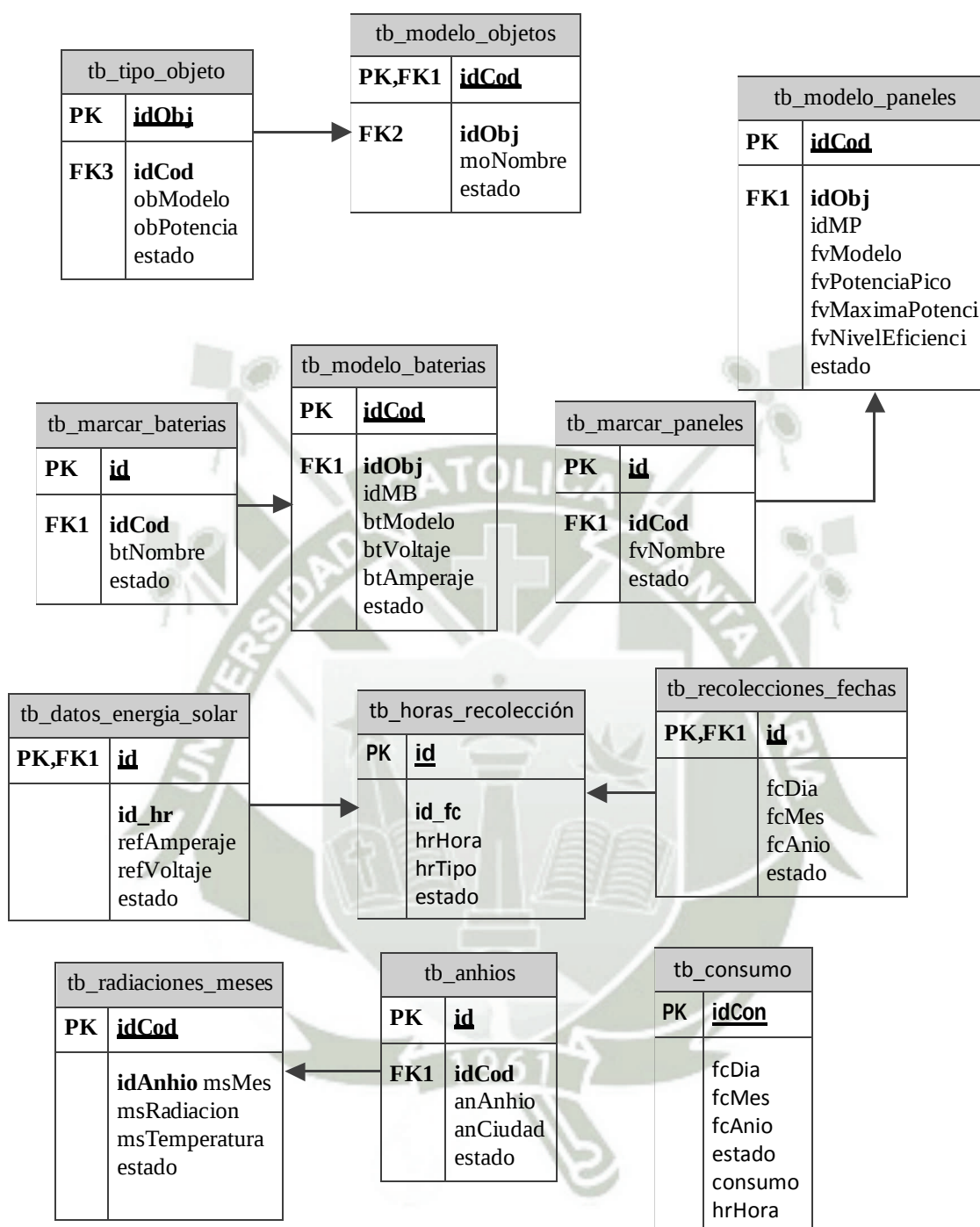


Figura 82. Modelo de Base de Datos.

Fuente: Elaboración propia (2013, Diciembre).

3.4. Pruebas de ejecución

3.4.1. Obtención de Datos y funcionamiento de sensores y circuitos

Para realizar las pruebas de control de funcionamiento, primeramente se realizaron pruebas de cada sensor, luego todos en conjunto conectados a sus respectivas placas arduino e instalados y conectados en la maqueta, para mostrar las pruebas, realizamos “Casos de pruebas” para cada uno:

Caso de Prueba	SG-01	Obtención datos de detección de movimiento
Propósito	Obtener los datos de salida del sensor de Movimiento en la plataforma Arduino.	
Descripción	1. El sensor capta las variaciones infrarrojas de su entorno y sus datos los obtenemos mediante: <code>digitalRead()</code>. 2. En Arduino codificamos las variables y conectamos los datos al pin analógico 7. 3. Codificamos secuencias de movimiento por segundos y los mostramos por pantalla.	
Salida Esperada	Mostrar cuantos segundos hubo movimiento y cuando se detiene y luego de cuánto tiempo hay movimiento nuevamente.	
Proceso	Funciona	
Observaciones	-	

Caso de Prueba	SG-02	Función de encender/apagar foco
Propósito		Obtener los datos de salida del sensor de Luz para el control de encendido y apagado en la plataforma Arduino.
Descripción		1. Conectamos el sensor al pin analógico 8 y declaramos las variables. 2. Realizamos comparaciones entre 1000 y 1023 (incidencia de oscuridad muy alta) para que el foco encienda, de lo contrario debe apagarse.
Salida Esperada		Apagar el foco automáticamente cuando el sensor capta luz desde una cierta intensidad y encender el foco en caso contrario.
Proceso		Funciona
Observaciones		-

Caso de Prueba	SG-03	Obtención de datos de proximidad
Propósito		Obtener datos de proximidad del sensor Ultrasónico en plataforma Arduino.
Descripción		1. Conectamos la salida “echo” al pin digital 8, la salida “trig” al pin digital 9 luego declaramos variables de lectura incluimos la librería “Ultrasonic.h” para el control del sensor. 2. El pulso obtenido del sensor, lo convertimos en valor de distancia “cm”. 3. Mostramos por pantalla la distancia que se mide entre el sensor y el objeto próximo.
Salida Esperada		Mostrar la proximidad de cualquier objeto o persona que este próxima al sensor.
Proceso		Funciona
Observaciones		-

Caso de Prueba	SG-04	Obtención de datos de temperatura y humedad
Propósito	Obtener datos capturados por el sensor de temperatura y humedad DHT11.	
Descripción	1. Conectamos el sensor a la placa Arduino, y seguidamente se declara los pines de salida, declaramos la librería “dht11.h”. 2. Obtenemos los datos del sensor y lo mostramos por pantalla.	
Salida Esperada	Mostrar el grado de temperatura y también de humedad en tiempo real.	
Proceso	No funciona correctamente	
Observaciones	En las pruebas de conectividad, y adquisición de datos de salida del sensor, se muestra error de lectura y variabilidad de los datos de salida, es decir la variable no es constante, por lo tanto no se está realizando lecturas correctas para poder calcular una constante y enviar señal al ventilador y se pueda activar.	

Revisión	SG-04	Obtención de datos de temperatura y humedad
Pre-requisito	Obtener datos capturados por el sensor de temperatura.	
Estado del Caso de prueba	Funciona	
Observaciones	Se vio por conveniente cambiar el sensor por el modelo: Sensor de temperatura DS18B20, ya que tiene mejor precisión en la medición y solamente es sensor de temperatura.	

Caso de Prueba	SG-05	Control de un servomotor
Propósito	Control de fuerza, tiempo y espacio sobre un servomotor para control de puerta de cochera	
Descripción	1. Conectamos el servomotor a la placa Arduino, y seguidamente se declara los pines de salida, declaramos la librería "Servo.h". 2. Modificamos los valores según el objeto y distancia que queremos mover.	
Salida Esperada	Control manual sobre el servomotor.	
Proceso	Funciona	
Observaciones	-	

Caso de Prueba	SG-06	Control de ventilación
Propósito	Control del uso del cooler.	
Descripción	1. Conectamos el cooler a la placa Arduino, y mandamos señal para que encienda o apague.	
Salida Esperada	Control sobre la ventilación.	
Proceso	Funciona	
Observaciones	-	

Caso de Prueba	SG-07	Obtención de datos de corriente con el sensor ACS712
Propósito		Conocer los valores de voltaje y amperaje de una batería tanto de entrada como de salida.
Descripción		1. Conectamos los pines del sensor a las salidas analógicas. 2. La lectura de AnalogRead() lo multiplicamos por "5" que es la alimentación del sensor y lo dividimos entre 1023 para obtener el valor en voltios.
Salida Esperada		Mostrar el voltaje y el amperaje en tiempo real de una batería.
Proceso		No funcionó
Observaciones		En la segunda prueba, se quemó la placa Arduino UNO, ya que cerramos circuito sin el uso de sus respectivas resistencias.

Revisión	SG-07	Obtención de datos de corriente con el sensor ACS712
Pre-requisito		Conocer los valores de voltaje y amperaje de una batería tanto de entrada como de salida.
Estado del Caso de prueba		Funcionó
Observaciones		Implementamos un circuito que actúa como regulador de tensión, es decir la entrada de 220V lo reduce para la entrada a la placa Arduino entre 1V y 10V.

Caso de Prueba	SG-08	Obtención de datos y funcionamiento de todo el sistema domótico en conjunto
Propósito	Las funciones de los sensores funcionen paralelamente.	
Descripción	1. Conectamos los pines de cada sensor a sus respectivos datos. 2. Se inicializa y corre el programa de control de los dispositivos. 3. En la pantalla de visualización debe observarse los datos que genera cada sensor. 4. Individualmente los sensores deben funcionar correctamente y al mismo tiempo.	
Salida Esperada	Funcionamiento correcto de todos los dispositivos paralelamente.	
Proceso	No funcionó	
Observaciones	Debido a que cada sensor requiere de alimentación del voltaje de la placa Arduino, el funcionamiento de los sensores se volvió lento, además en el monitor se reflejan los datos de los sensores que se imprimen en pantalla muy rápido, debido a que el sistema hace lecturas continuas y la información es mostrada muy rápidamente, como para observar algún posible error.	

Revisión	SG-08	Obtención de datos y funcionamiento de todo el sistema domótico en conjunto
Pre-requisito	Las funciones de los sensores funcionen paralelamente.	
Estado del Caso de prueba	Funcionó	
Observaciones	Se dividió los sensores en el protoboard, de manera que los sensores que menor consumo requieran, están en un solo protoboard alimentados por la misma carga, y el servomotor que requiere 5V está conectado directamente a la placa para evitar caídas de voltaje o de datos.	

3.4.2. Pruebas de funcionamiento del software

Ahora para las pruebas de control de funcionamiento de: acceso a datos y comprobación de posibles errores del software, también se realizaron “casos de prueba” en las principales funciones:

Caso de Prueba	SG-09	Validación de Usuario
Propósito		El usuario antes de ingresar al sistema de gestión, deberá introducir un usuario y contraseña para identificarse.
Descripción		1. En el usuario ingresa un usuario anteriormente creado y validado. 2. Seguidamente introduce su contraseña de acceso. 3. El sistema de verificar tanto al usuario como a la contraseña e identificar los respectivos permisos.
Salida Esperada		Validación correcta de usuarios.
Proceso		Funcionó
Observaciones		-

Caso de Prueba	SG-10	Llenado de datos en base de datos
Propósito		Ingresar datos de paneles, baterías y objetos de uso para el hogar
Descripción		1. Elegir la opción: “Panel de objetos” e ingresar nuevo o editar: tipo de objeto, código, descripción, id, modelo, potencia. 2. De la misma manera en la tabla “Tabla radiaciones” , “tabla de paneles” y “tabla de baterías” Guardar y salir de la pestaña.
Salida Esperada		Guardar datos en la base datos
Proceso		Funcionó
Observaciones		-

Caso de Prueba	SG-11	Cálculo de la proyección de Energía
Propósito		Realizar un cálculo para una optimización energética en base a los datos ingresados en base de datos.
Descripción		1. Agregar objetos desde la base de datos que se usará por cada sector, la cantidad de objetos y también sus horas de uso. 2. El sistema debe calcular en base a los objetos, la suma del consumo en KiloWatt y en Watt. 3. En la segunda pestaña, el usuario debe ingresar un margen de seguridad (energía extra en caso de emergencias en “%”), y el sistema calculará la energía necesaria para los objetos ingresados en la primera pestaña y luego la multiplicación de ésta con el margen de seguridad, que brindará un total de energía necesaria en Watt/hora requerida para todo el sistema fotovoltaico. 4. El usuario podrá escoger también el tipo de rendimiento para su sistema fotovoltaico, y visualizar según la ciudad y tipo de radiación. 5. Según los anteriores criterios, el usuario puede escoger paneles y baterías que más se acomoden a sus requerimientos, índole: el modelo, potencia pico, tensión máxima y el nivel de eficiencia.
Salida Esperada		Un resumen de proyección energética y de sus componentes de acuerdo a indicaciones específicas del usuario.
Proceso		Funcionó
Observaciones		El usuario debe llenar con datos reales y comprobados para la proyección óptima de su sistema fotovoltaico.

Caso de Prueba	SG-12	Control de encendido, apagado e intensidad de luz
Propósito	El usuario podrá controlar el encendido y apagado de luces, de cada área, conocer el consumo real que está teniendo en esos momentos.	
Descripción	1. En el usuario escogerá la opción “On” para encender un foco. 2. El control “Progress bar” subirá al 100%, y el usuario con el control “track bar” podrá variar la intensidad de la luz.	
Salida Esperada	Control de encendido, apagado e intensidad funcionando con normalidad.	
Proceso	Funcionó	
Observaciones	Para el control “track bar” que controla la intensidad, se puso un contador que valida la disminución de intensidad hasta un mínimo de 40% (De lo contrario se apaga el foco).	

Caso de Prueba	SG-13	Gestión de monitoreo, muestra de estadísticas de consumo por área y el total
Propósito	El usuario podrá visualizar estadísticamente en tiempo real el consumo del hogar, tanto área por área como el consumo del total.	
Descripción	1. En el sistema escogerá la opción “On” para encender un foco. 2. El control “Progress bar” subirá al 100%, y el usuario con el control “track bar” podrá variar la intensidad de la luz.	
Salida Esperada	Control de encendido, apagado e intensidad funcionando con normalidad	
Proceso	Funcionó	
Observaciones	Para el control “track bar” que controla la intensidad, se	

	puso un contador que valida la disminución de intensidad hasta un mínimo de 40% (De lo contrario se apaga el foco).
--	---

Caso de Prueba	SG-14	Medidor de consumo
Propósito		El usuario podrá monitorear en cualquier momento su consumo en tiempo real.
Descripción		1. En el sistema de gestión domótica se realizó un contador de consumo por área donde calcula el consumo por hora de cada área. 2. Y luego hace una sumatoria del consumo total para dar el consumo como la hace la empresa “Seal” realizando un consumo de: W/h (watt por hora).
Salida Esperada		Consumo sectorizado para el monitoreo y control.
Proceso		No funcionó
Observaciones		Da el consumo, pero durante una hora una luz se puede apagar durante 10 minutos, entonces no daría un consumo real sino un consumo supuesto.

Revisión	SG-14	Medidor de consumo
Pre-requisito		Realizar el cálculo de consumo por segundo para un mejor cálculo real.
Estado del Caso de prueba		Funcionó

Observaciones	Para una mejor exactitud, calculamos primero la cantidad de segundos que tenemos en una hora, luego el consumo sectorizado donde: 5. Watts consumidos = w_c 6. Tiempo de encendido = t_e 7. Segundos de 1 h = 3600 — Así tenemos el consumo w/h y luego realizamos la sumatoria de cada sector para obtener el consumo total.
---------------	---

Caso de Prueba	SG-15	Integración de la base de datos
Propósito		Los datos del medidor de consumo se guarden en la base de datos para el reporte
Descripción		1. Al generar el cálculo del consumo, los datos deben guardarse automáticamente en la base de datos para luego poder generar un reporte
Salida Esperada		Almacenamiento de datos de consumo
Proceso		No funcionó
Observaciones		No se consideraron variables correctas en los procedimientos almacenados.

Revisión	SG-15	Integración de la base de datos
Pre-requisito		Almacenamiento de datos de consumo automático.
Estado del Caso de prueba		Funcionó
Observaciones		Los procedimientos almacenados funcionaron correctamente con sus variables correctas que fueron aumentadas y corregidas. Generará varios datos debido q que se realiza el cálculo cada segundo.

Caso de Prueba	SG-16	Generación de reportes
Propósito		El usuario podrá obtener reportes de su consumo.
Descripción		1. Al ingresar al sistema, hay una opción donde le permite al usuario generar un reporte del consumo. 2. Al obtener el reporte el usuario bien lo puede guardar en otros formatos como Excel, Word o pdf o también lo puede imprimir.
Salida Esperada		Reporte de consumo
Proceso		Funcionó
Observaciones		Se puede dar la opción de que el usuario escoja que tipo de reporte que desea: por día, hora o fecha.

Caso de Prueba	SG-17	Control desde un celular smartphone a través de plataforma Android.
Propósito		El usuario pueda controlar las luces y el servomotor mediante su celular.
Descripción		1. Primeramente se desarrolló la aplicación en Netbeans para Android 4.3. 2. Luego se instaló el ejecutable de la aplicación en el celular Smartphone. 3. El usuario se conecta al servidor de red que tiene dirección IP 192.168.1.1 4. Tiene los botones de encendido y apagado de un foco y el control de abrir y cerrar cochera que mandará señal al servomotor.
Salida Esperada		Control de encendido/apagado de luces y control del servomotor.
Proceso		Funcionó
Observaciones		Se puede adaptar también para los demás sensores en el celular. Pero solamente para la demostración se realizó un control simple de 2 dispositivos.

3.4.3. Resultados

Para la interpretación de los resultados, mostraremos cuadros gráficos y cuadros estadísticos con porcentajes de aceptabilidad, funcionalidad y otros factores evaluados a través de encuestas a usuarios de distintas edades, especialidades, entorno socio-económico e intereses. En total se realizaron dos encuestas a 26 personas cada una, para la toma de datos, se realizó de forma manual, para poder tener accesibilidad a personas con bajo conocimiento de informática y además la cantidad de datos a procesar no son excesivamente voluminosos, los resultados se detallan a continuación:

A. Encuesta de usuarios

1. ¿Los sistemas de automatización en la actualidad le ayudan en su vida cotidiana o trabajo?

El 81% de los usuarios refiere sí les ayuda indistintamente, y el otro 19% responde “no” y en su mayoría fue por no saber en qué les puede ayudar o no necesitan automatización en sus actividades:

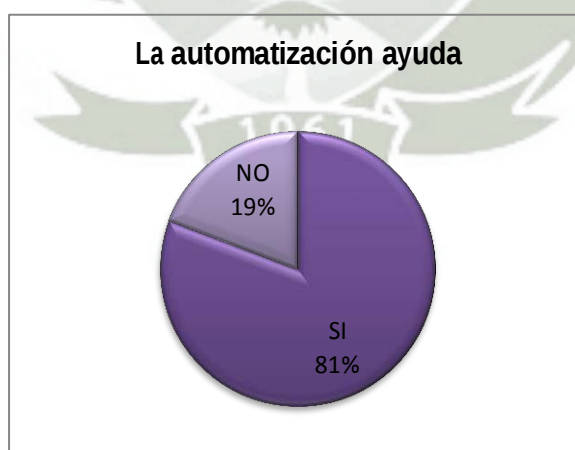


Figura 83. Gráfico de aceptación de la automatización.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

En la segunda parte de la pregunta, quienes tuvieron algún tipo de actividad automatizada, lo calificaron en niveles:

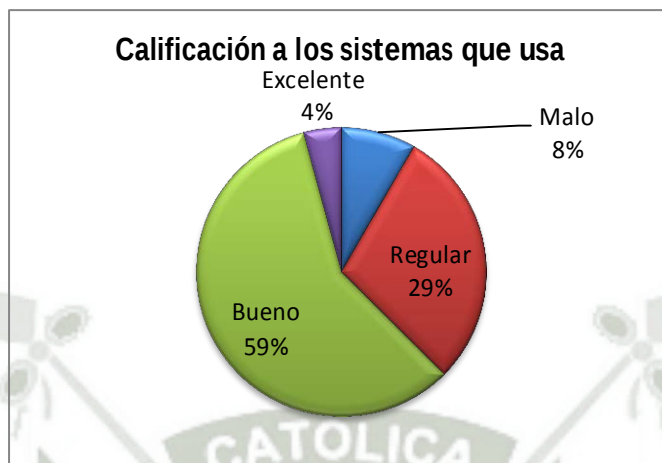


Figura 84. Gráfico de calificación de los sistemas de automatización.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

En la tercera parte de la pregunta, con respecto al ahorro energético, todos estuvieron de acuerdo con el ahorro, como muy importante fueron el 65% y como importante el 35%.

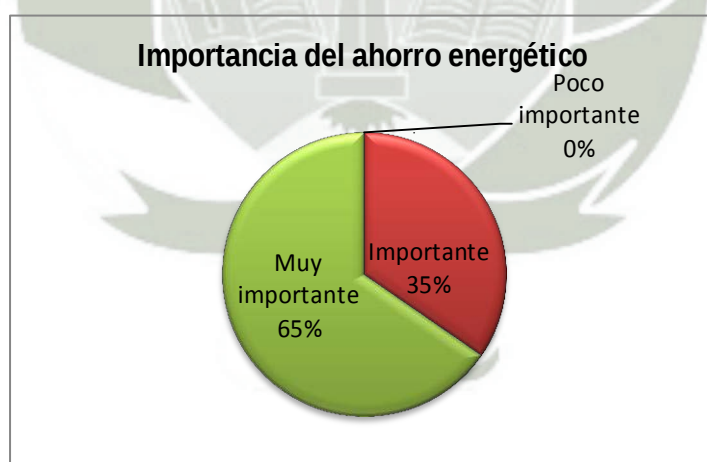


Figura 85. Gráfico de la importancia del ahorro energético.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

2. ¿Le gustaría tener un sistema que le permita ahorrar energía en su casa?

En esta pregunta el 100% de los encuestados, es decir las 26 personas están de acuerdo en obtener un sistema que les permita ahorrar energía.



Figura 86. Gráfico de aceptación de un sistema de ahorro de energía.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

3. ¿Cuánto pagaría por un sistema que le permita el ahorro de energía eléctrica?

En esta pregunta, con respecto a la pregunta anterior, el 77% de los usuarios indicaron que pagarían menos de S/.2000.00.

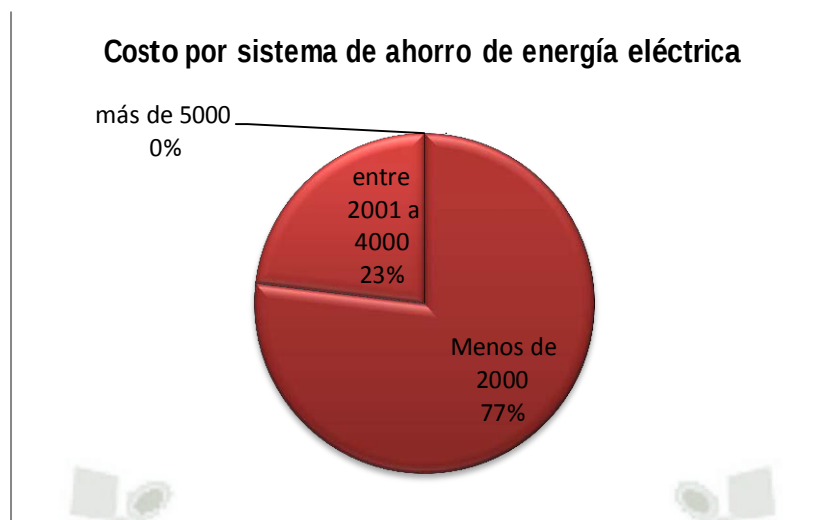


Figura 87. Gráfico de costo por un sistema de ahorro energético.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

4. ¿Le gustaría conocer el consumo de cada ambiente de su casa y el consumo total?

El 100% de los usuarios indicaron que quieren tener conocimiento de su consumo total, y mejor aún si se puede conocer el consumo por cada área.

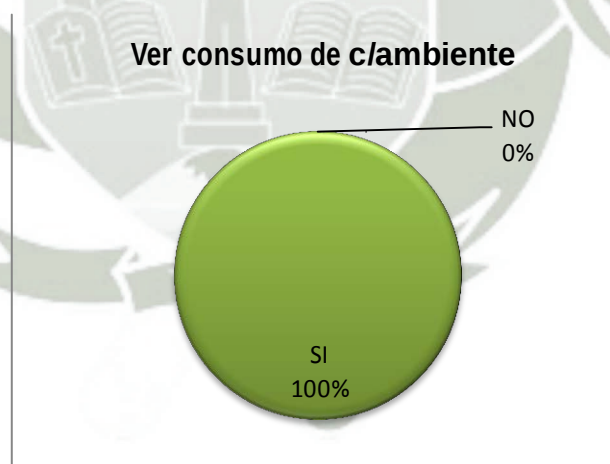


Figura 88. Gráfico del conocimiento del consumo total y por áreas.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

5. Le gustaría ingresar por web, celular, pc u otro, para administrar el consumo de energía eléctrica en los ambientes de su casa.

Los usuarios que contaban con celular Smartphone y similares que son el 92% respondieron que sí y el otro 8% no lo ve necesario.

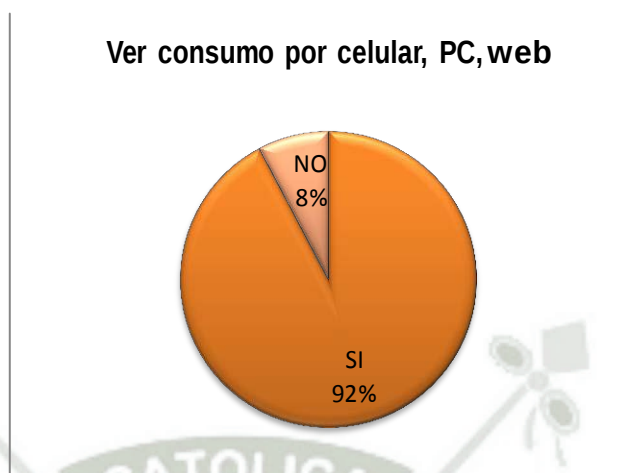


Figura 89. Gráfico ver consumo por celular, pc, web, etc.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

6. ¿Le gustaría que el sistema de ahorro de energía utilice fuentes de energía solar?

También en esta pregunta el 100% de los usuarios respondió que si les gustaría acoplar un sistema solar (cualquiera) para ahorrar.

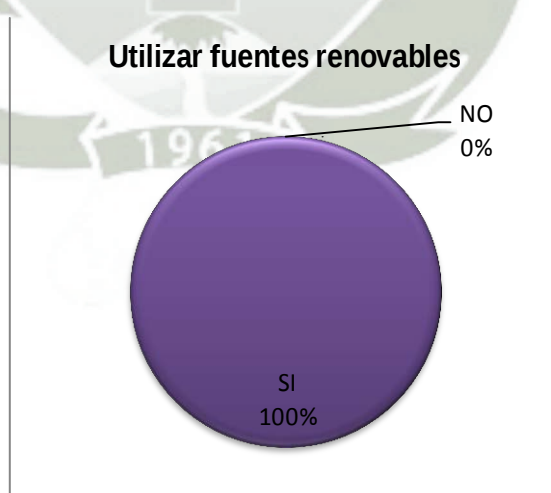


Figura 90. Gráfico de utilizar fuentes renovables.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

7. ¿Confiaría en un sistema que pueda adaptarse a su sistema eléctrico que tiene instalado en su casa?

El 15% respondió que no, por temor a que genere mayor consumo o cause mayores dificultades, el 85% respondió que si.

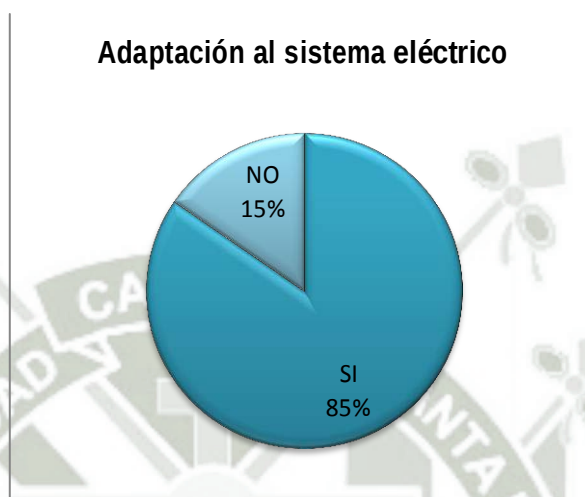


Figura 91. Gráfico de confiabilidad de adaptación al sistema eléctrico.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

B. Encuesta de satisfacción de usuarios

1. ¿Qué ventajas o desventajas para usted, le trae la tecnología?

Los usuarios escogieron de una lista de cinco ventajas y cinco desventajas, dando los siguientes resultados:

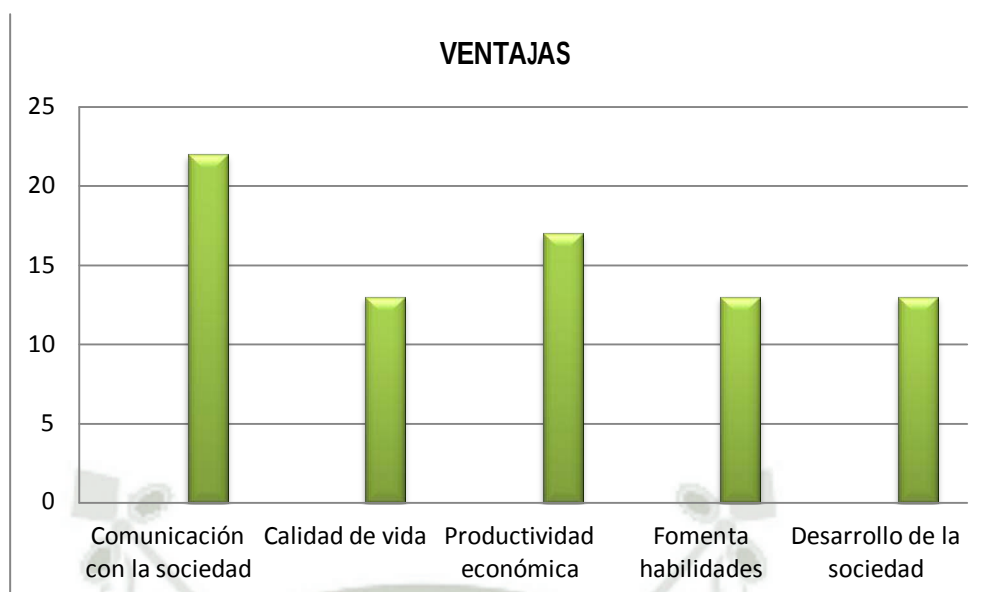


Figura 92. Gráfico estadísticas de las ventajas de la tecnología.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

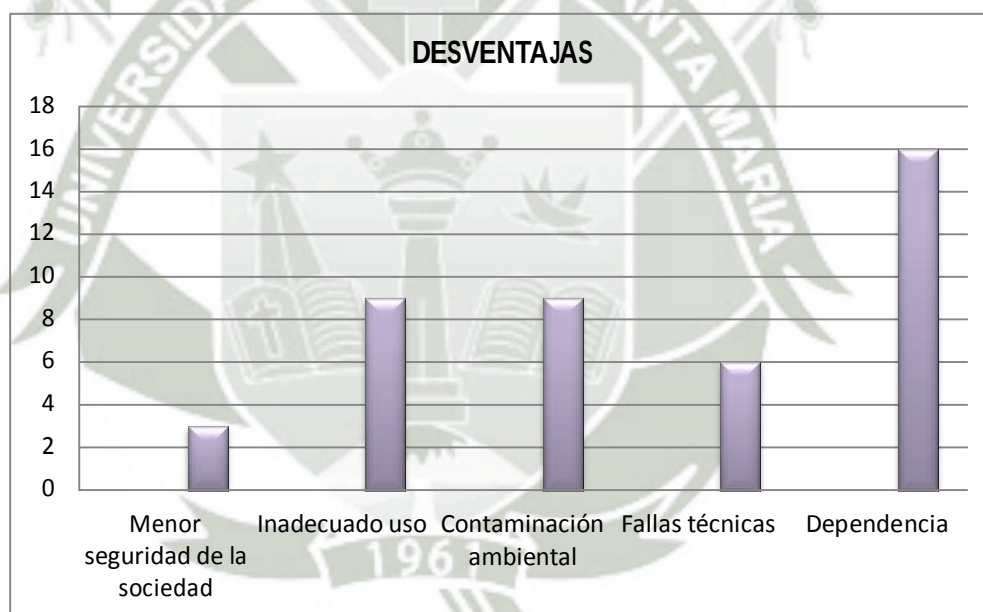


Figura 93. Gráfico estadísticas de las desventajas de la tecnología.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

2. Si le ofrecen un sistema que le permita controlar algunas funciones dentro de su casa, ¿Que funciones le gustaría automatizar?

Los usuarios escribieron de una a más funciones que cada uno vio por conveniente y se agruparon las funciones más repetitivas para conocer las

necesidades en general, por ejemplo, en el caso de automatizar el control de la luz, 20 personas lo dieron a conocer, en el caso del regadío del jardín, 5 personas coincidieron y en caso del control del garaje fueron 7 personas quienes describieron esta función, se muestra el resultado así:

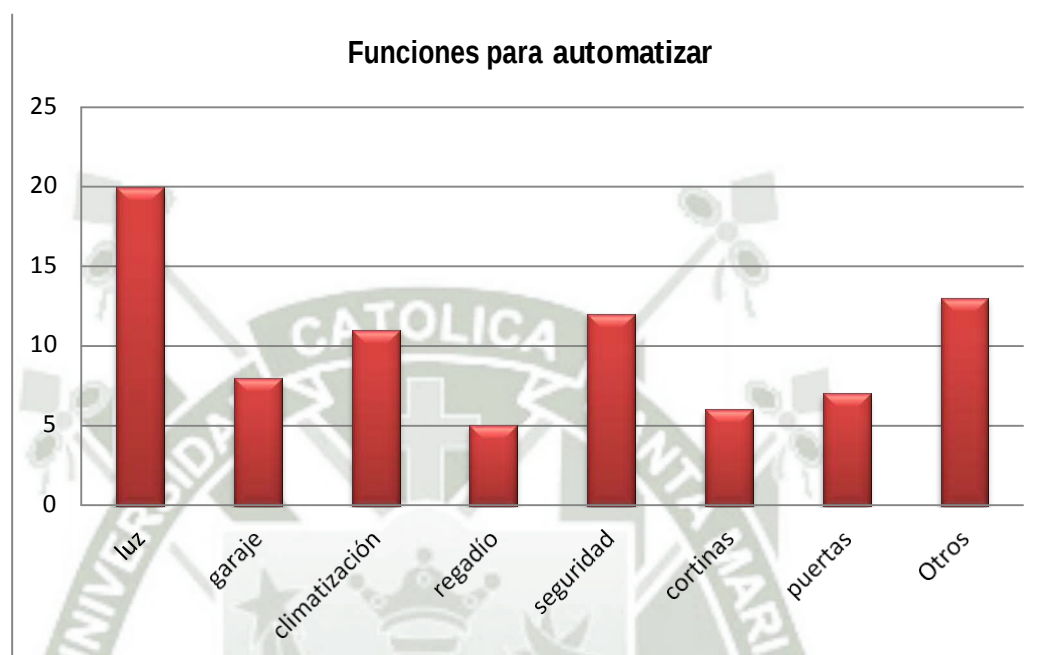


Figura 94. Gráfico de funciones que le gustaría automatizar al usuario.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

3 Que características le gustaría que tenga un sistema de monitoreo y ahorro de consumo eléctrico

En este caso, se tomó en cuenta algunas funciones para probar el nivel de aceptabilidad y satisfacción del usuario, los usuarios tuvieron una lista de cuatro funciones, de donde cada uno podía marcar “sí” o “no”, las funciones y su aceptabilidad queda así:

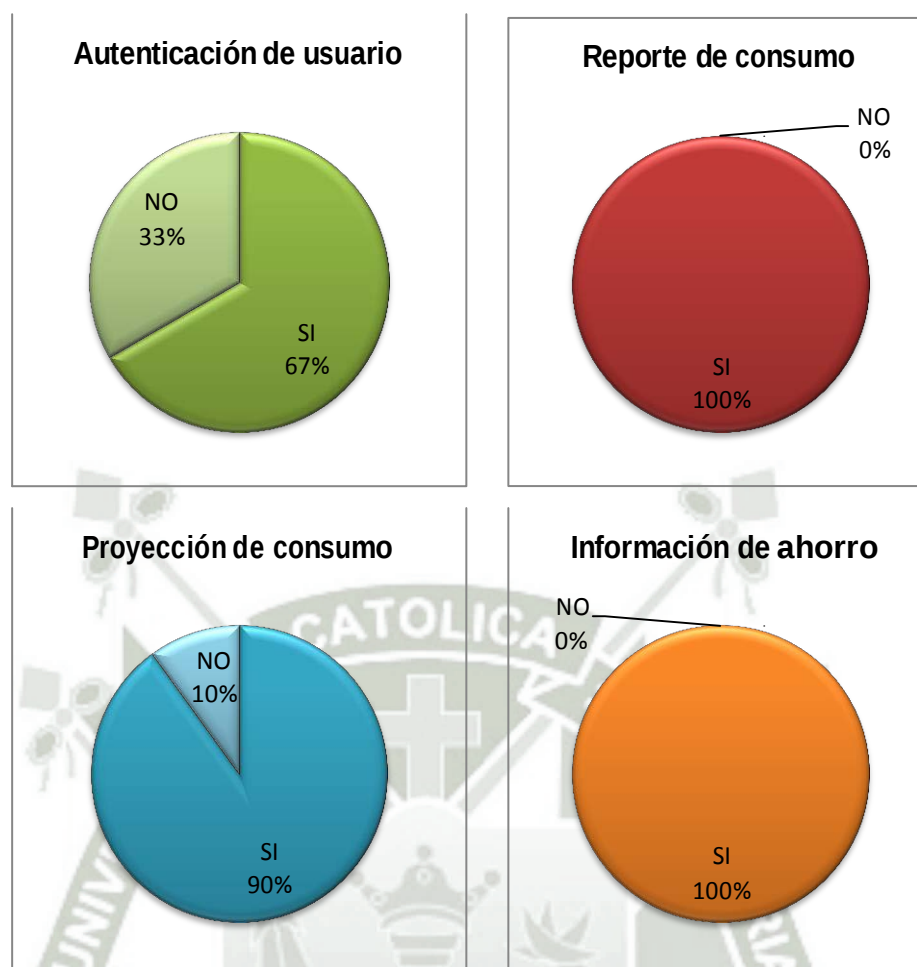


Figura 95. Gráfico de características de un sistema de monitoreo y ahorro.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

4 ¿Al momento de adquirir un sistema de control y monitoreo, que es lo primero que toma en cuenta?

En esta pregunta, los usuarios cuentan con nueve opciones que pueden marcar, pueden marcar desde 1 hasta 9 sin problema, entonces para el análisis de estos datos, tomamos los datos más repetitivos, por ejemplo: 20 usuarios primero toma en cuenta el precio, seguidamente se fijan en la facilidad de uso, luego está la confiabilidad que le brinda el sistema junto con la seguridad y la funcionabilidad, entonces tenemos las siguientes variables:

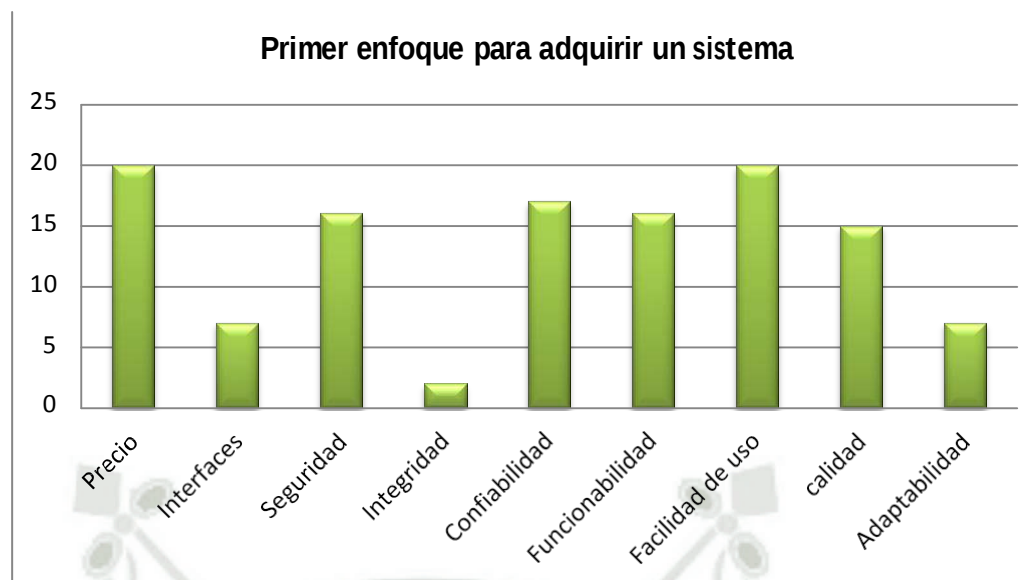


Figura 96. Gráfico de análisis para adquirir un software o sistema.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

5 ¿Estás de acuerdo con la automatización de algunas funciones, tanto dentro del hogar, como en empresas, supermercados, etc.? ¿Por qué?

El 100% de los usuarios están de acuerdo y en su mayoría, concuerdan en que les ayudaría a simplificar algunas funciones, ahorrar tiempo, comodidad, para mejorar la calidad de vida, etc.

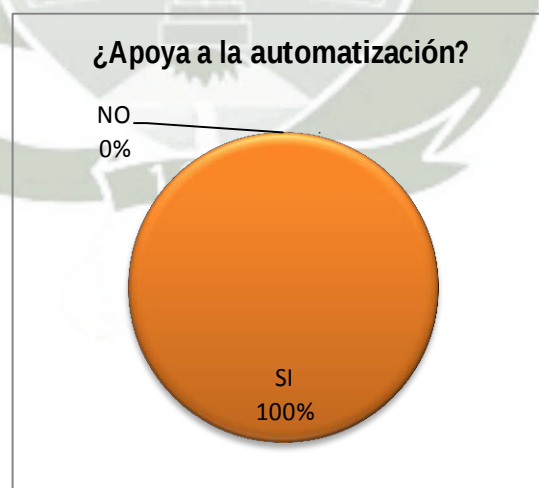


Figura 97. Gráfico de aceptabilidad de la automatización.

Fuente: Elaboración propia (2014, Marzo).

C. Interpretación de resultados

Ahora en cuanto al objetivo general y los objetivos específicos realizamos el análisis de cumplimiento, y como resultados tenemos:

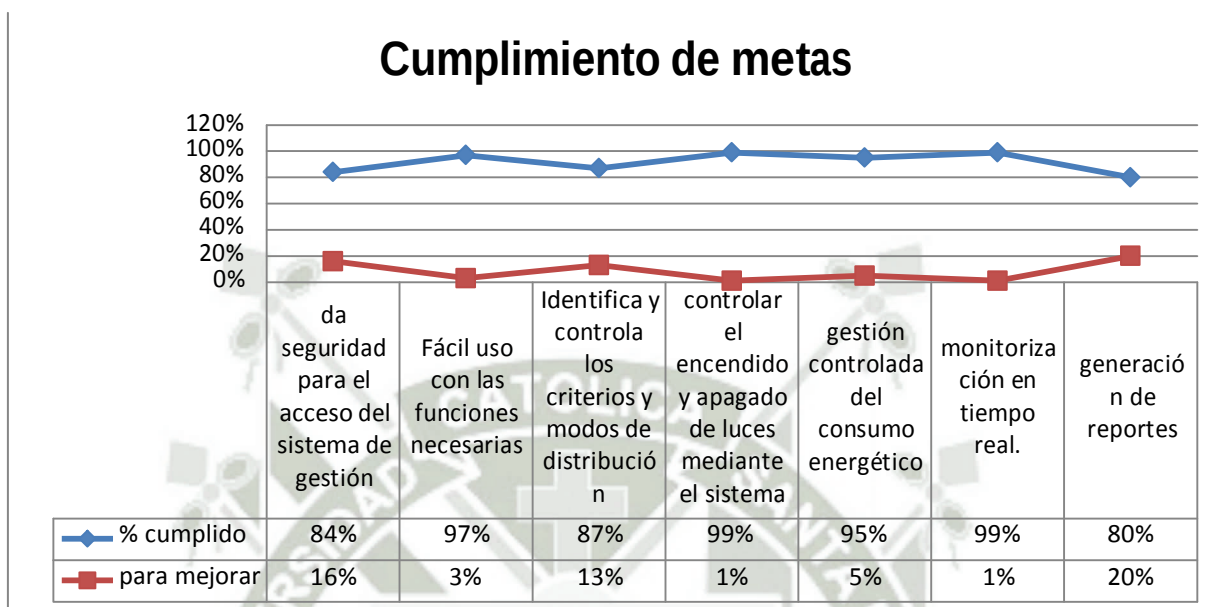


Figura 98. Gráfico estadístico del cumplimiento de metas.

Fuente: Elaboración propia (2013, Diciembre).

3.5. Manual de Usuario

Como objetivo principal, el aplicativo es sencillo de manipular, pero para la instalación, el desarrollador debe instalarlo, ya que requiere de una carpeta donde se guardarán todos los datos que se irán almacenando de la base de datos, además el equipo requiere la instalación de la base de datos, luego conectar todos los componentes del proyecto como son: sensores, sistema FV, placas de Arduino; entonces una vez instalados estos requerimientos, el aplicativo ya puede funcionar con normalidad para el usuario.

Para comenzar, el usuario puede iniciar el aplicativo y como primera interacción con el usuario, tenemos la ventana de validación de usuario, donde la

persona debe ingresar su usuario y contraseña, luego se validan los campos de la siguiente manera:



Figura 99. Mensaje si el usuario no se encuentra registrado.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

Una vez validados sus datos, el usuario tendrá la siguiente interfaz desde donde tendrá acceso a las funciones relacionadas a la proyección energética, donde gracias a los botones con imágenes y colores ayudará a reconocer mejor las funciones del sistema:



Figura 100. Panel de Gestión y proyección energética.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

Seguidamente detallaremos cada botón con su función respectivamente

- Panel de Objetos: El usuario ingresa todos los objetos que usa en el hogar, y se guardan automáticamente en la base de datos.

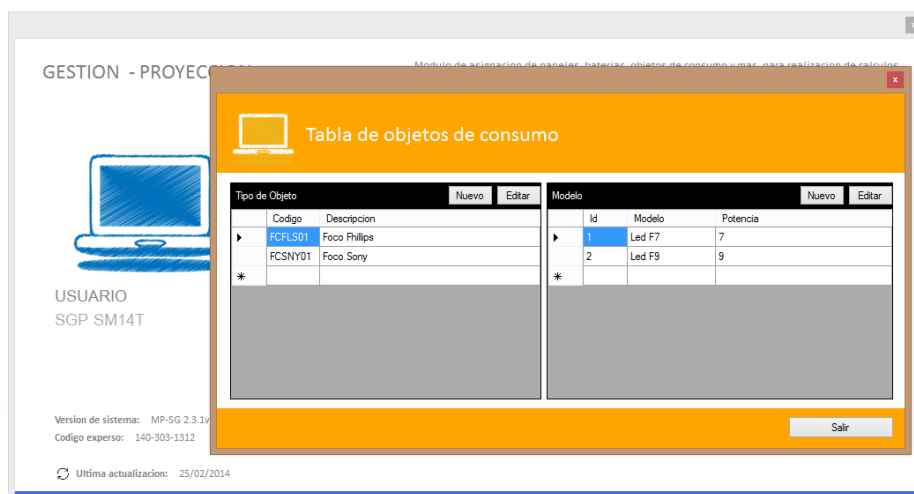


Figura 101. Tabla de objetos de consumo de la vivienda.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

- Tabla de radiaciones: El sistema ya vendrá con estos datos incorporados, pero también se pueden ingresar conforme se tengan los últimos datos climatológicos para mantener el sistema actualizado, entonces el usuario podrá ingresar el año, ciudad, mes y datos de temperatura y radiación promedio por mes.



Figura 102. Tabla de radiación solar.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

- **Tabla de Paneles:** El sistema vendrá también con datos de paneles, pero si el usuario gusta ingresar otros, lo puede agregar, llenando todos los datos requeridos: Modelo, potencia pico, máxima potencia, nivel de eficiencia.

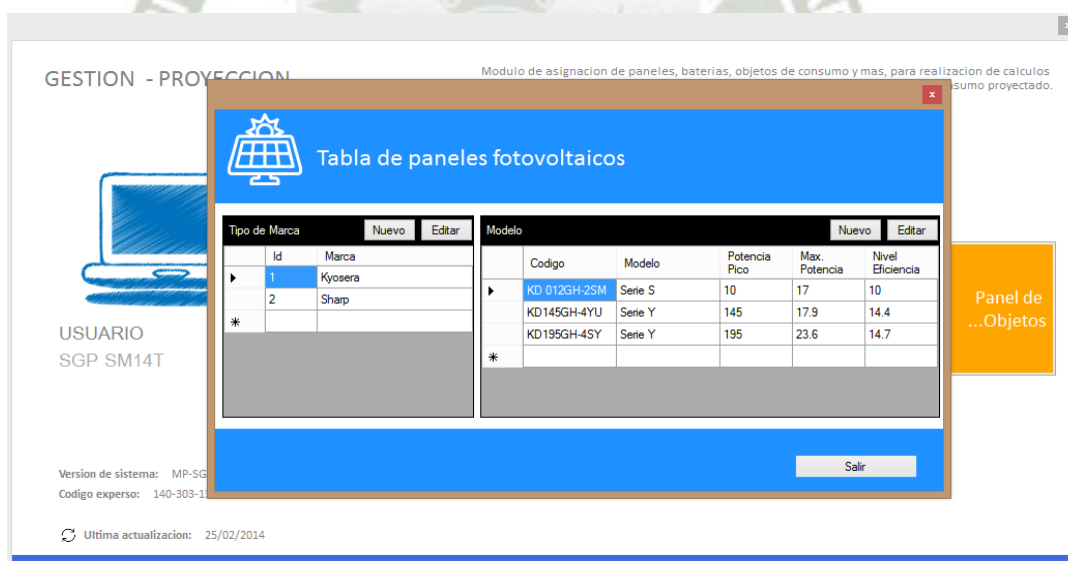


Figura 103. Tabla de paneles fotovoltaicos.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

- **Tabla de Baterías:** De igual manera, el sistema también proporcionará ésta información con las baterías más conocidas, económicas y con mayor

eficiencia, pero el usuario también puede agregar las que guste, con los datos necesarios: modelo, tensión nominal, profundidad máxima de descarga. Eficiencia.

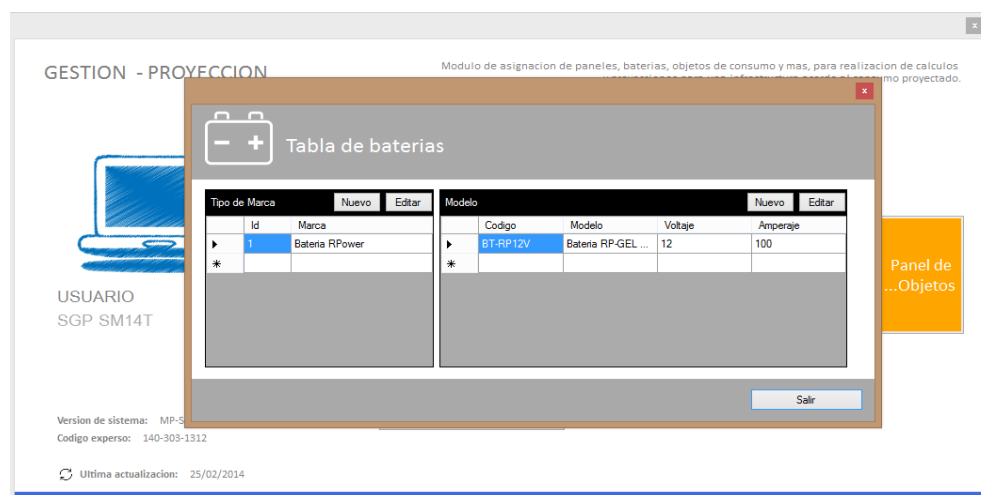


Figura 104. Tabla de baterías.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

En el módulo de gestión y proyección, hay la opción de: “Sector Fotovoltaico” donde en base a la información ingresada en proyección de energía, le permite al usuario visualizar la infraestructura de funcionamiento de acorde a su consumo proyectado, donde verifica la cantidad de paneles, baterías, la carga total que tendrá y cómo actúan en conjunto los paneles solares, el controlador, el inversor y sus baterías, es decir un resumen ilustrado de su proyección energética:

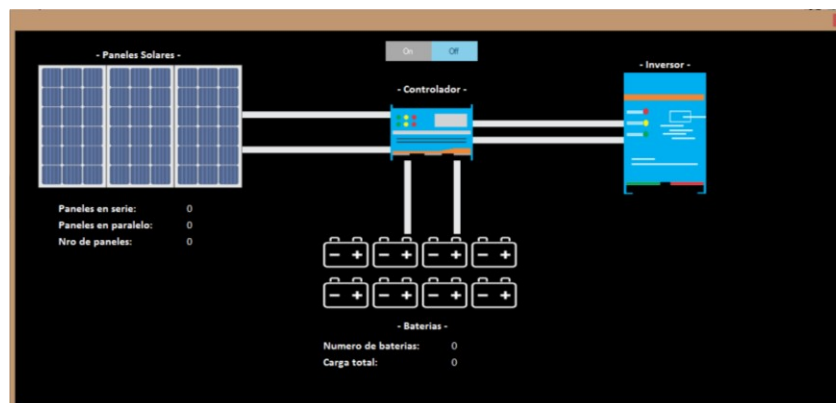


Figura 105. Panel de ilustración en OFF sector fotovoltaico.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

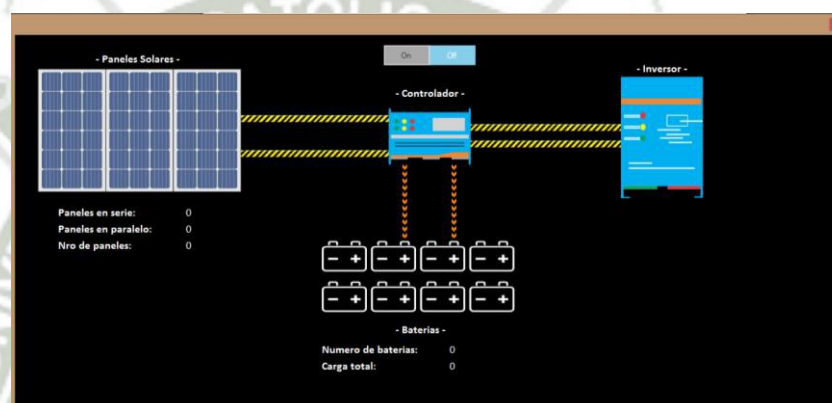


Figura 106. Panel de ilustración del resumen sector fotovoltaico.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

Al realizar el encendido de luces y el control de intensidad, el consumo varía, e indica la estadística de consumo por cada área, y a la vez el gráfico estadístico del consumo total:

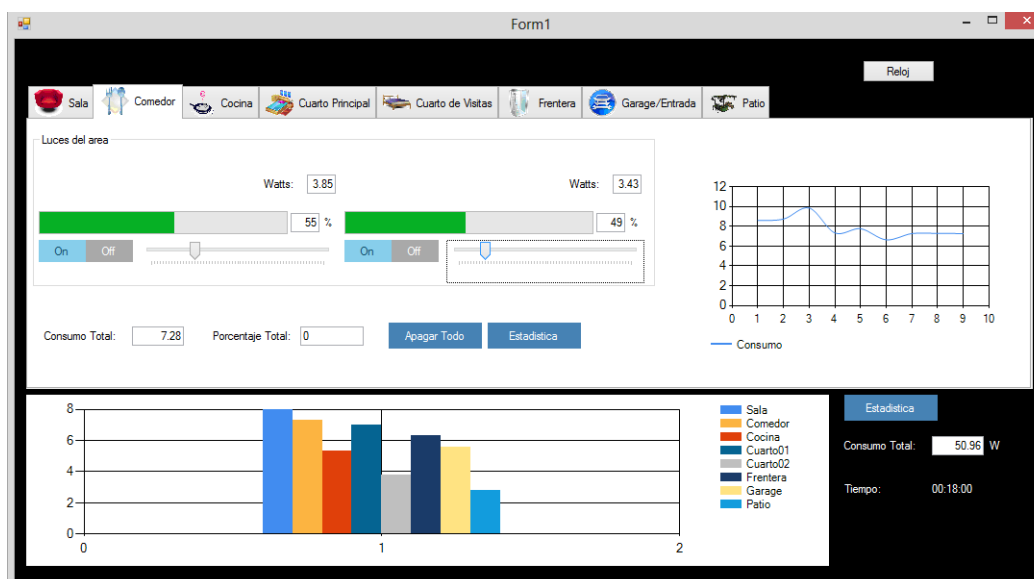


Figura 107. Interfaz funcionando del Sistema de Iluminación.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

Además le permite generar un reporte del consumo que visualiza en la interfaz anterior y guardarlo en formato Excel, Word, pdf o también imprimirlo si quiere guardar un control de consumo de su vivienda, el documento sería como este:

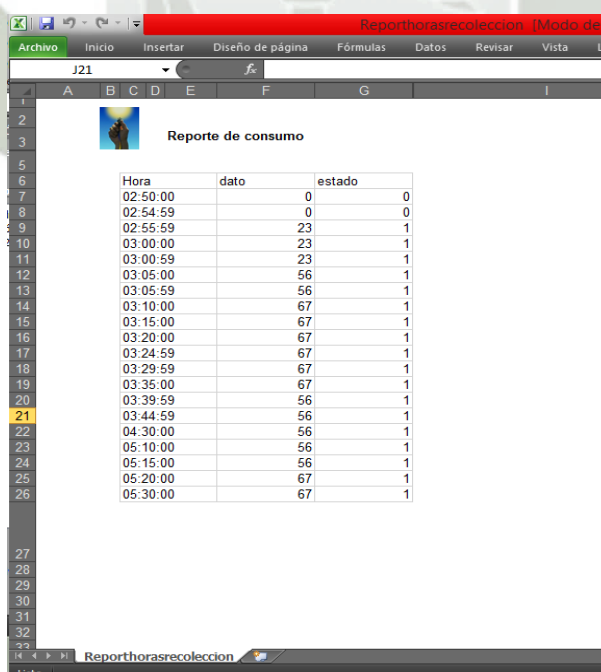


Figura 108. Generación de reportes en formato Excel.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

Y por último el usuario también tiene la opción de gestionar la luz y la puerta de la cohera de su hogar, para esto la aplicación desarrollada para teléfonos celulares Smartphone, debe ser instalada en el celular, como cualquier otra aplicación, la aplicación es básica, ya que es de prueba y para que el usuario la pueda manejar con facilidad:

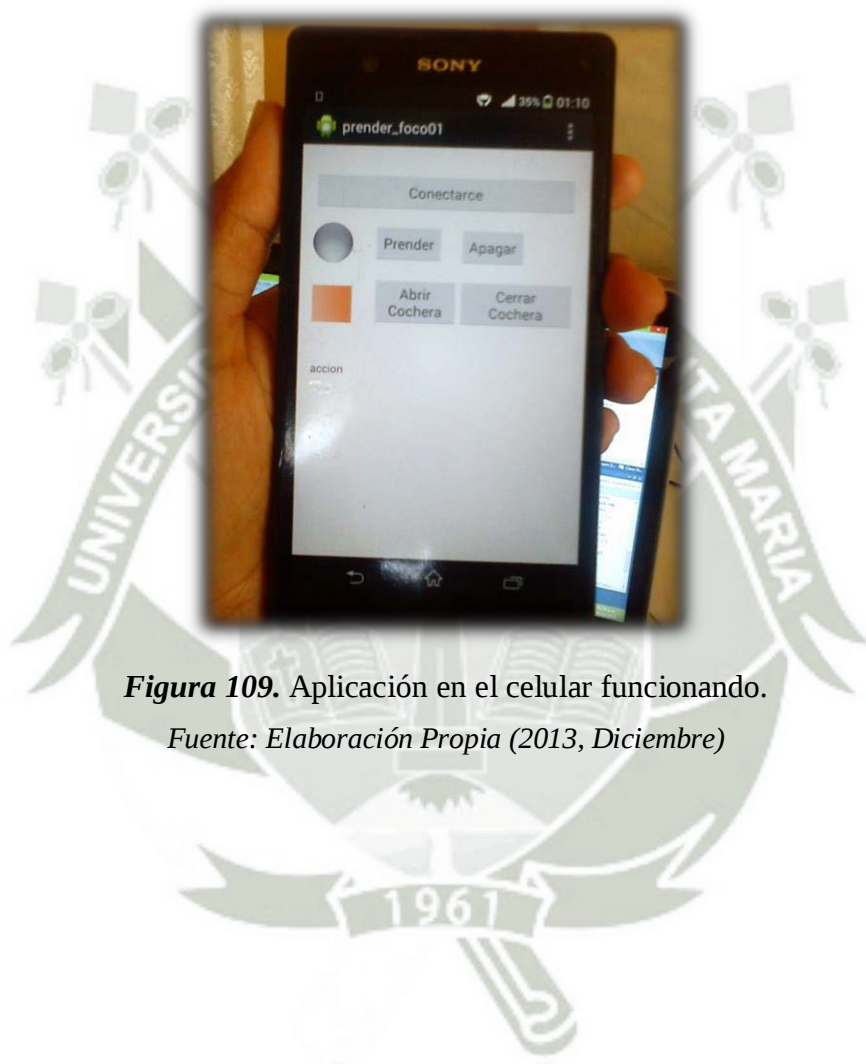


Figura 109. Aplicación en el celular funcionando.

Fuente: Elaboración Propia (2013, Diciembre)

CONCLUSIONES

1. El sistema brinda seguridad de acceso, ya que para ingresar, se realizan validaciones de usuario para recién ingresar al panel de gestión y/o monitoreo. También gracias al monitoreo del flujo y consumo energético, donde el sistema muestra el consumo que tiene cada área tanto en datos como estadísticamente, facilita la verificación de los puntos saturados o que están consumiendo mayor cantidad de energía eléctrica, donde el usuario puede minimizar el consumo o tomar la decisión que mejor le convenga.
2. Al realizar pruebas de uso y funcionalidad con algunos usuarios, todos encontraron una interfaz amigable a simple vista y sobre todo facilidad de uso en las opciones para generar la proyección energética y aún mayor facilidad de entendimiento y control del gestor domótico, ya que gracias a la división de pestañas por cada área y que en cada área se encuentra un control por cada sensor y el control de encendido/apagado y la intensidad de los focos, se les hizo muy fácil manipular las opciones y el control sobre la vivienda concordando en un rendimiento óptimo ya que les facilita muchas preocupaciones y disfrutan más tiempo de relax en casa, con lo que cumplimos nuestra meta.
3. En cuanto al consumo energético, predicción y monitoreo, algunos usuarios les agradó la función de proyección energética, ya que ellos con solamente ingresar sus objetos habituales con sus respectivas características, pueden saber el tamaño de sistema fotovoltaico que requieren y además con estos datos pueden saber el consumo que tienen ya que esos mismos datos se utilizan para calcular su consumo en tiempo real y monitorear el flujo energético gracias al gráfico

estadístico de consumo, facilitando al usuario los criterios de distribución, el conocimiento de su consumo detallado y generar su reporte de consumo.

4. Como última conclusión, se puede aportar que gracias a los datos obtenidos mediante encuestas realizadas a 56 personas de distintas edades, sexos y ocupaciones, se puede obtener porcentajes para conocer las posibilidades de aceptación o de rechazo que pueda tener el proyecto realizado en el mercado de Arequipa, demostrando así que el proyecto tendría buena cantidad de aceptación para los distintos usuarios y para sus diferentes necesidades, dando un porcentaje total de aceptación del 88.08% los resultados se puede observar en el apéndice D.



RECOMENDACIONES

1. Como recomendación para la mejora del control domótico, con placas mejoradas como por ejemplo la utilización de placas: Raspberry Pi, que cuentan con 512 MB de memoria para mejorar el sistema, minimizando costos, además cuenta con una salida de vídeo y audio a través de un conector HDMI, con lo que conseguiremos conectar la tarjeta tanto a televisores como a monitores que cuenten con dicha conexión. En cuanto a vídeo se refiere, también cuenta con una salida de vídeo compuesto y una salida de audio a través de un minijack.
2. También con la nueva línea de placas “Intel Galileo” de desarrollo es como una pizarra en blanco que permitirá a los desarrolladores crear infinitos proyectos. Es la primera de una gama de placas de desarrollo compatibles con Arduino basadas en arquitecturas Intel. Esta placa de desarrollo ejecuta un sistema operativo Linux libre que contiene las librerías de software de Arduino, lo que le permite ofrecer una mayor escalabilidad y reutilizar el software ya existente.
3. Además del confort que brinda un hogar inteligente, se puede implementar mayor seguridad, no solo de conectividad sino de funcionabilidad dentro y fuera del hogar con vigilancia automática de personas y bienes, cámaras de vigilancia, alarmas de incendio, humo, agua, gas, control por voz y otros dispositivos que fácilmente se pueden acoplar al hogar e integrar dentro del sistema.
4. La adquisición energética se puede ampliar gracias al trabajo en conjunto de otros sistemas de adquisición de energía eléctrica como el de energía eólica y otras tecnologías que en nuestra ciudad tienen buena acogida por las condiciones climatológicas y además a favor del medio ambiente y desarrollo de tecnologías de comunicación.

5. Se podría implementar la función de generación dinámica de reportes a partir de filtros almacenados en la base de datos, así se podrían crear reportes por parte del usuario y en adelante volver a usar esos filtros en un reporte creado y definido por el usuario.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [BDD, 2012] Borge D. D. (2012). *Laboratorio remoto de eficiencia energética integrado en redes de generación distribuida*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de educación a distancia de Valladolid, departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y control. España.
- [CFF, 2006] Castillo F. F., (2006). *Capítulo 3: Metodología, estrategias, técnicas, y herramientas para el desarrollo del proyecto*. Tesis digital: Automatización de conciliaciones bancarias y de procesos de facturación, control de estados de cuenta, línea de crédito y riesgo de canales. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- [CEE, 2007] Ccora O. y Echeandia A. (2007). *Evaluación Y Pronóstico De La Radiación Ultravioleta - B En Las Ciudades De Lima, Arequipa, Cajamarca Y Puno*. Boletín Lima: Senamhi.
- [CVM, 2010] Cedeño V. M. A. y Eras P. C. E. (2010). *Diseño, implementación y monitoreo de una red Mesh/Zigbee aplicado a la domótica, gestionada mediante SMS (Short message Service), servidor web, correo electrónico, aplicación bluetooth para dispositivos móviles y control inalámbrico local*. Tesis para la obtención de título. Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, facultad de ingenierías. Ecuador.
- [CED, 2008] CEDEOM. (2008). *Como Ahorrar Energía Instalando Domótico En Su Vivienda*. Revista España: AENOR.
- [CMD, 2011] Chuquín V. N.S. y Márquez S. F. R. (2011). *Diseño, construcción y pruebas de un sistema publicitario alimentado con energía solar, y controlado*

con un relé inteligente (zelio). Tesis para obtención de título. Escuela superior politécnica de Chimborazo, Facultad de mecánica, Ecuador.

- [CDL, 2012] Colín D. L. A. (2012). *Modelo de vivienda domótica sistémica para el valle de México*. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional, escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica. DF, México.
- [CKV, 2012] Constenla K. V. (2012). *Diseño De Un Plan De Negocios Para Una Empresa Proveedora De Energía Eléctrica Solar Fotovoltaica*. Tesis para título profesional. Universidad de Chile, ingeniería Industrial. Santiago de Chile.
- [CCH, 2013] Cruz A. J. C., Cardona G. J. C. y Hernández P. D. M. (2013). *Innovación en ingeniería para la construcción de casas ecosostenibles*. Paper. Universidad de San Buenaventura. Cartagena, Colombia.
- [DGN, 2010] De Martino J. G., De Buen R. O, Gorenstein D. J., Gonçalves N. L., Dourado M. G. R., y Navarro J. (2010). *Energías Renovables para Generación de Electricidad en América Latina: Mercado, Tecnología y Perspectivas*. International Copper Association Latin America: Las Condes, Santiago de Chile.
- [DGM, 2003] De Mola B. A. L., Gamarra M. M. W., Campos C. C. R., Quijandría S. J., Eslava A. J., Marca C. F. (2003). Atlas de energía solar del Perú. Proyecto per/98/g31: electrificación rural a base de energía fotovoltaica en el Perú.
- [DGI, 2007] Dirección General de Industria y Energía – España. (2007). *Guía Técnica De Aplicación Para Instalaciones De Energías Renovables Instalaciones Fotovoltaicas*. Gobierno de Canarias - España: Dirección General de Industria y Energía).
- [DSC, 2005] Domingo S. C. (2005). *Las nuevas tecnologías al servicio de los mayores, Domótica*. Universidad Per a Majors. España.

- [EPA, 2007] Escudero P. A. (2007). *Sistemas de energía solar fotovoltaica para equipos de telecomunicaciones*. Basado en el trabajo de miembros de Ingeniería y el instituto de energía solar de la Universidad Politécnica de Madrid. España.
- [EVD, 2011] España S. J. A., y Villarruel J. E. F. (2011). *Diseño De Un Sistema De Energía Fotovoltaica De Emergencia Para La Iluminación En Laboratorios*. Tesis para obtención de título profesional. Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Quito, Ecuador.
- [FFJ, 2009] Fernández F. J. (2009). *Caracterización de módulos fotovoltaicos con dispositivos portátiles*. Tesis Proyecto de fin de carrera. Universidad Crlos III de Madrid, Madrid.
- [GHL, 2004] Gasquet H. L. (2004). *Conversión De La Energía Solar A Energía Eléctrica*. Revista de SolarTronic, S.A. de C.V. Cuernavaca, Morelos – México.
- [GTE, 2008] Gonzáles T. E. (2008). *Sistema Fotovoltaico Con Mínimo Almacenamiento De Energía En El Enlace De CD*. Tesis de maestría. Centro Nacional de investigación y Desarrollo Tecnológico. Cuernavaca, Morelos, México.
- [GCJ, 2012] Gonzalez C. J. (2012). *Curso energía solar fotovoltaica y térmica*. Tema 2.- instalaciones fotovoltaicas autónomas. Alicante, España.
- [HAI, 2011] Hai. (2011). *Domótica: Su introducción a la facilidad de control*. Home Automation. Nueva Orleans, Estados Unidos.
- [HBA, 2011] Hijano B. A. (2011). *Proyecto de instalación eléctrica y domótica en una vivienda unifamiliar*. Tesis para obtención de título. Universidad politécnica de Catalunya. Barcelona, España.
- [HRP, 2011] Huérfano R. P. A. C. (2011). *Estudio para reducción de consumo energético en Colombia basado en tecnología domótica*. Fundación universitaria

Konrad Lorenz, Facultad de ingenierías, Ingeniería de sistemas. Bogotá,
Colombia.

[ICS, 2008] Icarus Solar. (2008). *Información de Instalaciones Fotovoltaicas*

Conectadas a Red. Proyecto. Mortera: Cantabria, España.

[LLSE, 2012] Lledó S. E. (2012). *Diseño de un sistema de control domótico basado en*

la plataforma Arduino. Proyecto final de carrera. Universidad Politécnica de
Valencia. Valencia, España.

[LHN, 2007] López J. C., Huidobro J. M., Novel B., Calafat C., Suller E., Nogales E.

A... Lastres C. (2007). *La domótica como solución de futuro*. Consejería de
economía e innovación tecnológica, organización dirección general de industria,
energía y minas. Madrid, España.

[MSD, 2006] Martín D. H y Sáez V. F. (2006). *Domótica: un enfoque sociotécnico*.

Fundación Rogelio Segovia para el desarrollo de las Telecomunicaciones.
Universidad politécnica de Madrid. España.

[MLJ, 2010] Mercado L. J. A. (2010). *Plan Estratégico Administrativo Para El Ahorro*

De Energía Eléctrica De Los Espacios Educativos De La Universidad De Sonora:
Caso Edificio De La Maestría En Administración. Tesis de Maestría. Universidad
de Sonora. México.

[MEM, 2006] Ministerio de Energía y Minas. (2006). *Electrificación Rural A Base De*

Energía Fotovoltaica En El Perú. Proyecto PER/98/G31. Perú.

[MEM2007] Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad. (2007).

Guía de Instalación de Sistemas Fotovoltaicos Domésticos. Perú.

- [MMJ2011] Monmeneu M. J. B. (2011). *Proyecto de un hogar digital en pro de la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables*. Trabajo final de carrera. Universidad Politécnica de Valencia. Gandia, España.
- [MCJ, 2004] Muñoz C. J. (2004). *Recomendaciones Sobre el Uso de Corriente Alterna en la Electrificación Rural Fotovoltaica*. Madrid: Proyecto del Autor.
- [NBC, 2008] Nobel B. (2008). *Clasificación de los sistemas domóticos y normalización en el área domótica*. AFME Asociación de fabricantes de material eléctrico, Barcelona, España.
- [NMT, 2011] Nofuentes G., Muñoz J. V., Talavera D. L., Aguilera J. y Terrados J. (2011). *Manual técnico: Instalación de plantas fotovoltaicas en terrenos marginales*. Valencia, España.
- [OCW, 2010] Open C. W. (2010). *Estudios de Arquitectura: Instalaciones de domótica*. Universidad de las Islas Baleares. España.
- [OAM, 2010] Orbegozo C. y Arivilca R. (2010). *Energía Solar Fotovoltaica Manual técnico para instalaciones domiciliarias*. Green Energy Consultoría y Servicios SRL. Lima, Perú.
- [OSI, 2004] Osinerg. (2004). *Guía para calcular el consumo eléctrico doméstico*. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía. Lima, Perú.
- [PCS, 2013] Paez M. A. y Cárdenas O. R. A. (2013). *Simulación de Casa Inteligente usando Labview*. Paper. ITESM Campus Ciudad de México, México.
- [PBE, 2010] Peris B. E. (2010). *Huerto Solar Fotovoltaico De 1 Mw Con Conexión A Red De M.T.* Proyecto. Universidad de Zaragoza.

[RNE, 2005] Rasmussen N., (2005). *Elaboración De Modelos De Eficiencia Eléctrica De Los Centros De Datos*. Informe interno, Tecnología de American PowerConversion.

[RGJ, 2009] Rojo G. J. (2009). *Diseño, instalación y puesta en marcha de un sistema domótico e instalación de paneles solares térmicos en una vivienda existente*. Tesis para obtención de título. Universidad politécnica de Catalunya. Barcelona, España.

[SFE, 2011] SunFields Europe (2011). *Boletín solar fotovoltaica autónoma SunFields Europe*. A Coruña, España.

[YME, 2003] Yescas M. E. y Huajuapán de L. (2003). *Control De Una Planta Generadora De Energía Eléctrica*. Tesis para título profesional. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajapán de León, Oaxaca, México.

Páginas Web

[1] Arduino (2013). Página principal Arduino. Consultado: [Junio, 2013]. Disponible en: <http://arduino.cc/>

[2] Ardumanía (2013). *Ardumania*. Consultado: [Setiembre, 2013]. Disponible en: <http://www.ardumania.es/>

[3] Casadomo (2013). Todo sobre edificios inteligentes. Consultado: [Junio, 2013]. Disponible en: <http://casadomo.wikispaces.com/domotica>

[4] Computo integrado (2012). Proyectos de Arduino. Consultado: [Setiembre, 2013]. Disponible en: <http://rcmcomputointegrado.blogspot.com/>

- [5] Domintell España S.L. (2013). *Domintell La domótica eficaz*. Consultado:
[Setiembre, 2013]. Disponible en: <http://www.domintell.es/>
- [6] Domótica - España (2011). *Instalaciones de domótica*. Consultado: [Agosto, 2013].
Disponibles en: <http://www.instalacionesdedomotica.es/>
- [7] ElectronicaEstudio.com (2013). *Ingeniería electrónica y proyectos PICmicro*.
Consultado: [Noviembre, 2012]. Disponible en:
<http://www.electronicaestudio.com/sensores.htm>
- [8] Espín P, Guerra A. Paredes L. y Taco M. (2013). *Sistema inteligente de ahorro de energía en base a energía fotovoltaica aplicado a la domótica*. Paper Consultado:
[Noviembre, 2013]. Disponible en: http://issuu.com/anita_g/docs/paper#/signin.
- [9] Excontrol. (2012). *Instalaciones domóticas e inmóticas*. Consultado: [Junio, 2013].
Disponible en: <http://excontrol.es/Instalaciones-Domoticas-Inmoticas.aspx>
- [10] Herramienta CASE. (2013). Consultado: [Mayo, 2013]. Disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Herramienta_CASE
- [11] OpenDomo (2013). *OpenDomo OS El sistema operativo libre para domótica*.
Consultado: [Agosto, 2013]. Disponible en: <http://es.opendomo.org/>
- [12] Opiron Open Hardware. Opiron electronics. Consultado: [Agosto, 2013].
Disponibles en: <http://www.opiron.com/>
- [13] ProyectosArduino (2013). *Proyectos e información sobre Arduino*. Consultado:
[Setiembre, 2013]. Disponible en: <http://www.proyectosarduino.com.ar/>
- [14] RALFARO Systems And Technology (2011). *Desarrollo de Proyectos de electrificación de calidad con energía renovable*. Consultado: [Marzo, 2013].
Disponible en: <http://www.qenergyperu.com/index.php>

- [15] Rapid application development (2013). Consultado: [Mayo, 2013]. Disponible en:
http://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_application_development
- [16] Rookie electronics (2013). Enfoque más fácil de circuitos. Consultado: [Setiembre, 2013]. Disponible en: <http://rookieelectronics.com/>
- [17] Rosales W, Aguilar D y Carbajal J. (2013). *Robótica y domótica Microcontroladores Tecnología Innovadora*. Consultado: [Diciembre, 2012].
Disponible en: <http://microcontroladoresutec.blogspot.com/p/porton-automatico.HTML>
- [18] SQL (2008). Microsoft SQL Server 2008. Consultado: [Agosto, 2013]. Disponible en: <http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=1695>
- [19] Sungevity (2013). *Generate Positive*. Consultado: [Enero, 2013]. Disponible en:
<http://www.sungevity.com/>
- [20] Taller de Arduino. (2013). Taller de Arduino. Consultado: [Noviembre, 2013].
Disponible en: <http://tallerarduino.com/>
- [21] Universidad de Jaén. Curso de energía solar fotovoltaica “cursolar”. Consultado: [Noviembre, 2012]. Disponible en:
http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/4_mapa.htm

APÉNDICES



APÉNDICE A

LISTADO DE CÓDIGOS DE CONEXIÓN A PLACAS ARDUINO

DESCRIPCIÓN	COLOR	PIN	PLACA
Led_entrada_1	negro (+)	40 digital	Mega ADK
	plomo (-)	GND	
Led_entrada_2	rojo (+)	41 digital	Mega ADK
	rosado (-)	GND	
Led_Sala	celeste (+)	42 digital	Mega ADK
	blanco (-)	GND	
Led_verde_cuarto_baño	negro (+)	43 digital	Mega ADK
	blanco (-)	GND	
Led_amarillo_patio_1	blanco (+)	44 digital	Mega ADK
	rojo (-)	GND	
Led_amarillo_patio_2	verde (+)	45 digital	Mega ADK
	plomo (-)	GND	
Sensor_luz_analógico	azul	A1 analógico	Shield Ethernet
	blanco (+)	3.3 V	
	negro (-)	GND	
Sensor_mov_sala	amarillo	8 digital	Shield Ethernet
	café (+)	3.3 V	
	verde (-)	GND	
Sensor_mov_cuarto_baño	blanco	9 digital	Shield
	negro (+)	3.3 V	Ethernet

	azul (-)	GND	
Sensor_ temperatura	verde (+)	A2 analógico	Shield Ethernet
	plomo (+)	3.3 V	
	rojo (-)	GND	
Ventilador	rojo (+)	7 digital	Shield Ethernet
	negro (-)	GND	
Servomotor	Amarillo	digital	Shield Ethernet UNO
	Naranja (+)	5 V	
	Café (-)	GND	
Sensor Corriente	Amarillo (+)	VCC	UNO
	verde	A0 analógico	
	Café (-)	GND	

APÉNDICE B

Encuesta – Usuarios o Consumidores

Especialidad:

1. ¿Los sistemas de automatización en la actualidad le ayudan en su vida cotidiana o trabajo?

Si () No ()

Si respondió si en la pregunta anterior cómo calificaría a los sistemas o programas que usa:

Malo () Regular () Bueno () Excelente ()

¿Cuán importante es para usted el ahorro de energía eléctrica?

Poco importante () importante () muy importante ()

2. ¿Le gustaría tener un sistema que le permita ahorrar energía en su casa?

Si () No ()

Si su respuesta es SI continúe con la encuesta de lo contrario pasar a la pregunta 8

3. ¿Cuánto pagaría por un sistema que le permita el ahorro de energía eléctrica?

Menos de 2000 () entre 2001 a 4000() más de 5000 ()

4. ¿Le gustaría conocer el consumo de cada ambiente de su casa y el consumo total?

Si () No ()

5. Le gustaría ingresar al sistema por web, celular, computadora u otro, para administrar el consumo de energía eléctrica en los ambientes de su casa.

Si () No ()

6. ¿Le gustaría que el sistema de ahorro de energía utilice fuentes de energía solar?

Si ()

No ()

7. ¿Confiaría en un sistema que pueda adaptarse a su sistema eléctrico que tiene instalado en su casa?

Si ()

No ()

De lo mencionado ¿Qué sistema le gustaría adaptar?

Seguridad ()

Sistema de vigilancia ()

Otro ()

Si marco otro méncionelo: _____

8. En caso de que contesto NO en la pregunta 2. ¿Por qué no usaría u confiaría en un sistema de ahorro de energía?

APÉNDICE C

Encuesta – Satisfacción de usuarios

Especialidad:

1. ¿Qué ventajas o desventajas para usted, le trae la tecnología?

Comunicación con la sociedad ()	Menor seguridad de la sociedad ()
Calidad de vida ()	Inadecuado uso ()
Productividad económica ()	Contaminación ambiental ()
Fomenta habilidades ()	Fallas técnicas ()
Desarrollo de la sociedad ()	Dependencia ()

2. Si le ofrecen un sistema que le permita controlar algunas funciones dentro de su casa, ¿Que funciones le gustaría automatizar? *Pueden ser más de 4.

3. Qué características le gustaría que tenga el sistema de monitoreo y ahorro de consumo eléctrico:

Contar con autenticación de usuario y tipo de usuario para el control de acceso

(Si) (No)

Que le de un reporte del consumo

(Si) (No) Que

le de una proyección de la cantidad de energía a consumo

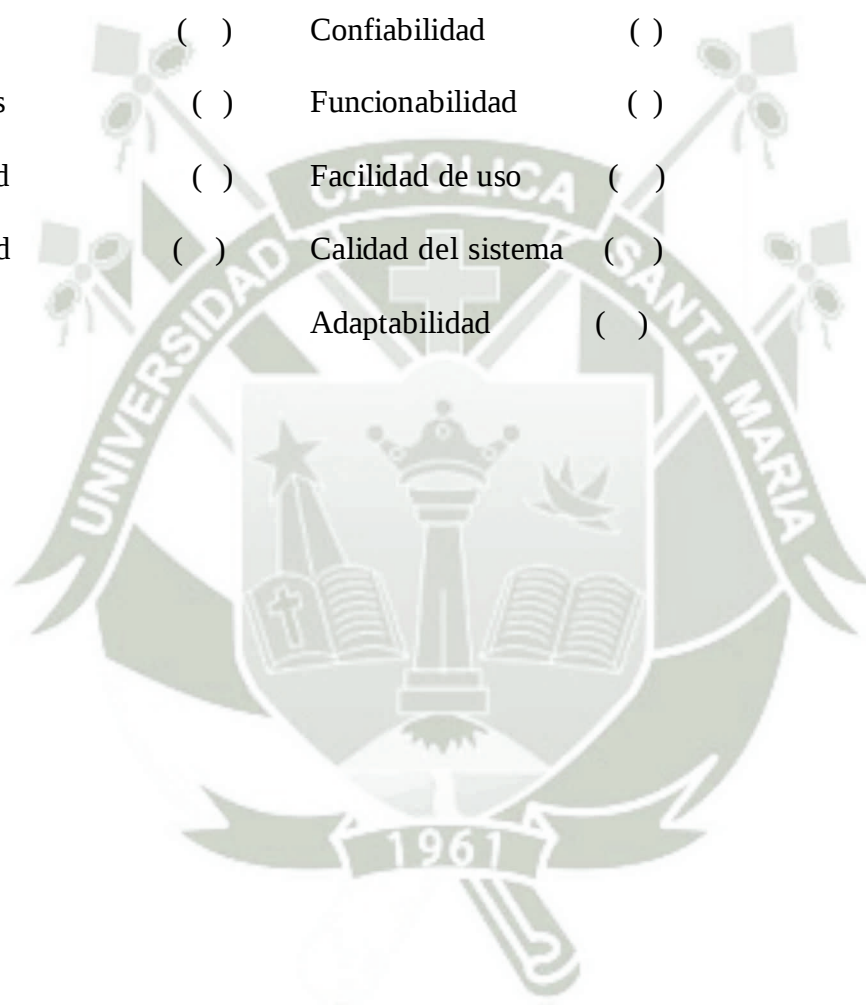
(Si) (No)

Brindar información para establecer ahorro de energía por sectores de su casa (Si) (No)

Otras características que usted pueda mencionar especifique:

4. ¿Al momento de adquirir un sistema de control y monitoreo, que es lo primero que toma en cuenta? *Puede marcar varios

Precio	()	Confiabilidad	()
Interfaces	()	Funcionabilidad	()
Seguridad	()	Facilidad de uso	()
Integridad	()	Calidad del sistema	()
		Adaptabilidad	()



APÉNDICE D

Resultado del procesamiento total de ambas encuestas, tomando en cuenta las preguntas cerradas para tomar un porcentaje de aceptabilidad y/o rechazo del proyecto dando como resultados los siguientes datos:

PROMEDIO TOTAL DE ACEPTABILIDAD		
Evaluación	SI	NO
La automatización ayuda	80.77	19.23
Sistema para ahorrar energía	100.00	0.00
Ver consumo de c/ambiente	100.00	0.00
Ver consumo por celular, PC, web	92.31	7.69
Utilizar fuentes renovables	100.00	0.00
Autenticación de usuario	46.15	23.08
Reporte de consumo	100.00	0.00
Proyección de consumo	69.23	7.69
Información de ahorro	92.31	0.00
Apoya a la automatización	100.00	0.00
RESULTADOS	88.08	5.77



APÉNDICE E

Codigo de la configuración de la shield Ethernet

```
//***** ETHERNET *****//
byte mac[] = {
  0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
IPAddress serverIP(192,168,1,77);
//***** FIN ETHERNET *****//
// (port 80 is default for HTTP):
EthernetServer server(80);

void loop()
{
  // Escucha de conexion entrante
  EthernetClient client = server.available();
  Serial.println("RED");
  if (client) {
    //Serial.println("nuevo cliente");
    String commandStr = ""; //Almacena los comandos entrantes
    // Si un cliente se conecta:
    String cadena = "";
    while (client.connected()) {

      if (client.available()) {
        char c = client.read();
        Serial.print(c);

        cadena.concat(c);
      }

    }
    // Si el cliente envia una peticion:
    delay(1);
    // Se cierra la conexion
    client.stop();
  }
}
```

APÉNDICE F

Códigos de los sensores y de los pines del Arduino Mega ADK

```
//***** LEDS *****//
int ledPin0 = 40; // Entrada 1 (digital)
int ledPin1 = 41; // Entrada 2 (digital)
int ledPin2 = 42; // Sala (digital)
int ledPin3 = 43; // Cuarto + baño (digital)
int ledPin4 = 44; // Patio 1 (digital)
int ledPin5 = 45; // Patio 2 (digital)
//***** FIN LEDS *****//
//***** SENSOR LUZ *****//
int sensorLuz_A = 1; // techo (analogico)
//***** FIN SENSOR LUZ *****//
//***** SENSOR MOVIMIENTO *****//
int sensor_mov_sala = 8; //sensor de movimiento sala (digital)
int sensor_mov_cuarto = 9; //sensor de movimiento cuato + baño (digital)
//***** FIN SENSOR MOVIMIENTO *****//
//***** SENSOR TEMPERATURA *****//
#define Pin 2 //Se declara el pin donde se conectará la DATA (digital)
OneWire ourWire(Pin); //Se establece el pin declarado como bus para la comunicación
OneWire
DallasTemperature temperatura(&ourWire); //Se instancia la librería DallasTemperature
//***** FIN SENSOR TEMPERATURA *****//

////////// SENSOR DE LUZ //////////
funcion_sensor_luz();
////////// SENSORES DE MOVIMIENTO //////////
detectar_movimientos();
////////// SENSORES DE TEMPERATURA //////////
temperatura_regulacion_ventilador();

void inicializar_pines()
{
    pinMode(ledPin0, OUTPUT);
    pinMode(ledPin1, OUTPUT);
    pinMode(ledPin2, OUTPUT);
    pinMode(ledPin3, OUTPUT);
    pinMode(ledPin4, OUTPUT);
    pinMode(ledPin5, OUTPUT);
    pinMode(sensor_mov_sala, INPUT);
    pinMode(sensor_mov_cuarto, INPUT);
    pinMode(ventilador, OUTPUT);
    temperatura.begin(); //Se inician los sensores
}

void calibrar_sensor_movimiento()
{
```

```

digitalWrite(sensor_mov_sala, LOW);
digitalWrite(sensor_mov_cuarto, LOW);
for(int i = 0; i < tiempoCalibracion; i++)
{
    Serial.print(" , ");
    delay(50);
}
Serial.print("sensores Activado");
delay(50);
}

void funcion_sensor_luz()
{
    //////////// SENSOR DE LUZ ////////////
    int val;
    val=analogRead(sensorLuz_A);
    //Serial.println(val,DEC);
    //delay(1000);
    if(val>=1000 && val<=1023)
    {
        digitalWrite(ledPin0, HIGH);
        digitalWrite(ledPin1, HIGH);
        digitalWrite(ledPin4, HIGH);
        digitalWrite(ledPin5, HIGH);
        //delay(2000);
    }
    else
    {
        digitalWrite(ledPin0, LOW);
        digitalWrite(ledPin1, LOW);
        digitalWrite(ledPin4, LOW);
        digitalWrite(ledPin5, LOW);
        //delay(2000);
    }
}

void detectar_movimientos()
{
    movimiento_sala();
    movimiento_cuarto();
}

void movimiento_sala()
{
    if (digitalRead(sensor_mov_sala) == HIGH)
    {
        digitalWrite(ledPin2, HIGH); // Led visualiza salida del sensor
        if(lockLow)

```

```

    {
        //solo cuando la deteccion es nueva,es decir lockLow=TRUE y solo TRUE
        cuando pasa por la deteccion de NO mov.
        lockLow = false;
        delay(50);
    }
    takeLowTime = true; // si lockLow no esta bloqueado
}
else
{
    digitalWrite(ledPin2, LOW); // Led visualiza salida del sensor
    if(takeLowTime) // solo luego de haber detectado movimiento
    {

        lowIn = millis(); // guarda la transicion de alta a baja
        takeLowTime = false; // se asegura de solo lo haga al comienzo de una fase
    }
    if(!lockLow && millis() - lowIn > pause)
    {
        // se asegura de este bloque de codigo solo se ejecuta de nuevo luego de una
        secuencia de movimiento detectado
        lockLow = true;
        delay(50);
    }
}
}

void movimiento_cuarto()
{
    if (digitalRead(sensor_mov_cuarto) == HIGH)
    {
        digitalWrite(ledPin3, HIGH); // Led visualiza salida del sensor
        if(lockLow)
        {
            //solo cuando la deteccion es nueva,es decir lockLow=TRUE y solo TRUE
            cuando pasa por la deteccion de NO mov.
            lockLow = false;
            delay(50);
        }
        takeLowTime = true; // si lockLow no esta bloqueado
    }
    else
    {
        digitalWrite(ledPin3, LOW); // Led visualiza salida del sensor
        if(takeLowTime) // solo luego de haber detectado movimiento
        {

            lowIn = millis(); // guarda la transicion de alta a baja

```

```

        takeLowTime = false; // se asegura de solo lo haga al comienzo de una fase
    }
    if(!lockLow && millis() - lowIn > pause)
    {
        // se asegura de este bloque de codigo solo se ejecuta de nuevo luego de una
        // secuencia de movimiento detectado
        lockLow = true;
        delay(50);
    }
}

void temperatura_regulacion_ventilador()
{
    temperatura.requestTemperatures(); //Prepara el sensor para la lectura
    Serial.println(temperatura.getTempCByIndex(0));
    if(temperatura.getTempCByIndex(0)<=20)
    {
        digitalWrite(ventilador, LOW);
    }
    else
    {
        digitalWrite(ventilador,HIGH);
    }
}

void abrir_porton_garaje(String valor)
{
    if (valor=="OPENDOOR")
    {
        //Serial.println("FOCO EN: "+valor+" en pin: "+focoPin);
        for(pos = 0; pos < 180; pos += 1) // goes from 0 degrees to 180 degrees
        {
            // in steps of 1 degree
            myservo.write(pos);        // tell servo to go to position in variable 'pos'
            delay(15);                  // waits 15ms for the servo to reach the position
        }
    }
    else if(valor=="CLOSEDOOR")
    {
        //Serial.println("FOCO EN: "+valor+" en pin: "+focoPin);
        for(pos = 180; pos>=1; pos-=1) // goes from 180 degrees to 0 degrees
        {
            myservo.write(pos);        // tell servo to go to position in variable 'pos'
            delay(15);                  // waits 15ms for the servo to reach the position
        }
    }
}

```

APÉNDICE G



