



**UNIVERSIDAD
ANDRÉS BELLO**

Facultad de Ingeniería
Escuela de Informática

Tesis de Pregrado para optar al título de Ingeniero en
Telecomunicaciones

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DOMÓTICO
PARA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL
HOGAR**

Autor: Isaías Alejandro Rogat Godoy
Profesor tutor: Ricardo Tello Guerra

Santiago de Chile, 2019

Dedicatoria

Quiero dedicar todo este trabajo a mi familia, especialmente a mi hija Lisette.

Agradecimientos

Primeramente, darle gracias a Dios.

Darle las gracias a mi familia por el apoyo en todo este proceso.

Darle las gracias a todo el equipo docente de la universidad, especialmente al profesor Ricardo Tello por su labor docente y profesor guía de este proyecto, y al profesor Leonardo Herrera, quien siempre tuvo la voluntad de compartir sus conocimientos en todo momento.

Y por ultimo, darles las gracias a mis amigos, Jorge Valdivia por el apoyo y especialmente, a Claudio Salazar por su aporte en la realización de este proyecto.

Gracias.

Tabla de contenido

RESUMEN	18
I INTRODUCCIÓN	19
1.1 CONTEXTO	19
1.2 MOTIVACIÓN	21
1.3 MARCO DE TRABAJO.....	22
II IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	23
2.1 CULTURA	29
2.2 TECNOLOGÍA	30
2.3 EDUCACIÓN.....	30
III OBJETIVOS	31
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	31
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
3.3 MATRIZ DE MÉTRICAS	32
3.4 MATRIZ DE TRAZABILIDAD.....	33
IV ALCANCE	34
4.1 ALCANCE DEL PROBLEMA	34
4.2 LIMITACIONES AL ALCANCE	34
4.3 SUPUESTOS	34
V MARCO TEÓRICO.....	35
5.1 ANTECEDENTES HISTORICOS	36
5.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA	37
5.3 COMPONENTES ELECTRÓNICOS	40
5.3.1 RESISTENCIA.....	41
5.3.2 CONDENSADOR.....	41
5.3.3 PULSADOR	41
5.3.4 TRANSISTOR.....	42
5.3.5 DIODO	42
5.4 SENSORES.....	43
5.4.1 SENSOR FOTOELÉCTRICO	43

5.4.2 SENSOR DE TEMPERATURA	43
5.5 CIRCUITO ELÉCTRICO	44
5.6 HARDWARE.....	45
5.6.1 ARDUINO.....	45
5.6.2 CARACTERÍSTICAS ARDUINO UNO.....	45
5.7 SOFTWARE.....	48
5.7.1 FRITZING	48
5.7.2 IDE ARDUINO.....	50
5.8 TIPOS DE TRANSMISIÓN INALAMBRICA	51
<u>VI ESTUDIO DE MERCADO</u>	53
6.1 GLOBALAXXIS.....	54
6.2 ELECTRICIDAD VALERIO	54
<u>VII METODOLOGIA DE TRABAJO</u>	56
<u>VIII METODOLOGIA DE GESTIÓN</u>	58
<u>IX PLAN DE TESIS</u>	61
9.1 DEFINICIÓN DE TAREAS.....	61
9.2 RELACIÓN DE DEPENDENCIA ENTRE TAREAS.....	63
9.3 HITOS	63
<u>X ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.....</u>	65
10.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	65
10.2 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	68
10.3 MATRIZ DE TRAZABILIDAD.....	69
<u>XI EVALUACIÓN DE POSIBLES SOLUCIONES</u>	70
11.1.1 SOLUCIÓN N.º 1.....	70
11.1.2 SOLUCIÓN N.º 2.....	72
11.1.3 SOLUCIÓN N.º 3.....	73
11.2 SOLUCIONES SELECCIONADAS	73
<u>XII SOLUCIÓN.....</u>	74
12.1 ELECCIÓN DE DISPOSITIVOS.....	74

12.1.1 PARA LA DETECCIÓN DE MOVIMIENTO.	74
12.1.2 PARA LA MEDICIÓN DE TEMPERATURA	76
12.1.3 MEDIO DE TRANSMISIÓN.	77
12.1.4 PARA MEDIR CONSUMO ELÉCTRICO	77
12.2 MÉTODOS DE CONTROL Y ESTÁNDARES	78
12.2.1 MÉTODOS DE CONTROL.....	78
12.2.1.1 MÉTODO DE CONTROL N° 1	79
(ELABORACIÓN PROPIA).....	81
12.2.1.2 MÉTODO DE CONTROL N° 2	82
12.2.1.3 MÉTODO DE CONTROL N° 3	83
12.2.1.4 MÉTODO DE CONTROL N° 4	83
12.2.2 ESTÁNDARES	85
12.3 DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	86
12.4 DISEÑO DEL CIRCUITO.....	88
12.5 IMPLEMENTACIÓN DEL CIRCUITO	89
XIII RESULTADOS	94
13.1 OBJETIVO ESPECÍFICO N°1.....	94
13.2 OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 2.....	96
13.3 OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3.....	97
13.3.1 PROBLEMA ACADÉMICO.....	98
13.3.2 PROBLEMA SOCIAL.....	99
XIV CONCLUSIONES	101
BIBLIOGRAFÍA.....	103

Indice de Tablas

Tabla 1. Consumo eléctrico residencial y no residencial.....	26
Tabla 2. Comparación de consumo residencial por año	27
Tabla 3. Matriz de métricas entre objetivos específicos y problemas.	32
Tabla 4. Matriz de trazabilidad entre objetivos específicos y problemas.	33
Tabla 5. Carta Gantt expresada en fechas	63
Tabla 6. Requerimiento Funcional N° 1	65
Tabla 7. Requerimiento Funcional N° 2	66
Tabla 8. Requerimiento Funcional N° 3	66
Tabla 9. Requerimiento Funcional N° 4	66
Tabla 10. Requerimiento Funcional N° 5	67
Tabla 11. Requerimiento Funcional N° 6	67
Tabla 12. Requerimiento Funcional N° 7	67
Tabla 13. Requerimiento No Funcional N° 1	68
Tabla 14. Requerimiento No Funcional N° 2.....	68
Tabla 15. Requerimiento No Funcional N° 3.....	68
Tabla 16. Matriz de trazabilidad entre los requerimientos funcionales y los objetivos específicos.....	69
Tabla 17. Comparación de una habitación con sistema de detección de movimiento y sin sistema	96
Tabla 18. Comparación de una habitación con sistema de detección de calefacción y sin sistema	96

RESUMEN

En Chile, país en vías de rápida industrialización y desarrollo, pero aun con ingresos per cápita medios, el vínculo entre crecimiento económico y aumento del consumo de energía es directo.

Existe un acople entre la expansión del PIB y la energía final consumida por la población. Una de las tareas del futuro es lograr un desacople entre ambas variables, lo que implicaría ganar competitividad en un contexto en que las fuentes de energía económicas serán cada vez más escasas.

Este proyecto tiene como finalidad aportar con el desacople de estas variables presentando un sistema de eficiencia energética en el hogar desarrollado con Arduino, con el fin de que la energía se utilice de la mejor forma posible.

I INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto

“La eficiencia energética comprende las mejoras del lado de la oferta (SSM SupplySide Management) así como de la demanda (DSM DemandSide Management). En general, al sector energético le preocupa más el lado de la demanda, por ser aquel que requiere una labor de mayor detalle, pues depende de la decisión de cientos de miles de usuarios y no de unos pocos empresarios como es el caso del otro componente, es decir la eficiencia en la oferta”

(Balcells, Barra, & Autonell, 2010)

La electricidad se ha convertido hoy en día en un recurso fundamental e imprescindible y con un sin fin de usos. Por ejemplo, en el ámbito residencial, es utilizado para proporcionar todo tipo de servicios (refrigeración, climatización, iluminación, radio, computadoras, televisión etc.). Pero el uso de la electricidad se extiende, además, al ámbito no residencial, comercial e industrial (alumbrado, motores eléctricos etc.). Esto hace que la electricidad sea un recurso esencial.

No existe una fuente natural de electricidad por si sola, sino que es necesario recurrir a otras fuentes de energía que permitan generarla. Cuando una fuerza, ya sea mecánica, térmica u otra, es capaz de convertirse en electricidad, nos referimos a generación de energía eléctrica.

Las centrales generadoras son las encargadas de producir electricidad y para ello utilizan recursos naturales de nuestro planeta. En ríos, lagos naturales o artificiales (para el caso de las centrales hidráulicas); centrales térmicas (que usan carbón, gas o petróleo); eólicas; solares y marinas, desde las olas, las mareas o el diferencial térmico del océano.

Si se compara la electricidad con otros tipos de energía, la electricidad tiene una principal desventaja: “No permite su almacenamiento en cantidades significativas”. En el lado de la oferta, esto obliga a dimensionar las instalaciones para el momento de la demanda máxima, y por consiguiente, la infrutilización de las instalaciones al momento de la menor demanda. Por ello, un uso racional de energía consta en generar y transportar en todo momento solo la energía útil (activa). Además de esto, es necesario considerar que el 50% de la energía eléctrica consumida es procesada por algún convertidor electrónico (convertidores AC-DC, DC-DC o AC-AC). Estos convertidores permiten la modificación de frecuencia, tensión, y otros factores que, normalmente, provocan distorsión y ciertas perturbaciones (EMI), ocasionando un deterioro de la calidad de onda de tensión, una pérdida de eficiencia en el sistema de distribución de energía y la posibilidad de que ciertos equipos electrónicos presenten fallos por componentes de alta frecuencia

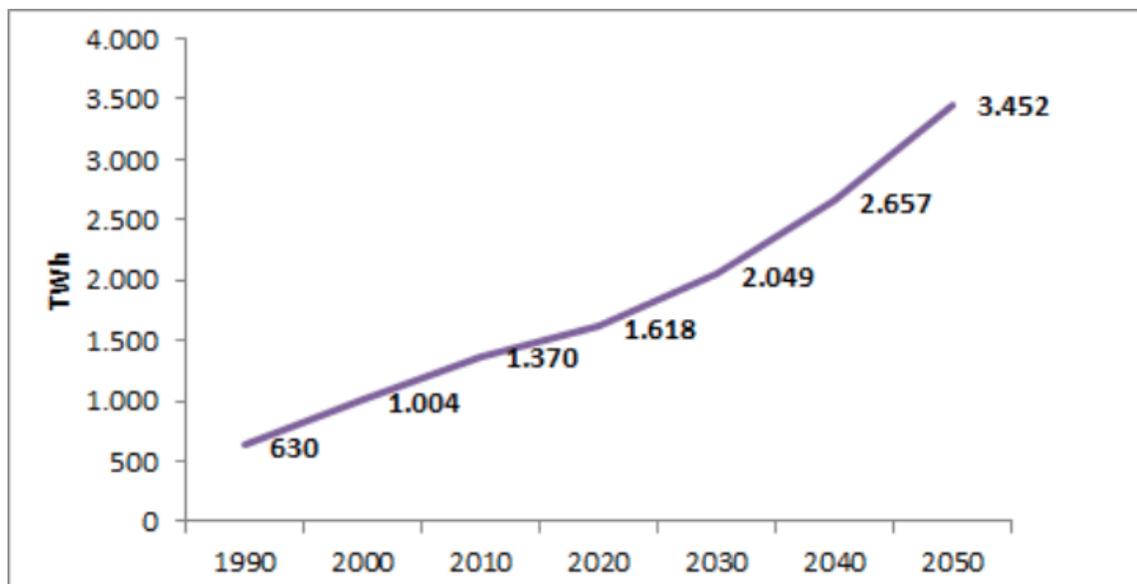
(Balcells, Barra, & Autonell, 2010).

1.2 Motivación

Según el Banco Mundial, se estima que en América Latina el consumo de electricidad crecerá en un 80% entre los años 2011 y 2030 y que, solo en Centroamérica, el crecimiento será más del 120%.

Además, según la Agencia Internacional de Energía, si no cambian las políticas energéticas de los países consumidores las necesidades de energía crecerán a un ritmo de 1,5% anual entre el 2007 2030.

Ilustración 1. Proyección de Demanda de Electricidad en America Latina



Fuente: Cifras históricas de British Petroleum Annual Statistical Review of World Energy 2012.

Al considerar el constante crecimiento de la demanda por parte de la población por el uso de nuevas tecnologías, el desarrollo industrial y una mala práctica del uso energético, podemos observar que esto ha traído como consecuencia un incremento elevadísimo del consumo de energía eléctrica. Además, teniendo en cuenta factores como, el uso ilegal de energía, la contaminación producida por los gases contaminantes (quema de carbón, gas, diésel) producidos por la fuente de generación, el costo de esta y muchas otras cosas que obligan, de una u otra manera, a reaccionar al respecto.

(Contreras & De Cuba, 2008)

1.3 Marco de Trabajo

Hablar de eficiencia energética es hablar de muchas acciones que se ponen del lado de la oferta como en el de la demandada, no sacrificando el bienestar ni la producción. Una de las cosas mas importantes que se logra es el ahorro, tanto en el consumo de Energía como en la economía de la poblacion en general.

Cuando se habla de eficiencia energética, se habla básicamente de obtener el máximo rendimiento de la energía consumida haciendo un uso racional de la energía eléctrica.

El siguiente proyecto apunta directamente a la utilización de la energía eléctrica de manera mas eficiente por parte de la demanda residencial, se implementará en un recinto privado y tendrá fines académicos.

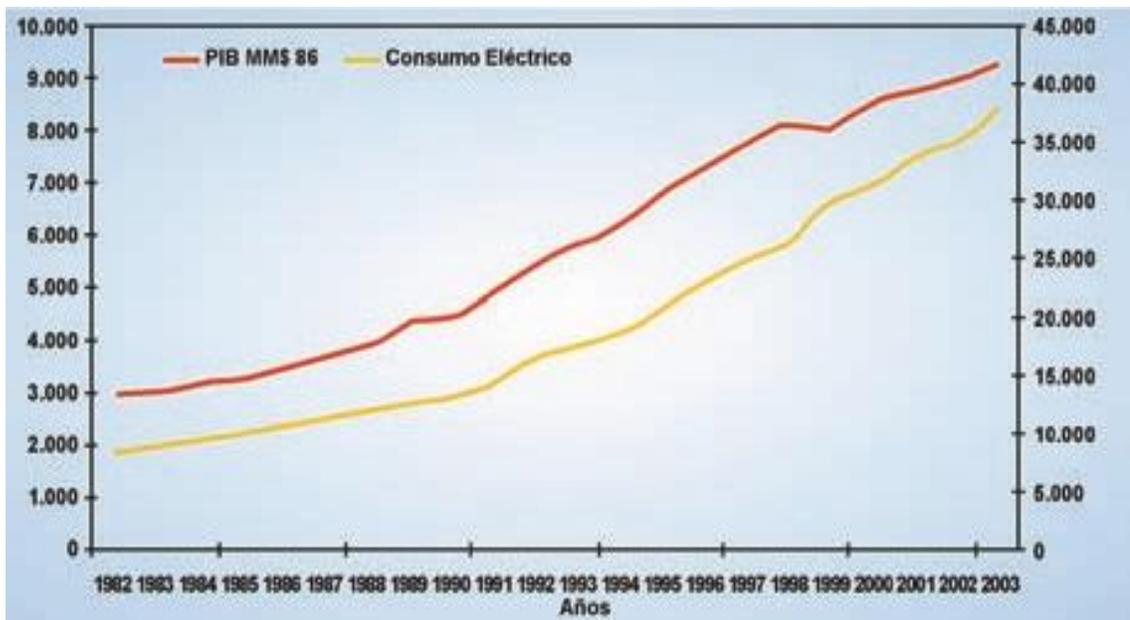
II IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El problema en Chile viene a fines de los 80, donde sucesivos eventos de sequía generaron una grave vulnerabilidad en el abastecimiento eléctrico, poniendo en evidencia la excesiva dependencia del país en la generación hidráulica. Sin embargo, la misión de diversificar la generación eléctrica para asegurar su abastecimiento, solo fue enfrentada a mediados de los años 90, con la incorporación del gas natural para la generación eléctrica. El bajo precio del gas natural concentró el desarrollo eléctrico casi exclusivamente a este combustible, obstaculizando la diversificación de fuentes para el logro de la seguridad energética. (Aedo & Larrain, 2004).

Gracias a esto, a principios del año 2008, Chile comienza a enfrentar un escenario poco favorable provocado por las restricciones del gas natural desde Argentina, el alto precio de los hidrocarburos y los bajos niveles de los embalses para generación por las escasas lluvias. El gobierno buscó a través de múltiples medidas reducir el consumo de energía eléctrica tratando de evitar cortes en el abastecimiento. Muchas de estas medidas estaban orientadas hacia la demanda residencial, buscando incentivar el ahorro de energía a través de campañas publicitarias, prorrogando el horario de verano y promoviendo el uso de ampolletas de bajo consumo. (Sustentak, 2008)

En Chile la energía no es bien utilizada. Al observar los indicadores de consumo energético y el Producto Interno Bruto (PIB), que es una forma de medir la riqueza de un país (indica la producción de bienes y servicios del país en un periodo), se logra ver que ambos indicadores crecen a la par.
(Fundación Casa de la Paz)

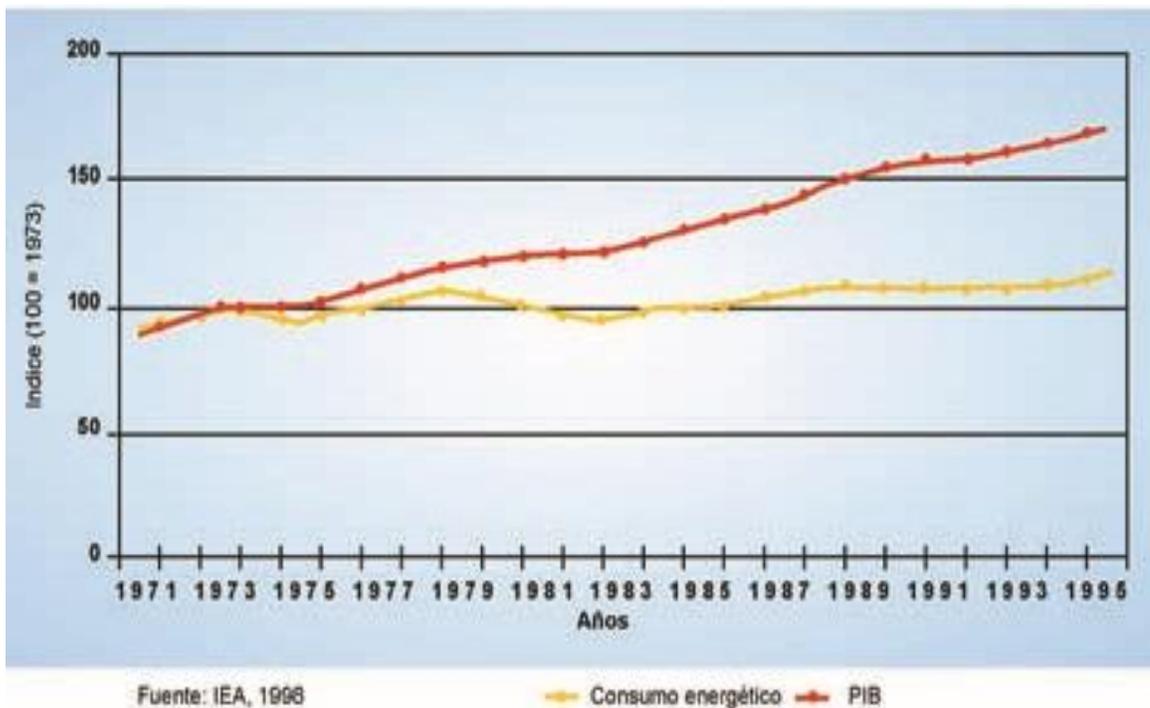
Ilustración 2. PIB y consumo de energía eléctrica en Chile



Fuente: Comisión Nacional de Energía, disponible en la biblioteca del Congreso Nacional (BCN).

En otros países altamente industrializados esto no ocurre. Los estudios realizados muestran que un país puede crecer y aumentar su PIB sin incrementar acopladamente su consumo energético. Se puede observar el siguiente gráfico elaborado por la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD):

Ilustración 3. PIB y consumo de energía eléctrica en países OECD



Fuente: Internacional Energy Agency, disponible en la biblioteca del Congreso Nacional (BCN).

“En Chile, país en vías de rápida industrialización y desarrollo, pero aun con ingresos per cápita medios, el vínculo entre crecimiento económico y aumento del consumo de energía es directo. Existe un acople entre la expansión del PIB y la energía final consumida por la población. Una de las tareas del futuro es lograr un desacople entre ambas variables, lo que implicaría ganar competitividad en un contexto en que las fuentes de energía económicas serán cada vez más escasas”. (Obrecht, 2016)

A continuación, la comparación del consumo eléctrico residencial y el no residencial en Chile del año 2018, por regiones.

Tabla 1. Consumo eléctrico residencial y no residencial

Suma de Energía (kWh)			
Región	No Residencial	Residencial	Total, general
Región Aisén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	55488605	60547567	116036172
Región de Antofagasta	370571414	366558409	737129823
Región de Arica y Parinacota	105869616	132031764	237901380
Región de Atacama	222955240	160060573	383015813
Región de Coquimbo	462476518	434531740	897008258
Región de La Araucanía	658864303	610963625	1269827928
Región de Los Lagos	627773527	526197982	1153971509
Región de Los Ríos	247786859	228058700	475845559
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	149507953	108835204	258343157
Región de Ñuble	232009447	279455991	511465438
Región de Tarapacá	171515557	200204218	371719775
Región de Valparaíso	1106990379	1216698044	2323688423
Región del Biobío	849143078	895523761	1744666839
Región del Libertador Gral. Bernardo O’Higgins	766154305	560317275	1326471580
Región del Maule	756796301	626046847	1382843148
Región Metropolitana de Santiago	5644098459	5234939414	10879037873
Total, general	12428001561	11640971114	24068972675

(Elaboración propia con datos obtenidos de la Comisión Nacional de Energía)

Si se compara los valores consumidos de Energía Eléctrica (kWh) en el ámbito residencial y no residencial, se aprecia que ambos son similares en términos de consumo.

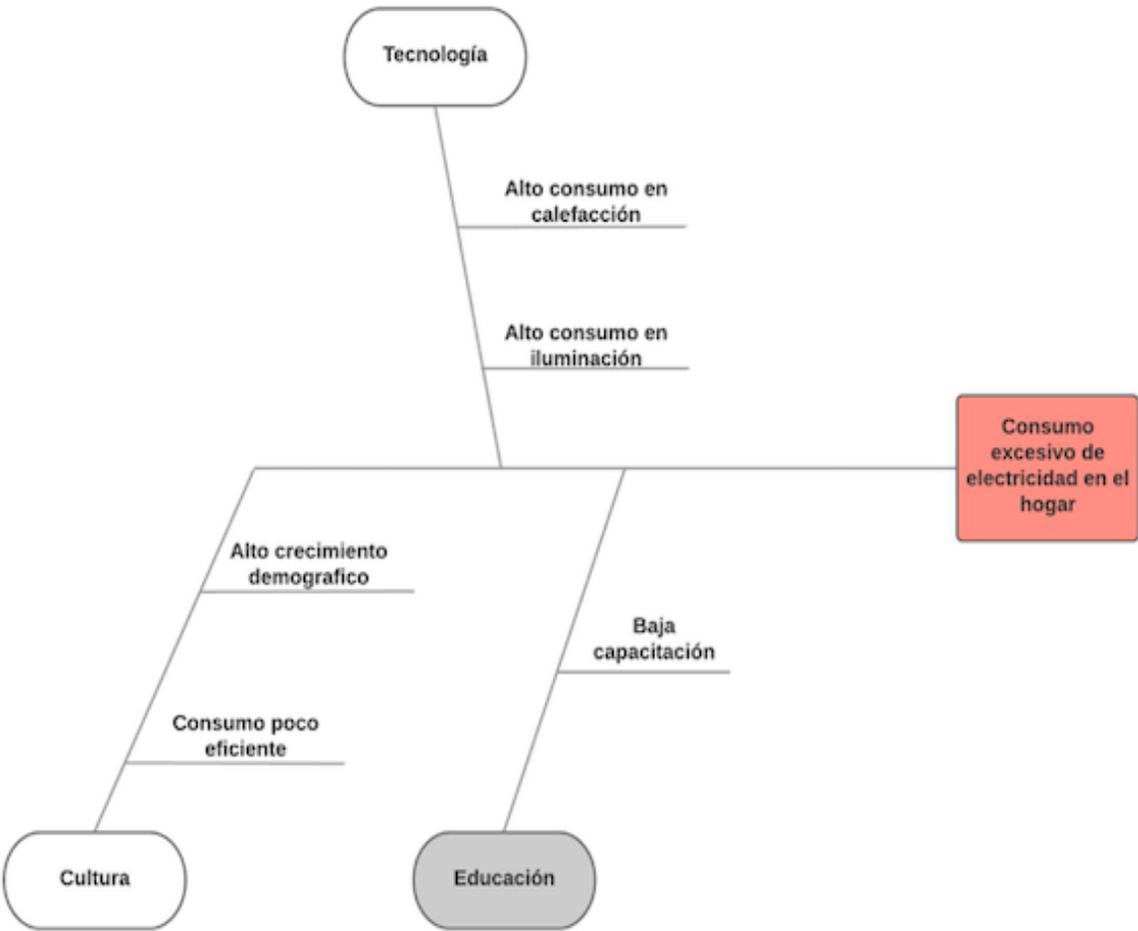
Al comparar el consumo residencial de todas las regiones de Chile por año, desde el año 2015 al 2018, se obtiene que el consumo eléctrico va en constante crecimiento, como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 2. Comparación de consumo residencial por año

Suma de Energía (kWh)				
Región	2015	2016	2017	2018
Región Aisén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	58555771	62182238	66894492	60547567
Región de Antofagasta	432269478	434080633	433156085	366558409
Región de Arica y Parinacota	160558643	159280125	157823790	132031764
Región de Atacama	182464198	186997508	186401912	160060573
Región de Coquimbo	469851711	478094518	494837640	434531740
Región de La Araucanía	513085724	527835540	551438988	610963625
Región de Los Lagos	543138568	550816500	578955832	526197982
Región de Los Ríos	239647130	244447840	259457212	228058700
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	118898568	123222823	124780834	108835204
Región de Ñuble	289197448	300482611	311011970	279455991
Región de Tarapacá	236647027	236789778	237810907	200204218
Región de Valparaíso	1342651367	1386351430	1409411297	1216698044
Región del Biobío	962461133	981037041	1016388312	895523761
Región del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	586220804	604300834	637457998	560317275
Región del Maule	640647073	665186158	693467955	626046847
Región Metropolitana de Santiago	5843098635	5933407043	6158032271	5234939414
Total general	12619393278	12874512620	13317327495	11640971114

(Elaboración propia con datos obtenidos de la Comisión Nacional de Energía)

Ilustración 4. Diagrama de Ishikawa



(Elaboración propia)

2.1 Cultura

- P01: Consumo poco eficiente: “Según estadísticas de la Agencia Internacional de Energía, el consumo per cápita de Chile, es casi el doble del promedio de los países de Latinoamérica, y a su vez es la mitad del promedio de países OCDE. Esto significa que, dadas las perspectivas de crecimiento de nuestra economía, los consumos van a seguir aumentando y es por eso que debemos preocuparnos hoy en cómo diseñamos las nuevas viviendas, industrias y ciudades para que consuman menos energía en los próximos cincuenta años, entre otros factores relacionados” (Laire, 2015)
- P02: Alto crecimiento demográfico: “El incremento del consumo de energía también se relaciona con el crecimiento de la población, ya que la población humana ha pasado de casi 1.000 millones a comienzos del siglo XIX, a duplicarse solo 130 años después, llegar a los 4.000 millones entre los años 1930 y 1975 y superar los 7.000 millones en el año 2013”. (Golpe, 2016)

2.2 Tecnología

- P03: Alto Consumo en calefacción: “Respecto al consumo total en electricidad y combustibles, predomina el consumo en calefacción (29%) y en agua caliente (30%), sin embargo, la calefacción es más crítica cuando se analiza el consumo estacional de invierno”. (Romero, 2011)
- P04: Alto consumo en Iluminación: “La iluminación en los hogares chilenos es responsable de más del 25% de la cuenta eléctrica. Esta cifra hace que para los clientes sea una buena oportunidad mejorar sus hábitos en iluminación, ya que con simples cambios pueden provocar ahorros sustantivos”. (Programa País, 2007)

2.3 Educación

- P05: A través de una encuesta realizada a personas de distintas realidades, lugares, profesiones, edades, arrojando como resultado que un X% de los encuestados no conocen ni han estudiado sobre eficiencia energética, ya sea en el colegio, universidad, instituto profesional, etc.

III OBJETIVOS

A continuación se presenta el objetivo general del proyecto y también los objetivos específicos que se pretenden alcanzar al finalizar este trabajo.

3.1 Objetivo general

Disminuir el porcentaje de consumo eléctrico en el hogar.

3.2 Objetivos específicos.

OE01: Disminuir en 10% el consumo en iluminación.

OE02: Disminuir en 17% el consumo en calefacción / ventilación.

OE03: Mejorar en 10 % el conocimiento sobre eficiencia energética.

Una vez definidos los objetivos específicos, se da paso a realizar una matriz de métricas, la cual aporta información en cuanto al valor actual de la métrica versus el criterio de éxito de la métrica.

3.3 Matriz de métricas

La tabla 3 representa cada uno de los objetivos específicos con sus respectiva unidad de medida o métricas, valor actual de la métrica (VAM) y criterio de éxito de la métrica (CEM).

Tabla 3. Matriz de métricas entre objetivos específicos y problemas.

	Métrica / Unidad	VAM	CEM
OE01	Consumo eléctrico en iluminación Kw/H	50,4 Kw/H	≤ 90%
OE02	Consumo eléctrico en calefacción / Ventilación Kw/H	15 Kw/H	≤ 83%
OE03	Porcentaje de aprobación encuesta Porcentaje	15%	20≥ %

Según esta tabla se puede apreciar la definición de las metas finales a las que se desea llegar una vez ejecutado el proyecto de solución.

3.4 Matriz de trazabilidad

En la tabla 4 se asociará cada problema identificado en el diagrama de Ishikawa con el objetivo específico según corresponda.

Tabla 4. Matriz de trazabilidad entre objetivos específicos y problemas.

	P03	P04	P05
OE01	X		
OE02		X	
OE03			X

Esta matriz de trazabilidad enlaza cada objetivo específico, con cada problema mencionado anteriormente. Esto para identificar con qué objetivo se soluciona cada problema que posee este proyecto.

IV ALCANCE

4.1 Alcance del problema

Este proyecto tiene como finalidad buscar una posible solución a los siguientes problemas:

P01: Alto consumo en iluminación.

P02: Alto Consumo en calefacción / ventilación.

P03: Baja capacitación.

4.2 Limitaciones al alcance

Este proyecto se realizará en un recinto privado, por lo tanto, todas las mediciones serán realizadas pensando en el recinto de prueba. Estudios demográficos, culturales, u otros aspectos que influyen, pero no son partes de los objetivos específicos, no serán parte de esta investigación. Tampoco se harán modificaciones a la red eléctrica.

4.3 Supuestos

Los ámbitos de estudio son calefacción e iluminación. Como las pruebas se realizarán en un recinto privado, no existe dificultades con respecto a permisos, ni autorizaciones. Se realizará un estudio de consumo eléctrico en el recinto, antes y después de implementar el proyecto.

V MARCO TEÓRICO

La electricidad es una de las principales formas de energía usadas en el mundo actual. Sin ella no existiría la iluminación, ni comunicaciones de radio y televisión, ni servicios telefónicos, y las personas tendrían que prescindir de aparatos eléctricos que ya llegaron a constituir parte integral del hogar.

Además, sin la electricidad el transporte no sería lo que es en la actualidad.

La industria eléctrica, a través de la tecnología, ha puesto a la disposición de la sociedad el uso de artefactos eléctricos que facilitan las labores del hogar, haciendo la vida más placentera.

Entre los electrodomésticos más utilizados en el hogar se pueden citar: cocina eléctrica, refrigerador, tostadora, microonda, licuadora, lavaplatos, secador de pelo, etc.

Existe también otro tipo de artefactos que nos proporcionan entretenimiento, diversión, y que son también herramientas de trabajo y fuentes de información como: el televisor, el equipo de sonido, los videojuegos, las computadoras, etc.

En resumen, la electricidad en la vida moderna es imprescindible. Difícilmente una sociedad puede concebirse sin el uso de la electricidad.

5.1 Antecedentes históricos

La historia de la electricidad es mucho más antigua de lo que pudiéramos imaginar. Los seres humanos ya tuvieron contacto con fenómenos eléctricos en la época de la antigua Grecia. En el siglo V a.c. el filósofo griego Thales de Mileto, descubrió el poder de atracción que se producía al frotar un ámbar sobre una tela o sobre la piel. Sería más tarde en el siglo III, cuando Theophrastus otro filósofo griego, hace el primer estudio científico sobre la electricidad al descubrir que otros elementos también tenían ese poder de atracción.

No es sin embargo hasta el siglo XVIII cuando el tratamiento científico del fenómeno eléctrico se sistematizaría.

Benjamín Franklin demostró la naturaleza de los rayos, desarrollando la teoría de que la electricidad es un fluido que existe en la materia y su flujo se debe al exceso o defecto del mismo en ella. Es así como se van dando una serie de descubrimientos, y se empieza a utilizar la electricidad con aplicaciones prácticas.

Una de las más importantes aplicaciones prácticas es la invención de la bombilla en el siglo XIX, Edison produce la primera lámpara incandescente con un filamento de algodón carbonizado.

En pleno siglo XXI, hacerse la idea de vivir sin electricidad es algo impensable, ésta se ha hecho indispensable en nuestras vidas y solo en momentos de apagones o cortes eléctricos tomamos conciencia de la necesidad de la electricidad en nuestras vidas. Es por ello, que la electricidad no es solo cosa de técnicos electricistas, ingenieros eléctricos, físicos y científicos, es también parte fundamental del conocimiento humano actual, y todo el mundo debería tener claro algunos conceptos básicos sobre ella.

5.2 Características generales de la Electricidad y Electrónica

Se parte, primeramente, del hecho de que la electricidad no es un invento humano sino una fuerza natural o fenómeno físico que se origina por cargas estáticas o en movimiento.

Existen dos tipos de corriente: Corriente Alterna y corriente Continua.

- En la corriente alterna, los electrones circulan en un sentido u otro variando su cantidad. Es la corriente más utilizada, por ser más fácilmente transportable y más rentable, es la que nos llega hasta las tomas de corriente y aparatos de iluminación en nuestras casas.
- La corriente continua, es la que circula generalmente dentro de los aparatos electrónicos, o en las pilas y baterías, los electrones van en la misma dirección y en la misma cantidad.

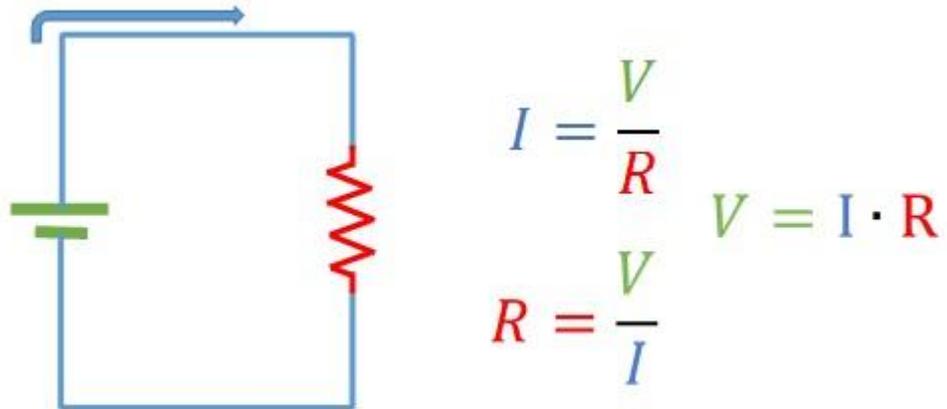
Las principales magnitudes que se logran observar en la electricidad son:

- El voltaje (se mide en voltios V): El voltaje es una magnitud física también conocida como diferencia de potencial o tensión, y cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre 2 puntos. En la actualidad se ha impuesto el voltaje 225v, antes el más utilizado el de 125v.
- La Resistencia Eléctrica: Es el grado de oposición de un material a la corriente eléctrica que lo recorre. Se utiliza el Ohmio como unidad de medida, se representa con el símbolo de la letra griega omega.

- La **Intensidad de corriente eléctrica**: Es una magnitud que mide el caudal de corriente eléctrica que pasa a través de un conductor por unidad de tiempo. Se utiliza como unidad de medida el amperio.

Estas 3 magnitudes se relacionan entre sí a través de una sencilla relación, conocida como Ley de Ohm:

Ilustración 5. Ley de Ohm



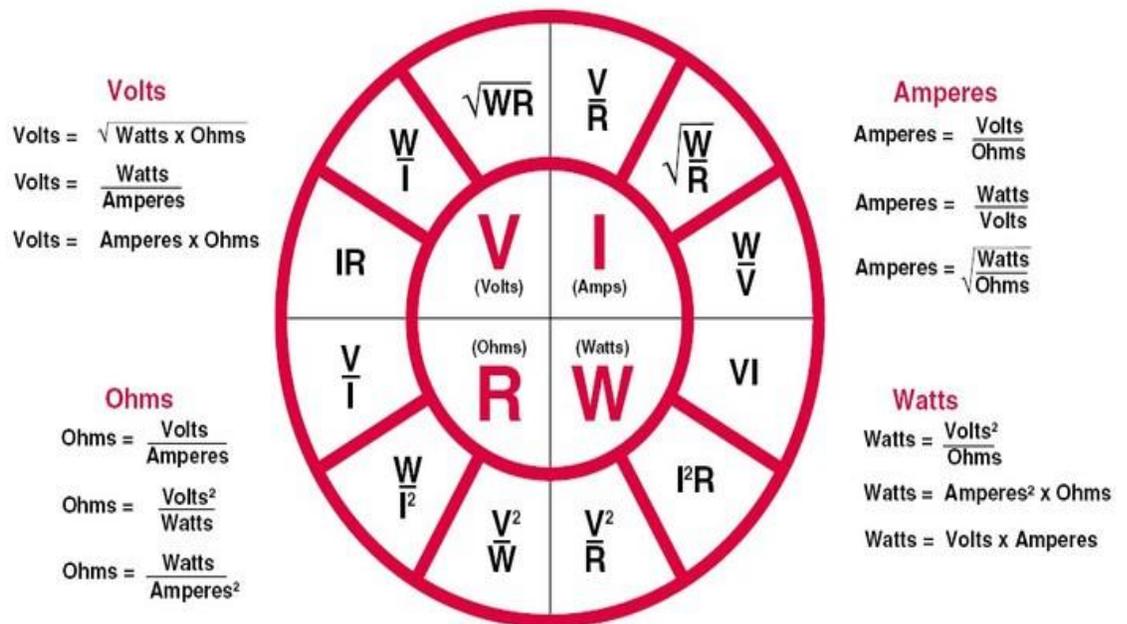
(Froyd, 1995)

Ademas, existe otra magnitud en la electricidad llamada potencia.

Vatio (W): Es una unidad de potencia derivada coherente. El vatio es igual a 1 julio por segundo, y es una unidad que se puede utilizar a cualquier tipo de potencia, ya sea eléctrica, mecánica, acústica, etc. En el caso de la electricidad, nos sirve para conocer el consumo eléctrico de los aparatos eléctricos que conectamos a la red.

Si a un determinado cuerpo se le aplica una fuente de alimentación (es decir se le aplica un Voltaje) se va a producir dentro del cuerpo una cierta corriente eléctrica. Dicha corriente será mayor o menor dependiendo de la resistencia del cuerpo. Este consumo de corriente hace que la fuente este entregando una cierta potencia eléctrica; o, dicho de otra forma, el cuerpo esta consumiendo determinada cantidad de potencia. Esta potencia se mide en Watt. Por ejemplo, una lámpara eléctrica de 40 Watt consume 40 watt de potencia eléctrica. Para calcular la potencia se debe multiplicar el voltaje aplicado por la corriente que atraviesa al cuerpo. Es decir:

Ilustración 6. Ley de Watt



(Froyd, 1995)

5.3 Componentes Electrónicos

Un componente electrónico es un dispositivo que forma parte de un circuito electrónico. Se suelen encapsular, generalmente en un material cerámico, metálico o plástico, y terminar en dos o más terminales o patillas metálicas. Se diseñan para ser conectados entre ellos, normalmente mediante soldadura, a un circuito impreso, para formar el mencionado circuito. Estos están hechos con materiales que pueden ser conductores, semiconductores o aislantes.

- **Materiales conductores:** Los conductores son aquellos materiales que contienen electrones que pueden moverse libremente, en otras palabras, son los materiales que se utilizan para hacer circuitos eléctricos.
- **Materiales Semiconductores:** Estos materiales, como el silicio o el germanio, presentan propiedades eléctricas que están entre los conductores y los aislantes. Se utilizan principalmente como elementos de los circuitos electrónicos.
- **Materiales Aislantes:** son materiales donde los electrones no pueden circular libremente, como por ejemplo la cerámica, el vidrio, plásticos en general, el papel, la madera, etc. Estos materiales no conducen la corriente eléctrica.

5.3.1 Resistencia

Se le denomina resistencia eléctrica a la igualdad de oposición que tienen los electrones al desplazarse a través de un conductor. La unidad de resistencia en el Sistema Internacional es el ohmio, que se representa con la letra griega omega, en honor al físico alemán Georg Ohm, quien descubrió el principio que ahora lleva su nombre.

5.3.2 Condensador

Un condensador eléctrico es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico. Está formado por un par de superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas, en situación de influencia total separadas por un material dieléctrico o por el vacío. Las placas, sometidas a una diferencia de potencial, adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de ellas y negativa en la otra, siendo nula la variación de carga total.

5.3.3 Pulsador

Un botón o pulsador es un dispositivo utilizado para realizar cierta función. Los botones son de diversas formas y tamaños y se encuentran en todo tipo de dispositivos, aunque principalmente en aparatos eléctricos y electrónicos. Los botones son por lo general activados, al ser pulsados con un dedo. Permiten el flujo de corriente mientras son accionados. Cuando ya no se presiona sobre él vuelve a su posición de reposo.

5.3.4 Transistor

El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor utilizado para entregar una señal de salida en respuesta a una señal de entrada. Cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. El término transistor es la contracción en inglés de transfer resistor (resistencia de transferencia). Actualmente se encuentran prácticamente en todos los aparatos electrónicos de uso diario: radios, televisores, reproductores de audio y video, relojes de cuarzo, ordenadores, lámparas fluorescentes, tomógrafos, móviles, entre otros.

5.3.5 Diodo

Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido,¹ bloqueando el paso si la corriente circula en sentido contrario, no solo sirve para la circulación de corriente eléctrica, sino que este la controla y resiste. Esto hace que el diodo tenga dos posibles posiciones: una a favor de la corriente (polarización directa) y otra en contra de la corriente (polarización inversa).

En el mundo de la electricidad y la electrónica existen muchos otros componentes que no se describen en este documento ya que no serán utilizados en el proyecto.

5.4 Sensores

En palabras sencillas, un sensor es un objeto capaz de variar una propiedad ante magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas con un transductor en variables eléctricas. Existen sensores de muchos tipos, pero básicamente, los que se utilizarán en este proyecto son sensores de luz y sensores de temperatura.

5.4.1 Sensor fotoeléctrico

Un sensor de luz se usa para detectar el nivel de luz y producir una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada. Un sensor de luz incluye un transductor fotoeléctrico para convertir la luz a una señal eléctrica y puede incluir electrónica para condicionamiento de la señal, compensación y formateo de la señal de salida.

5.4.2 Sensor de temperatura

Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambios en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico.

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

El sensor de temperatura, típicamente suele estar formado por el elemento sensor, de cualquiera de los tipos anteriores, la vaina que lo envuelve y que está rellena de un material muy conductor de la temperatura, para que los cambios se transmitan rápidamente al elemento sensor y del cable al que se conectarán el equipo electrónico.

5.5 Circuito Eléctrico

Un circuito simple consta de una fuente de alimentación, que puede ser una batería, una pila o una conexión a la red general y un conductor que puedes ser un cable, cada extremo de este cable va conectado a un lado de la batería y así el circuito estaría cerrado, los electrones circulan a través de éste.

En las instalaciones eléctricas y aparatos eléctricos de nuestros hogares nos encontramos tres tipos de circuitos en función de la disposición de sus elementos: en serie, paralelos o mixtos.

- Circuito en serie: Se caracteriza por tener las resistencias conectadas en la misma línea existente entre los extremos, situada una a continuación del otro.
- Circuito en paralelo: Tiene conectadas varias vías de alimentación paralelas entre sí, así cada vía tiene una resistencia y estas vías están conectadas en puntos comunes.
- Circuitos mixtos: Mezclan conexiones en paralelo y en serie.

5.6 Hardware

Hardware es todo aquello que se puede tocar, es tangible, y se puede entender como la máquina que realizan el trabajo controlado por un software.

5.6.1 Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra, los que permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables dupont).

Existen varios modelos de placas de Arduino, tales como: Arduino Leonardo, Arduino Micro, Arduino Mini, entre otros. El modelo que sera utilizado en este proyecto será Arduino Uno.

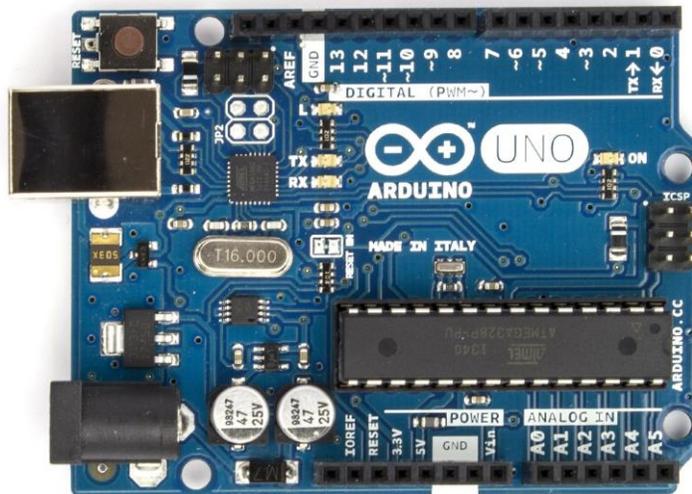
5.6.2 Características Arduino Uno

La arduino Uno es una placa basada en un microcontrolador Atmega328. Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 4 pueden ser utilizados para salidas PWM), 6 entradas análogas, un resonador cerámico de 16 MHz, un conector para USB tipo hembra, un Jack para fuente de Poder, un conector ICSP y un botón reset.

Las características del Arduino Uno son:

- Microcontrolador: ATmega328
- Voltaje Operativo: 5v
- Voltaje de Entrada (Recomendado): 7 – 12 v
- Pines de Entradas/Salidas Digital: 14 (De las cuales 6 son salidas PWM)
- Pines de Entradas Análogas: 6
- Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB es usado por Bootloader.
- SRAM: 2 KB (ATmega328)
- EEPROM: 1 KB (ATmega328)
- Velocidad del Reloj: 16 MHZ.

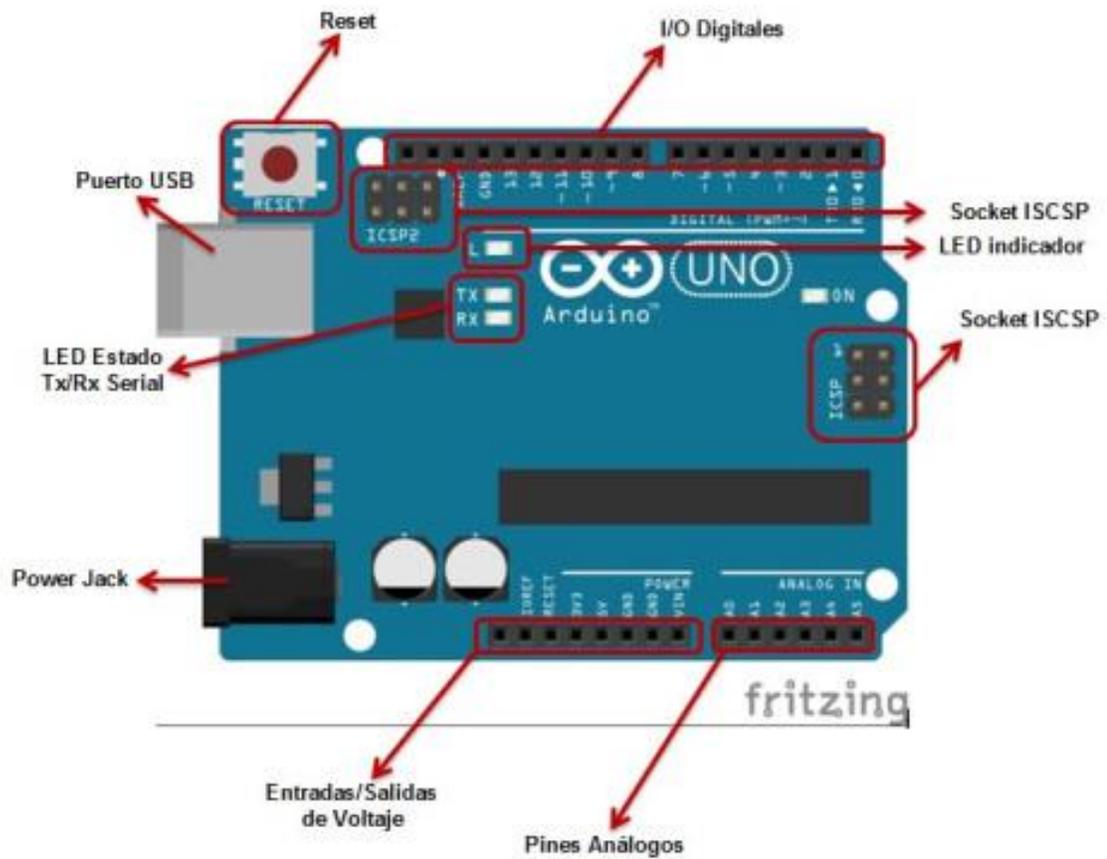
Ilustración 7. Parte frontal Arduino Uno



Fuente: Pagina principal de www.arduino.cc

Tiene todo lo necesario para manejar el controlador, simplemente se conecta al computador por medio del cable USB o una fuente de poder externa, que puede ser un adaptador AC-DC o una batería. Cabe aclarar que si se alimenta a través del cable USB en el ordenador no es necesario una fuente externa.

Ilustración 8. Partes que componen Arduino Uno



Fuente: Pagina principal de www.arduino.cc

5.7 Software

Software es un término informático que hace referencia a un programa o conjunto de programas de cómputo que incluye datos, procedimientos y pautas que permiten realizar distintas tareas en un sistema informático.

Comúnmente se utiliza este término para referirse de una forma muy genérica a los programas de un dispositivo informático.

En este proyecto se utilizarán al menos dos softwares importantes: Fritzing e IDE Arduino.

5.7.1 Fritzing

Fritzing es un software para la realización de esquemas eléctricos en proyectos con Arduino de código libre. Permite diseñar la placa de circuito impreso final y un sinnúmero de opciones que convierten a este programa en una herramienta muy útil. También permite obtener el esquema eléctrico, listado de componentes usados y el diagrama para poder fabricar la placa de circuito impreso.

La ilustración 9 muestra un esquemático de un circuito, y la ilustración 10, muestra las conexiones de manera gráfica, las de una placa protoboard y la placa arduino.

Ilustración 9. Vista del circuito en modo esquemático.

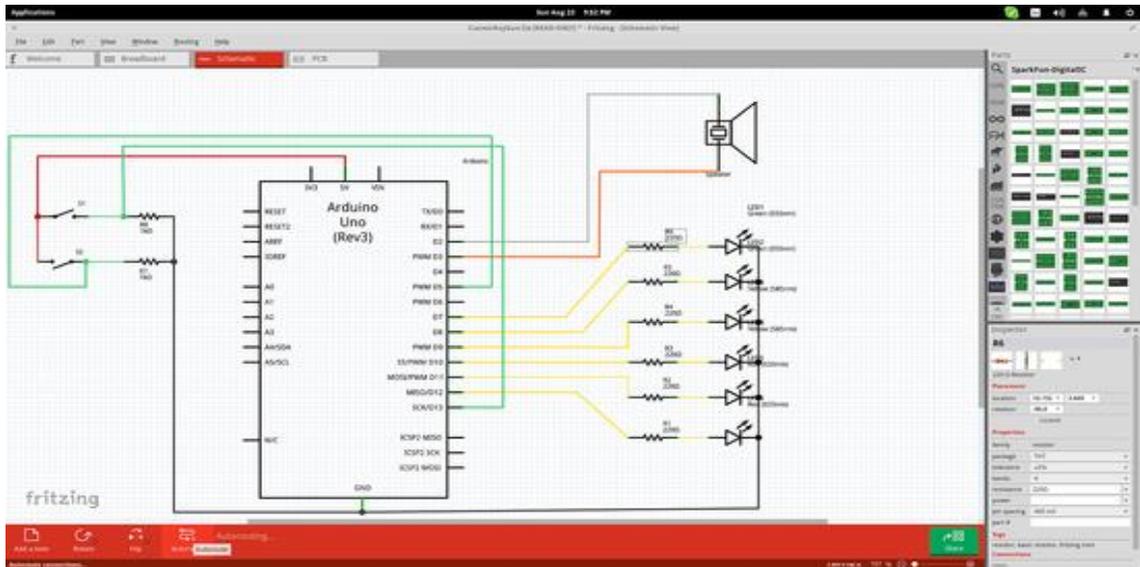
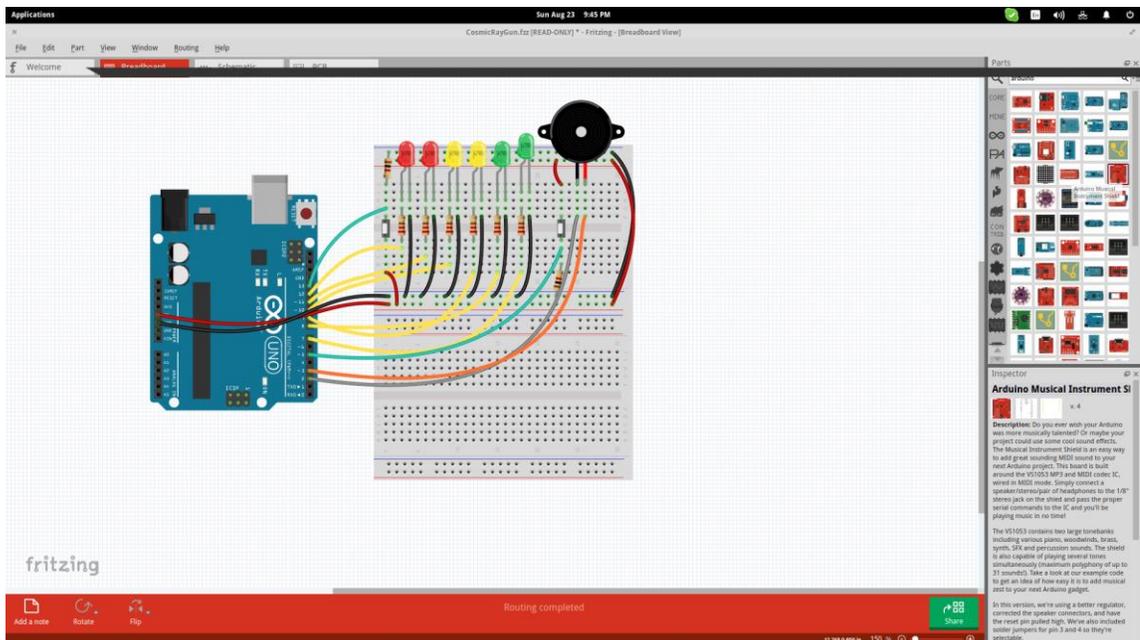


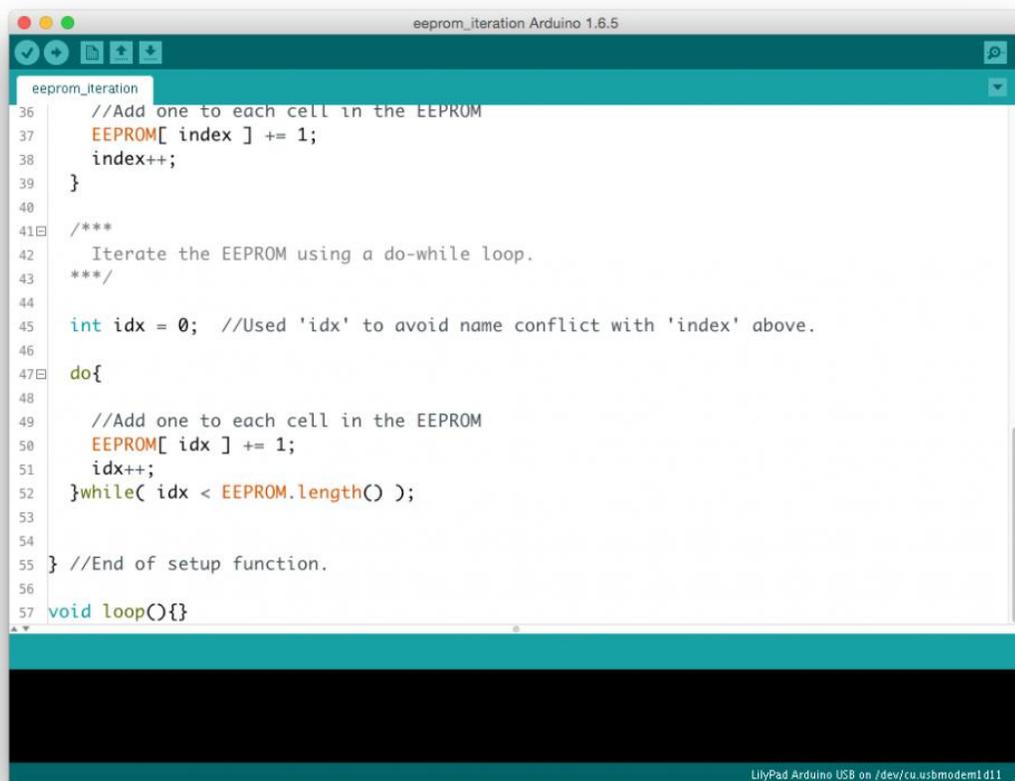
Ilustración 10. Vista gráfica modo Protoboard con placa Arduino



5.7.2 IDE Arduino

IDE Arduino es una aplicación multiplataforma que está escrita en el lenguaje de programación C++. Se utiliza para escribir y cargar programas compatibles con Arduino.

Ilustración 11. IDE Arduino



```
eeeprom_iteration Arduino 1.6.5
eeeprom_iteration
36 //Add one to each cell in the EEPROM
37 EEPROM[ index ] += 1;
38 index++;
39 }
40
41 /**
42  Iterate the EEPROM using a do-while loop.
43  ***/
44
45 int idx = 0; //Used 'idx' to avoid name conflict with 'index' above.
46
47 do{
48
49 //Add one to each cell in the EEPROM
50 EEPROM[ idx ] += 1;
51 idx++;
52 }while( idx < EEPROM.length() );
53
54
55 } //End of setup function.
56
57 void loop(){}
```

LilyPad Arduino USB on /dev/cu.usbmodem1d11

5.8 Tipos de transmisión Inalambrica

La tecnología inalámbrica es posible ya que una onda electromagnética, que viaja por el aire a la velocidad de la luz, es capaz de inducir una señal eléctrica en una antena. Si podemos controlar esta onda electromagnética, entonces podemos usarla para comunicarnos o para transmitir información.

Existen varios tipos de comunicación inalámbrica, entre ellos:

- Wi-Fi: Es una comunicación inalámbrica de baja potencia, donde es utilizada por diferentes dispositivos electrónicos como teléfonos inteligentes, computadoras portátiles, etc. En este tipo de transmisión, un enrutador funciona como un centro de comunicación de forma inalámbrica. Estas redes permiten a los usuarios conectarse solo cerca de un enrutador. Estas redes deben estar protegidas con contraseñas para fines de seguridad, de lo contrario, tendrán acceso a ella otras personas.

Ilustración 12. Estandar Wi-Fi IEEE 802.11

Normas (capa física y de acceso al medio)	Velocidad transmisión máxima (Mbps)	Throughput máximo típico (Mbps)	Numero máximo de redes colocalizadas	Banda de frecuencia	Radio de cobertura típico (interior)	Radio de cobertura típico (exterior)
IEEE 802.11a/h	54 Mbps	22 Mbps	14 (5.7 GHz)	5 GHz	85 m	185 m
IEEE 802.11b	11 Mbps	6 Mbps	3	2.4 GHz	50 m	140 m
IEEE 802.11g	54 Mbps	22 Mbps	3	2.4 GHz	65 m	150 m
IEEE 802.11n (40 MHz)*	>300 Mbps	>100 Mbps	1 (2.4 GHz) 7 (5.7 GHz)	5 GHz	120 m	300 m
IEEE 802.11n (20 MHz)*	144 Mbps	74 Mbps	3 (2.4 GHz) 14 (5.7 GHz)	2.4 GHz y 5 GHz	120 m	300 m

- Tecnología bluetooth: La función principal de la tecnología Bluetooth es que le permite conectar varios dispositivos electrónicos de forma inalámbrica en corta distancia. Los teléfonos celulares o SmartPhone están conectados a auriculares de manos libres, mouse, teclado inalámbrico, etc. mediante bluetooth. La más moderna es la Bluetooth LE (low energy).

Ilustración 13. Propiedades del IEEE 802.15.4

Propiedad	Rango
Rango de transmisión de datos	868 MHz: 20kb/s; 915 MHz: 40kb/s; 2.4 GHz: 250 kb/s.
Alcance	10 – 20 m.
Latency	Abajo de los 15 ms.
Canales	868/915 MHz: 11 canales. 2.4 GHz: 16 canales.
Bandas de frecuencia	Dos PHY: 868/915 MHz y 2.4 GHz.
Direccionamiento	Cortos de 8 bits o 64 bits IEEE
Canal de acceso	CSMA-CA y rasurado CSMA-CA
Temperatura	El rango de temperatura industrial: -40° a +85° C

Existen muchas otras maneras para comunicar dos dispositivos de manera inalámbrica que no serán explicados en este documento.

VI ESTUDIO DE MERCADO

Ilustración 14. Oferta de Energía



Si se observa la demanda de energía como un todo, el consumo residencial de energía corresponde a un 20% del consumo total. Considerando sólo el consumo en electricidad, el refrigerador es el electrodoméstico que más consume (31%), seguido por la iluminación (15%). Destaca el alto consumo en stand-by (13%). Respecto al consumo total en electricidad y combustibles, predomina el consumo en calefacción (29%) y en agua caliente (30%), sin embargo, la calefacción es más crítica cuando se analiza el consumo estacional de invierno.

(Romero, 2011)

Actualmente existen empresas dedicadas a la eficiencia de energía eléctrica, tanto de manera industrial, como residencial. Debido al enfoque de este proyecto, en este capítulo se hablará de aquellas empresas que tienen como objetivo principal el ahorro de energía eléctrica en el hogar.

6.1 GlobalAxxis

GlobalAxxis es una empresa chilena fundada el año 2005 por ingenieros nacionales, donde su principal foco de observación es la gran deficiencia en el uso de la energía eléctrica en Chile y el uso de las energías renovables no convencionales en la matriz eléctrica chilena, en contraste, a la abundancia y riqueza de este tipo de energía disponible en el país.

Esta empresa opera a través de paneles solares, donde en primera instancia se evalúan las necesidades eléctricas de la residencia para la posterior instalación de estos paneles.

6.2 Electricidad Valerio

Electricidad Valerio es una empresa eléctrica dedicada a resolver problemas de electricidad domiciliar e industrial. Sus servicios más destacados son: Emergencia eléctrica las 24 horas para hogares e industrias, instalación de letreros luminosos y chapas eléctricas, instalación de portones eléctricos y citofonia, mantenimiento eléctrico domiciliario e industrial, instalación de paneles solares, y proyectos de eficiencia energética.

Ilustración 15. Cuadro de Comparación

	Servicios	Metología	Visión	Similitudes	Diferencias
GlobalAxis	Energía Eléctrica a través de paneles solares	Energía Sustentable	Eficiencia Energética acelerando la transición de energía sustentable	El importante aporte a la eficiencia de energía eléctrica	Servicios utilizando energía sustentable
	Monitoreo de consumo				
	Protección de cortes con baterías Off- Grid				
Electricidad Valerio	Emergencia eléctrica 24 hrs	Resolución de problemas eléctricos, contribuyendo, además, al ahorro energético	Mantenimiento, reparación y eficiencia energética		Servicios 24 hrs
	Proyectos de Eficiencia Energética				
	Mantenimiento eléctrico, residencial e industrial				

(Elaboración propia en base a la investigación de ambas empresas)

La ilustración 15 muestra un cuadro comparativo de dos empresas modelo de eficiencia energética, que incluye los servicios, metodologías, visión, similitudes y diferencias.

VII METODOLOGIA DE TRABAJO

Este proyecto se realizará mediante la metodología tradicional (cascada) que, básicamente, es un enfoque metodológico que ordena rigurosamente las etapas de un proyecto. De esta forma, cada etapa comenzará una vez que se haya completado la etapa anterior.

El modelo en cascada es un proceso de desarrollo secuencial, en el que el desarrollo se concibe como un conjunto de etapas que se ejecutan una tras otra. Se le denomina así por las posiciones que ocupan las diferentes fases que componen el proyecto, colocadas una encima de otra, y siguiendo un flujo de ejecución de arriba hacia abajo, como una cascada.

La metodología utilizada en el proyecto será la siguiente:

- Análisis
- Diseño
- Implementación
- Verificación
- Mantenimiento

Ventajas de la metodología en cascada.

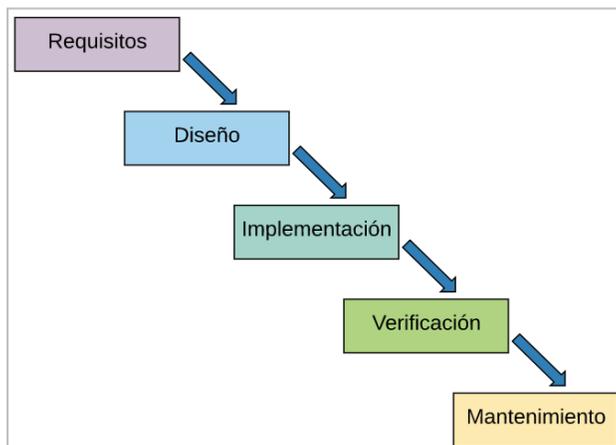
- El modelo es simple, fácil de entender y utilizar.
- Es fácil de administrar, las fases se completan una a una, sin traslape.
- La documentación es muy importante en esta metodología, lo que ayuda a proyectos futuros a tener referencias.
- El modelo funciona muy bien para proyectos pequeños donde los requerimientos están bien establecidos.
- El cliente sabe exactamente que esperar. Se tiene una idea del costo y la duración del proyecto.

Desventajas de la metodología en cascada

- Una vez que la aplicación se encuentra en la etapa de prueba, es muy difícil regresar a realizar algún cambio por algo que no fue definido adecuadamente.
- El riesgo y la incertidumbre son elevados en este modelo.
- No es un buen modelo para proyectos complejos y orientados a objetos.
- No es adecuado para proyectos donde los requerimientos cambian constantemente.
- El producto se prueba solamente una vez, al final del proyecto, si existe algún error o es necesaria alguna modificación, debe hacerse todo desde un inicio con un nuevo código.
- El modelo no involucra al cliente durante el proceso. Si el cliente solicita alguna modificación, el proyecto se puede retrasar y salir de presupuesto.

(Morfin, 2017)

Ilustración 16. Etapas del modelo de cascada



(Open Classrooms, 2017)

VIII METODOLOGIA DE GESTIÓN

En este proyecto se utilizará la metodología de gestión PMBOK, que es un libro que designa estándares para las buenas prácticas para gestionar un proyecto. Esta guía es aplicable a cualquier tipo de proyecto, pero debido a su generalidad, cada concepto es necesario adaptarlo a la necesidad del proyecto.

A partir del capítulo 3 del PMBOK se puede definir como: “Un proceso es un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas realizadas para obtener un producto, resultado o servicio predefinido. Cada proceso se caracteriza por sus entradas, por las herramientas y técnicas que pueden aplicarse y por las salidas que se obtienen”.

Los procesos de la dirección de proyectos se agrupan en cinco categorías conocidas como grupos de procesos de la dirección de proyectos, los cuáles se definen a continuación.

- 1- Procesos de iniciación.** Aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto ya existente, mediante la obtención de la autorización para comenzar dicho proyecto o fase.
- 2- Procesos de planificación.** Aquellos procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción necesario para alcanzar los objetivos para cuyo logro se emprendió el proyecto.
- 3- Procesos de ejecución.** Aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de cumplir con las especificaciones de este.

4- Procesos de seguimiento y control. Aquellos procesos requeridos para dar seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.

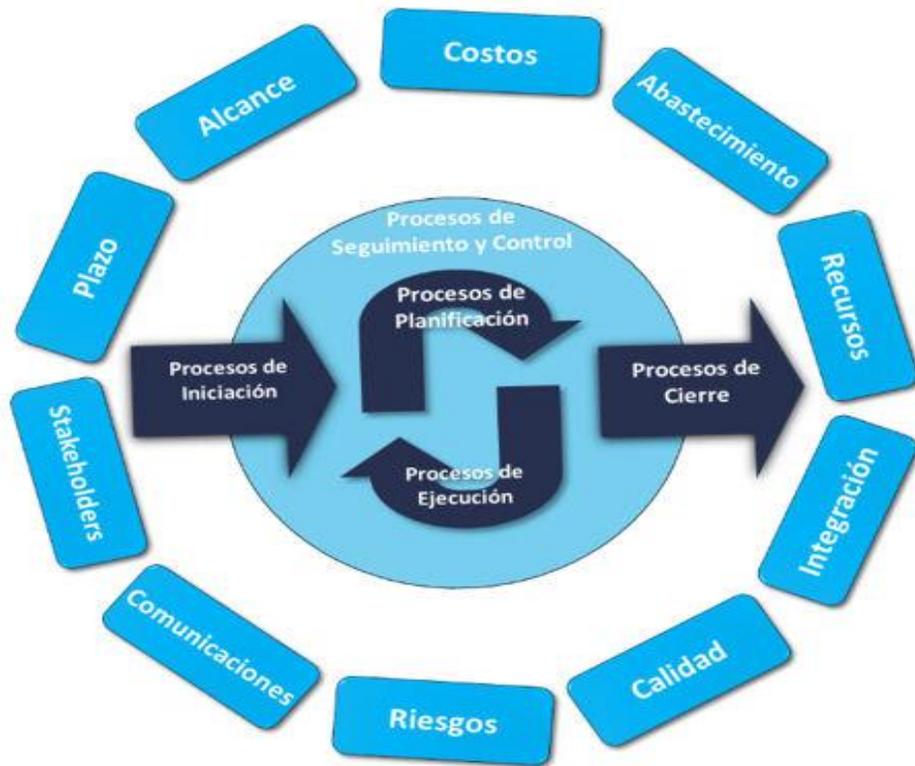
5- Procesos de cierre. Aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase de este.

(Garcia, 2015)

En el proyecto, se verán involucradas las 10 áreas del conocimiento de PMBOK, la cuales son:

- Integración
- Tiempo
- Costos
- Calidad
- Recursos humanos
- Comunicaciones
- Riesgo
- Interesados
- Adquisiciones
- Alcance

Ilustración 17. Procesos de dirección y áreas de Conocimiento



En la ilustración 15 se muestran los procesos de dirección y las áreas de conocimiento de la metodología de gestión antes descrita.

IX PLAN DE TESIS

9.1 Definición de tareas

El proyecto comienza el 18-03-2019 y finaliza el 07-12-2019.

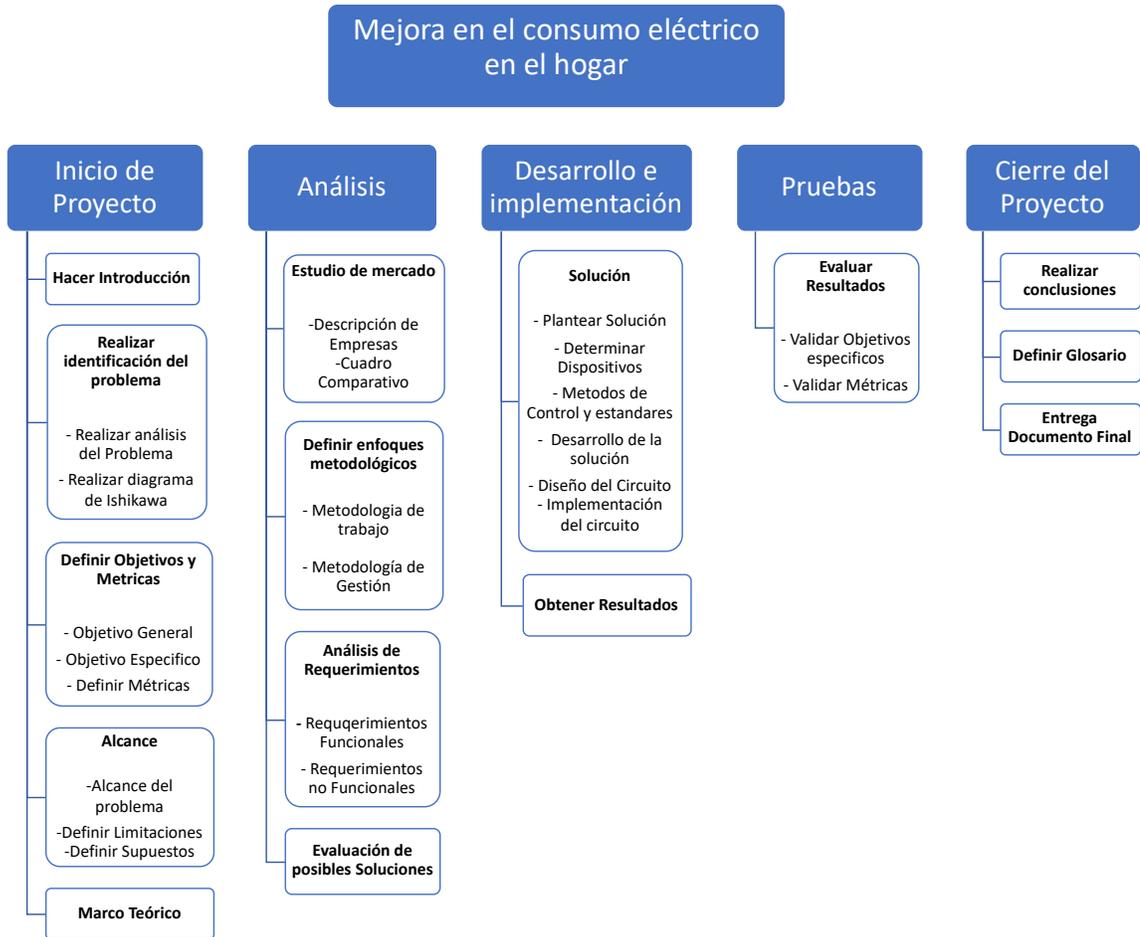
“La EDT (Estructura de desglose de tareas) es una descomposición jerárquica orientada al entregable, relativa al trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos del proyecto, y crear los entregables requeridos. Organiza y define el alcance total del proyecto”.

(Project Management Institute, Inc, 2004)

La EDT hace alusión a las áreas de alcance y tiempo de la metodología de gestión utilizada (PMBOK) ya que establece las tareas a realizar durante el proyecto, luego se asignan los tiempos y se procede a la construcción de la carta Gantt.

A continuación se establecen las tareas que se realizarán durante el proyecto.

Ilustración 18. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)



La ilustración 18 muestra la estructura de desglose de trabajo para el proyecto.

9.2 Relación de dependencia entre tareas

Existe una relación de dependencia entre las tareas a realizar ya que para la metodología de trabajo seleccionada (modelo en cascada), éstas deben ser completadas en forma secuencial, es decir cada tarea comenzará una vez que se haya completado la tarea anterior.

9.3 Hitos

Entre los principales hitos del proyecto incluidos en la EDT se pueden destacar los siguientes de la carta Gantt realizada:

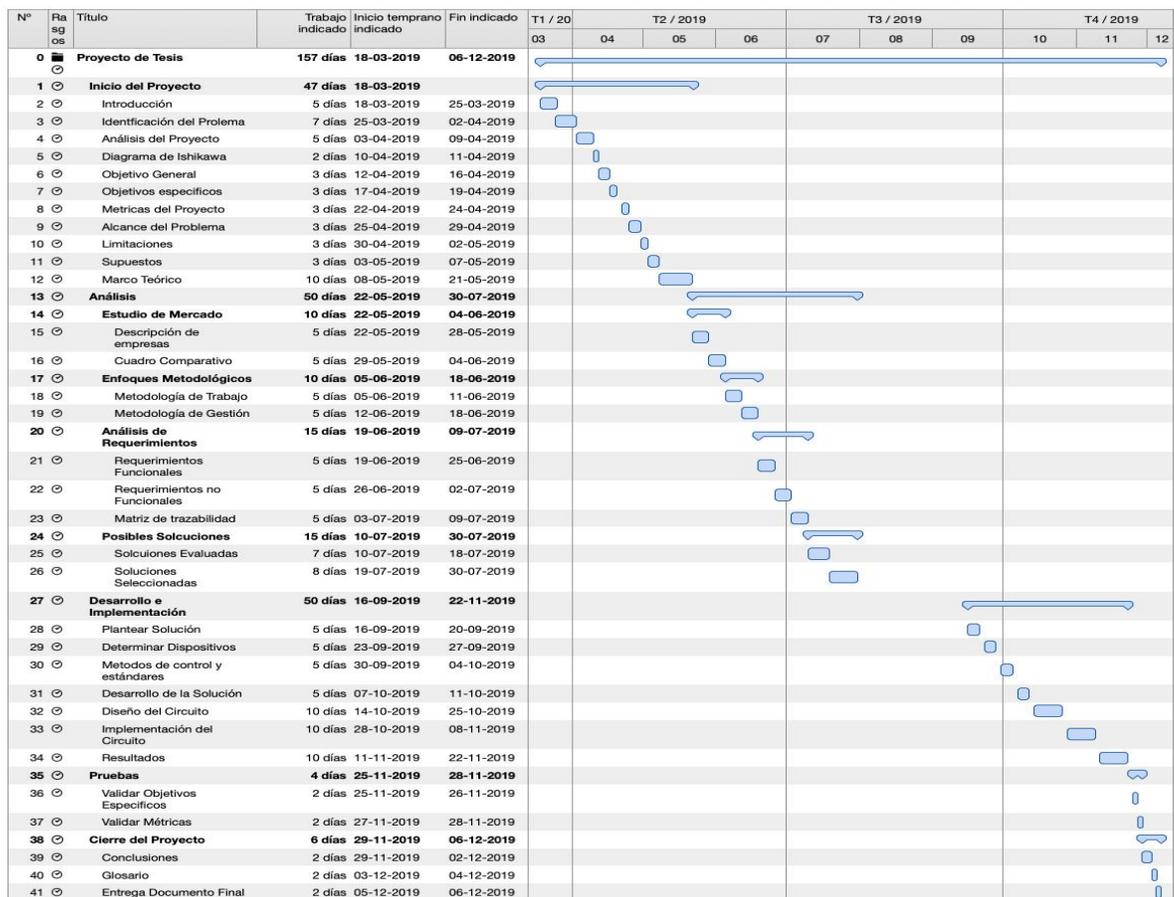
Tabla 5. Carta Gantt expresada en fechas

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Término
Inicio del Proyecto	47 Días	lunes, 18 de marzo de 2019	martes, 21 de mayo de 2019
Realizar introducción	5 días	lunes, 18 de marzo de 2019	viernes, 22 de marzo de 2019
Identificación del Problema	7 días	lunes, 25 de marzo de 2019	martes, 2 de abril de 2019
Realizar Analisis del Problema	5 días	miércoles, 3 de abril de 2019	martes, 9 de abril de 2019
Realizar diagrama de Ishikawa	2 días	miércoles, 10 de abril de 2019	jueves, 11 de abril de 2019
Definir objetivo General	3 días	viernes, 12 de abril de 2019	martes, 16 de abril de 2019
Definir objetivos Especificos	3 días	miércoles, 17 de abril de 2019	viernes, 19 de abril de 2019
Métricas del Proyecto	3 días	lunes, 22 de abril de 2019	miércoles, 24 de abril de 2019
Alcance del Problema	3 días	jueves, 25 de abril de 2019	lunes, 29 de abril de 2019
Definir Limitaciones	3 días	martes, 30 de abril de 2019	jueves, 2 de mayo de 2019
Definir Supuestos	3 días	viernes, 3 de mayo de 2019	martes, 7 de mayo de 2019
Realizar Marco Teórico	10 días	miércoles, 8 de mayo de 2019	martes, 21 de mayo de 2019
Análisis	50 días	miércoles, 22 de mayo de 2019	martes, 30 de julio de 2019
Estudio de Mercado	10 días	miércoles, 22 de mayo de 2019	martes, 4 de junio de 2019
Descripción de Empresas	5 días	miércoles, 22 de mayo de 2019	martes, 28 de mayo de 2019
Cuadro Comparativo	5 días	miércoles, 29 de mayo de 2019	martes, 4 de junio de 2019
Enfoques Metodológicos	10 días	miércoles, 5 de junio de 2019	martes, 18 de junio de 2019
Definir metodología de Trabajo	5 días	miércoles, 5 de junio de 2019	martes, 11 de junio de 2019
Definir metodología de Gestión	5 días	miércoles, 12 de junio de 2019	martes, 18 de junio de 2019
Análisis de requerimientos	15 días	miércoles, 19 de junio de 2019	martes, 9 de julio de 2019
Requirimientos Funcionales	5 días	miércoles, 19 de junio de 2019	martes, 25 de junio de 2019
Requirimientos no Funcionales	5 días	miércoles, 26 de junio de 2019	martes, 2 de julio de 2019
Matriz de trazabilidad	5 días	miércoles, 3 de julio de 2019	martes, 9 de julio de 2019
Evaluar posibles Soluciones	15 días	miércoles, 10 de julio de 2019	martes, 30 de julio de 2019
Analizar soluciones evaluadas	7 días	miércoles, 10 de julio de 2019	jueves, 18 de julio de 2019
Analizar soluciones seleccionadas	8 días	viernes, 19 de julio de 2019	martes, 30 de julio de 2019
Desarrollo e Implementación	50 días	lunes, 16 de septiembre de 2019	viernes, 22 de noviembre de 2019
Plantear Solución	5 días	lunes, 16 de septiembre de 2019	viernes, 20 de septiembre de 2019
Determinar Dispositivos	5 días	lunes, 23 de septiembre de 2019	viernes, 27 de septiembre de 2019
Métodos de control y estandares	5 días	lunes, 30 de septiembre de 2019	viernes, 4 de octubre de 2019
Desarrollo de la solución	5 días	lunes, 7 de octubre de 2019	viernes, 11 de octubre de 2019
Diseño del Circuito	10 días	lunes, 14 de octubre de 2019	viernes, 25 de octubre de 2019
Implementación del Circuito	10 días	lunes, 28 de octubre de 2019	viernes, 8 de noviembre de 2019
Resultados	10 días	lunes, 11 de noviembre de 2019	viernes, 22 de noviembre de 2019
Pruebas	4 días	lunes, 25 de noviembre de 2019	jueves, 28 de noviembre de 2019
Validar objetivos Especificos	2 días	lunes, 25 de noviembre de 2019	martes, 26 de noviembre de 2019
Validar Métricas	2 días	miércoles, 27 de noviembre de 2019	jueves, 28 de noviembre de 2019
Cierre del Proyecto	6 días	viernes, 29 de noviembre de 2019	viernes, 6 de diciembre de 2019
Conclusiones	2 días	viernes, 29 de noviembre de 2019	lunes, 2 de diciembre de 2019
Definir Glosario	2 días	martes, 3 de diciembre de 2019	miércoles, 4 de diciembre de 2019
Entrega Documento Final	2 días	jueves, 5 de diciembre de 2019	viernes, 6 de diciembre de 2019

En la tabla 5 podemos observar la carta Gantt con los datos de todas las tareas a realizar en el proyecto, con sus respectivas fechas de inicio y término, con la finalidad de aplicar el área del tiempo del PMBOK. Cabe mencionar que el tiempo considerado para cada tarea es de lunes a viernes.

Lo esencial de realizar una carta Gantt es dejar establecido, mediante un documento visual, las tareas que se deben realizar, manteniendo un orden en la estructura de los tiempos y desarrollar el proyecto en el tiempo convenido.

Ilustración 19. Carta Gantt



En la ilustración 19 se logra observar las tareas correspondientes a las distintas etapas del proyecto, tales como la Iniciación, el análisis, la implementación, las pruebas y el cierre.

X ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Para analizar los requerimientos de este proyecto, se ocupará el estándar de IEEE 830.

El estándar IEEE 830 o ERS (Especificación de requerimientos de software) es un conjunto de recomendaciones para la especificación de los requerimiento o requisitos de software el cual tiene como producto final la documentación de los acuerdos entre el cliente y el grupo de desarrollo para así cumplir con la totalidad de exigencias estipuladas.

Los requerimientos del cliente se encuentran comprendidos en funcionales y no funcionales.

A continuación, se documentarán los requerimientos de este proyecto de investigación de manera detallada.

10.1 Requerimientos Funcionales

Tabla 6. Requerimiento Funcional N° 1

Requerimiento	RF01
Nombre del requerimiento	Encendido de Luz
Descripción General	El sistema debe ser capaz de encender la luz en presencia de alguien.
Prioridad	Alta

Tabla 7. Requerimiento Funcional N° 2

Requerimiento	RF02
Nombre del requerimiento	Apagado de Luz
Descripción General	El sistema debe ser capaz de apagar la luz una vez transcurrido 1 minuto.
Prioridad	Alta

Tabla 8. Requerimiento Funcional N° 3

Requerimiento	RF03
Nombre del requerimiento	Encendido Programable
Descripción General	El sistema debe ser capaz de encender la luz a una hora determinada
Prioridad	Media

Tabla 9. Requerimiento Funcional N° 4

Requerimiento	RF04
Nombre del requerimiento	Apagado Programable
Descripción General	El sistema debe ser capaz de apagar la luz a una hora determinada
Prioridad	Media

Tabla 10. Requerimiento Funcional N° 5

Requerimiento	RF05
Nombre del requerimiento	Muestreo de datos
Descripción General	Debe ser capaz de mostrar los valores obtenidos en una aplicación móvil
Prioridad	Media

Tabla 11. Requerimiento Funcional N° 6

Requerimiento	RF06
Nombre del requerimiento	Medición de Temperatura
Descripción General	Avisar con una alarma si los valores son muy elevados o muy bajos
Prioridad	Media

Tabla 12. Requerimiento Funcional N° 7

Requerimiento	RF07
Nombre del requerimiento	Capacitación
Descripción General	El proyecto debe ser capaz de dar a conocer sobre eficiencia Energética
Prioridad	Media

10.2 Requerimientos no funcionales

Tabla 13. Requerimiento No Funcional N° 1

Requerimiento	RNF01
Nombre del requerimiento	Rango de detección
Descripción General	El sistema debe ser capaz de detectar movimiento entre los 3 - 7 m.
Prioridad	Alta

Tabla 14. Requerimiento No Funcional N° 2

Requerimiento	RNF02
Nombre del requerimiento	Area de Luminosidad
Descripción General	El area a cubrir debe ser de al menos 15 m cuadrados
Prioridad	Alta

Tabla 15. Requerimiento No Funcional N° 3

Requerimiento	RNF03
Nombre del requerimiento	Rango de Temperatura
Descripción General	Avisar con alarma si la temperatura del hogar no esta entre 13 - 20 grados C
Prioridad	Media

Los requerimientos no funcionales se relacionan de manera directa con los objetivos específicos.

10.3 Matriz de trazabilidad

La tabla 16 muestra una matriz de trazabilidad entre los requerimientos funcionales y los objetivos específicos.

Tabla 16. Matriz de trazabilidad entre los requerimientos funcionales y los objetivos específicos.

	RF Nº 1	RF Nº 2	RF Nº 3	RF Nº 4	RF Nº 5	RF Nº 6	RF Nº 7
OE Nº 1	X	X	X	X	X		
OE Nº 2					X	X	
OE Nº 3							X

XI EVALUACIÓN DE POSIBLES SOLUCIONES

Con el fin de contribuir a la eficiencia energética, se ha diseñado un sistema que es capaz de analizar y controlar ciertos actuadores bajo datos obtenidos por sensores de luz y temperatura.

Las acciones a realizar por este sistema son las siguientes:

- Encendido y apagado de la luz eléctrica en el hogar, bajo sensores de movimiento.
- Alarma para valores de temperatura en el hogar fuera de un rango previamente programado. Datos obtenidos a través de sensores de temperatura.
- Mostrar en un dispositivo móvil o PC los datos obtenidos desde los sensores.

Para la realización de ese proyecto se han investigado posibles soluciones descritas a continuación.

11.1.1 Solución N.º 1

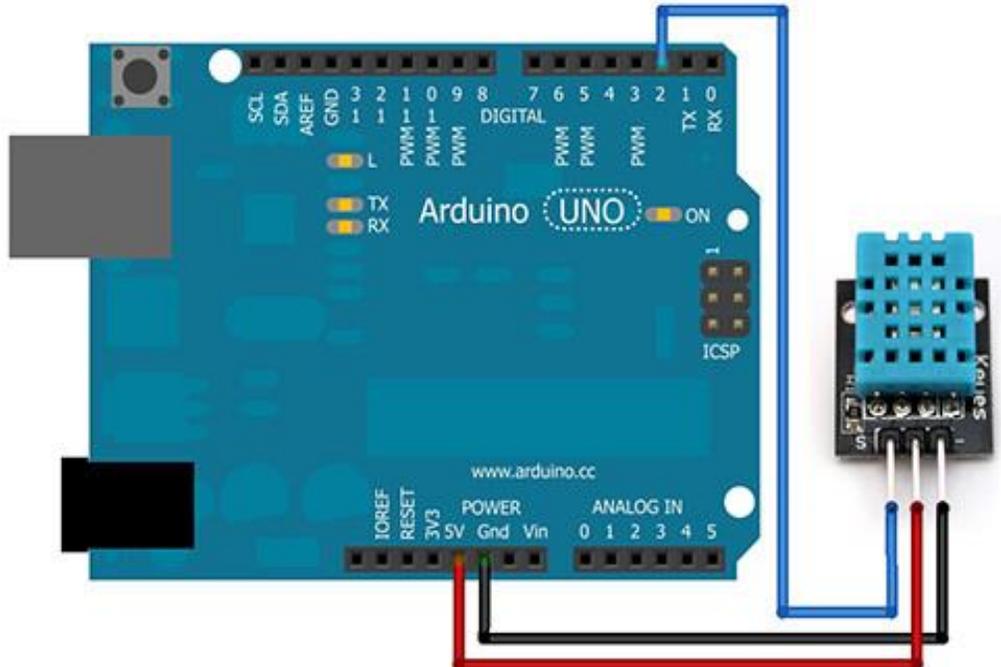
Como posible solución, se encuentra la realización de un sistema de control basado en el Arduino Uno. El sensor de movimiento a utilizar es el Sensor de movimiento PIR HC-SR501. Para el caso de la temperatura, esta será medida con el transistor LM35 debido a la facilidad con la que puede ser utilizada como sensor de temperatura. Para la comunicación y muestra de datos en un algún dispositivo, se conectará el módulo bluetooth HC-05 a la placa Arduino. Para tener un control sobre el tiempo, se utilizará el módulo RTC DS1307

11.1.2 Solución N.º 2

Consiste en elaborar y diseñar un sistema de control basado en Arduino Uno. El Sensor de movimiento a utilizar es el PIR HC-SR501. Para el caso de la temperatura, esta sera medida por el sensor de temperatura DHT11. Para la comunicación y muestra de datos en un algún dispositivo, se conectará el módulo bluetooth HC-06 a la placa Arduino. Para tener un control sobre el tiempo, se utilizará el módulo RTC DS1307.

El esquemático del sensor de movimiento es el mismo que el anterior, pero cambia el sensor de temperatura.

Ilustración 22. Conexión del Arduino y el sensor DHT11



11.1.3 Solución N.º 3

Consiste en elaborar y diseñar un sistema de control basado en Arduino Uno. El sensor de movimiento a utilizar es el PIR HC-SR501. Para el caso de la temperatura, esta será medida por el sensor de temperatura DHT22. Para la comunicación y muestra de datos en algún dispositivo, se conectará el módulo a la placa Arduino. Para tener un control sobre el tiempo, se utilizará el módulo RTC DS3231.

El método de transmisión será a través del módulo WiFi ESP8266 ESP-01s

11.2 Soluciones Seleccionadas

Al hacer una comparación entre las soluciones se puede concluir que la N.º 3 posee mayor concentración de ventajas. Ya que en las tres soluciones antes mencionadas el detector de movimiento es el mismo, las diferencias se concentran particularmente en el sensor de temperatura y en el medio de transmisión.

En la primera solución el sensor de temperatura es LM35, un sensor con salida analógica con una resolución de 1°C.

En la solución N.º 2 el sensor de temperatura es el DHT11; en la solución N.º 3, el DHT22, ambos sensores digitales que miden temperatura y humedad, pero tienen especificaciones diferentes, siendo el DHT22 más preciso que el DHT11, pero con un valor monetario un poco mayor.

En cuanto al medio de transmisión, la solución N.º 1 presenta el módulo Bluetooth HC-05, mientras que la solución N.º 2 propone el módulo Bluetooth, HM-10. La principal diferencia es que HM-10 es Bluetooth V4, mientras que el HC-05 es V2, lo que lo hace mucho más limitado en compatibilidad.

El medio de transmisión elegido fue el módulo WiFi ESP8266 ESP-01s.

XII SOLUCIÓN

Tomando en cuenta el análisis antes mencionado, se puede concluir que la solución mas acorde al proyecto es la N° 3.

Esta decisión esta basada principalmente por los dispositivos que componen la solución. Estos son: sensor de temperatura y medio de transmisión, ya que el sensor de movimiento en las tres propuestas de solución es el mismo.

12.1 Elección de dispositivos.

12.1.1 Para la detección de movimiento.

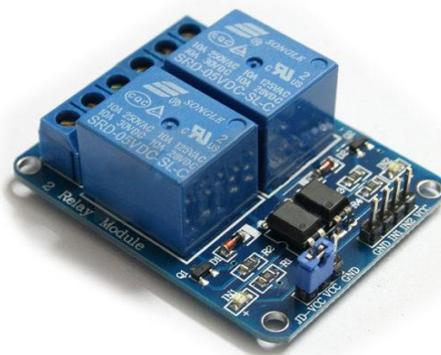
PIR HC-SR501: “En los sensores de movimiento, el sensor PIR consta en realidad de dos elementos detectores separados, siendo la señal diferencial entre ambos la que permite activar la alarma de movimiento. En el caso del HC-SR501, la señal generada por el sensor ingresa al circuito integrado BISS0001, el cual contiene amplificadores operacionales e interfaces electrónicas adicionales”.
(Punto Flotante S.A., 2017)

Ilustración 23. Sensor infrarrojo de movimiento PIR HC-SR501



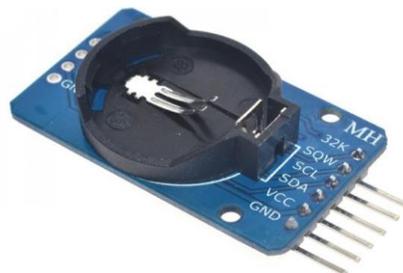
Módulo relé: El relé es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. El módulo relé es una extensión que funciona como interruptor donde será controlado por el Arduino y abrirá o cerrará el circuito según la configuración y señales que reciba del sensor de movimiento.

Ilustración 24. Módulo Relé



Módulo RTC DS3231: Uno de los requerimientos funcionales del proyecto indica que la luz debe prenderse y apagarse a una hora, con una duración programable. Para esto es necesario un módulo RTC, la cual es el encargado de llevar el control del tiempo de manera real. Este lleva una pila por si a ocurre una perdida de enregia de alimentación, no se produzca una desconfiguracion horararia.

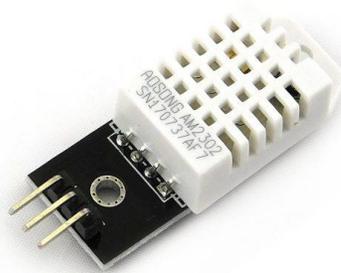
Ilustración 25. Módulo RTC DS3231



12.1.2 Para la medición de temperatura.

Sensor DHT22: Para la medición de temperatura se utilizará el sensor DHT22. Este sensor permite monitorear temperatura y humedad relativa de forma precisa y sencilla a un bajo precio. La salida suministrada es de tipo digital, no requiriéndose utilizar entradas analógicas.

Ilustración 26. Sensor de temperatura y Humedad DHT22



Zumbador Pasivo: Un buzzer pasivo o un altavoz son dispositivos que permiten convertir una señal eléctrica en una onda de sonido. En oposición, los buzzer activos disponen de un oscilador interno, por lo que únicamente tenemos que alimentar el dispositivo para que se produzca el sonido. Este será utilizado en el proyecto como una alarma donde acusará cuando la temperatura este fuera de cierto umbral donde será justificada la utilización de calefacción.

Ilustración 27. Zumbador Pasivo



12.1.3 Medio de transmisión.

Módulo WiFi ESP8266 ESP- 01s: El ESP8266 es un microprocesador de bajo costo con Wifi integrado. Este módulo será el que se utilizará para transmitir los datos obtenidos por los sensores a un dispositivo a convenir.

Ilustración 28. Módulo WiFi ESP8266 ESP- 01s



12.1.4 Para medir consumo eléctrico.

Sensor SCT- 013: Los sensores SCT-013 son transformadores de corriente, dispositivos de instrumentación que proporcionan una medición proporcional a la intensidad que atraviesa un circuito. La medición se realiza por inducción electromagnética. Este sensor será utilizado en el proyecto para comprobar si, efectivamente, existe el ahorro energético.

Ilustración 29. Sensor SCT- 013



12.2 Métodos de control y estándares

12.2.1 Métodos de Control

Antes de definir un método de control es necesario mencionar las características de un sistema de control. Un sistema de control es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados.

Básicamente, existen dos tipos de sistema de control: Sistema de lazo abierto y sistema de lazo cerrado.

- Sistema de control de lazo abierto: Es aquel sistema en el cual la salida no tiene efecto sobre el sistema de control, esto significa que no hay realimentación de dicha salida hacia el controlador para que éste pueda ajustar la acción de control.
- Sistema de control de lazo cerrado: Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida; es decir, en los sistemas de control de lazo cerrado o sistemas de control con realimentación, la salida que se desea controlar se realimenta para compararla con la entrada (valor deseado) y así generar un error que recibe el controlador para decidir la acción a tomar sobre el proceso, con el fin de disminuir dicho error y por tanto, llevar la salida del sistema al valor deseado.

El sistema de detección de movimiento, es un sistema de lazo abierto.

El requerimiento funcional N°1 exige que la luz debe ser encendida en presencia de alguien. Para cumplir con el requerimiento, es necesario conectar el sensor al arduino, conectar la fase de la red eléctrica al relé y darle las debidas instrucciones a ambos a través del IDE de arduino. Pero, este requerimiento no satisface ciertos casos de uso, lo que lleva a analizar el requerimiento funcional N°2.

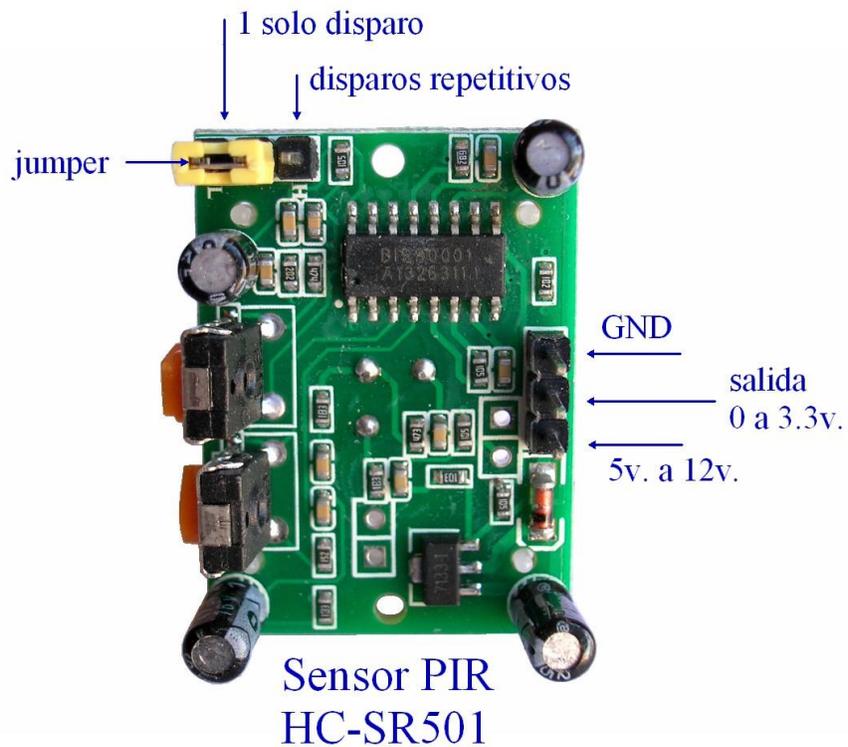
El requerimiento funcional N°2 dice que después de un minuto la luz debe apagarse. Al llevarlo a lo práctico, al apagarse la luz después del primer movimiento significa que, si alguien entra al umbral de detección, la luz se apagará independientemente si aun ese alguien continúa estando en el umbral durante ese minuto. Para corregir esto, no es posible convertirlo en un sistema de lazo cerrado ya que no existe una comparación de la señal de salida con una de entrada a través de una retroalimentación. La solución es hacer que el sistema logre que la luz se apague un minuto después del último movimiento, no del primero.

Teniendo esto en cuenta, es necesario que el sensor continúe detectando movimiento sin importar si en la salida la luz esta encendida o apagada.

12.2.1.1 Método de control N° 1

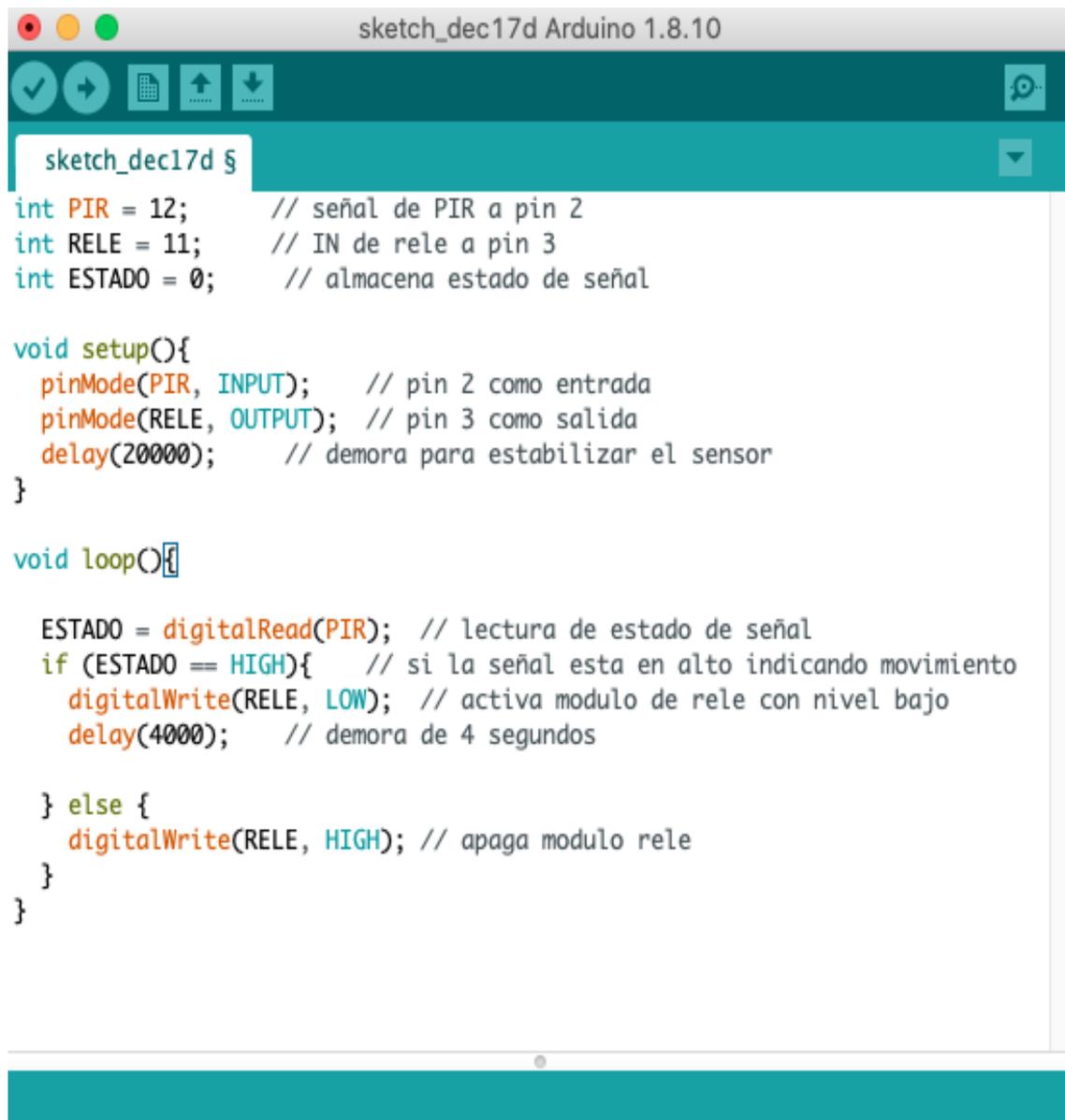
Como se mencionó anteriormente, el sensor encargado de detectar movimiento es el PIR HC-SR501. Pero éste viene configurado de fábrica para que genere un disparo y luego espere hasta que se vuelva a abrir el circuito. Esta configuración sirve para satisfacer el primer requerimiento, pero no el segundo.

Ilustración 30. Configuración PIR HC-SR501



La ilustración 30 muestra las conexiones del sensor, además, muestra el jumper para configurar los disparos. La configuración que el sensor tiene de fábrica es para un disparo, por consiguiente, para corregir el sistema y satisfacer el requerimiento funcional N° 2, basta con correr el jumper hasta donde dice “disparos repetitivos”, así, la luz se apagará después del último movimiento.

Ilustración 31. Código para la detección de movimiento



```
sketch_dec17d Arduino 1.8.10
sketch_dec17d §
int PIR = 12;    // señal de PIR a pin 2
int RELE = 11;  // IN de rele a pin 3
int ESTADO = 0; // almacena estado de señal

void setup(){
  pinMode(PIR, INPUT);    // pin 2 como entrada
  pinMode(RELE, OUTPUT);  // pin 3 como salida
  delay(20000);           // demora para estabilizar el sensor
}

void loop(){

  ESTADO = digitalRead(PIR); // lectura de estado de señal
  if (ESTADO == HIGH){      // si la señal esta en alto indicando movimiento
    digitalWrite(RELE, LOW); // activa modulo de rele con nivel bajo
    delay(4000);            // demora de 4 segundos

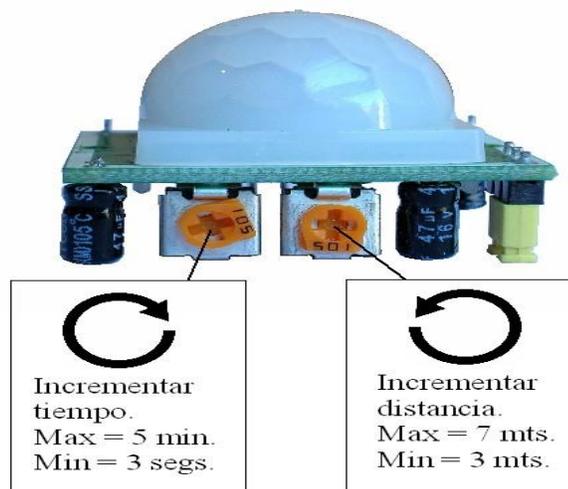
  } else {
    digitalWrite(RELE, HIGH); // apaga modulo rele
  }
}
```

(Elaboración propia)

12.2.1.2 Método de control N° 2

El requerimiento no funcional N° 1 dice que el rango de detección que debe tener el sensor es de 3 – 7 metros. Este método de control también depende del sensor.

Ilustración 32. Configuración de tiempo de disparo y distancia de detección



En la ilustración 31 se muestra dos perillas de configuración: una para el tiempo entre un disparo y otro, y la otra para la distancia que cubrirá el disparo de detección.

Ambas configuraciones van a depender exclusivamente del lugar y de lo que se quiera lograr. Para el caso práctico de este método de control, se cumple el requerimiento ya que es configurable entre 3 – 7 metros.

12.2.1.3 Método de control N° 3

Los requerimientos funcionales N° 3 y N° 4 exigen el encendido y apagado de la luz, respectivamente, a una hora programable.

Para lograr que estos requerimientos se cumplan, es necesario un módulo RTC que llevará el control del tiempo, sea meses, días, horas, minutos, segundos, etc. El módulo que estará a cargo de esta tarea es el RTC DS3231.

Para cumplir con estos requerimientos funcionales es necesario configurar el RTC en el IDE de Arduino.

12.2.1.4 Método de control N° 4

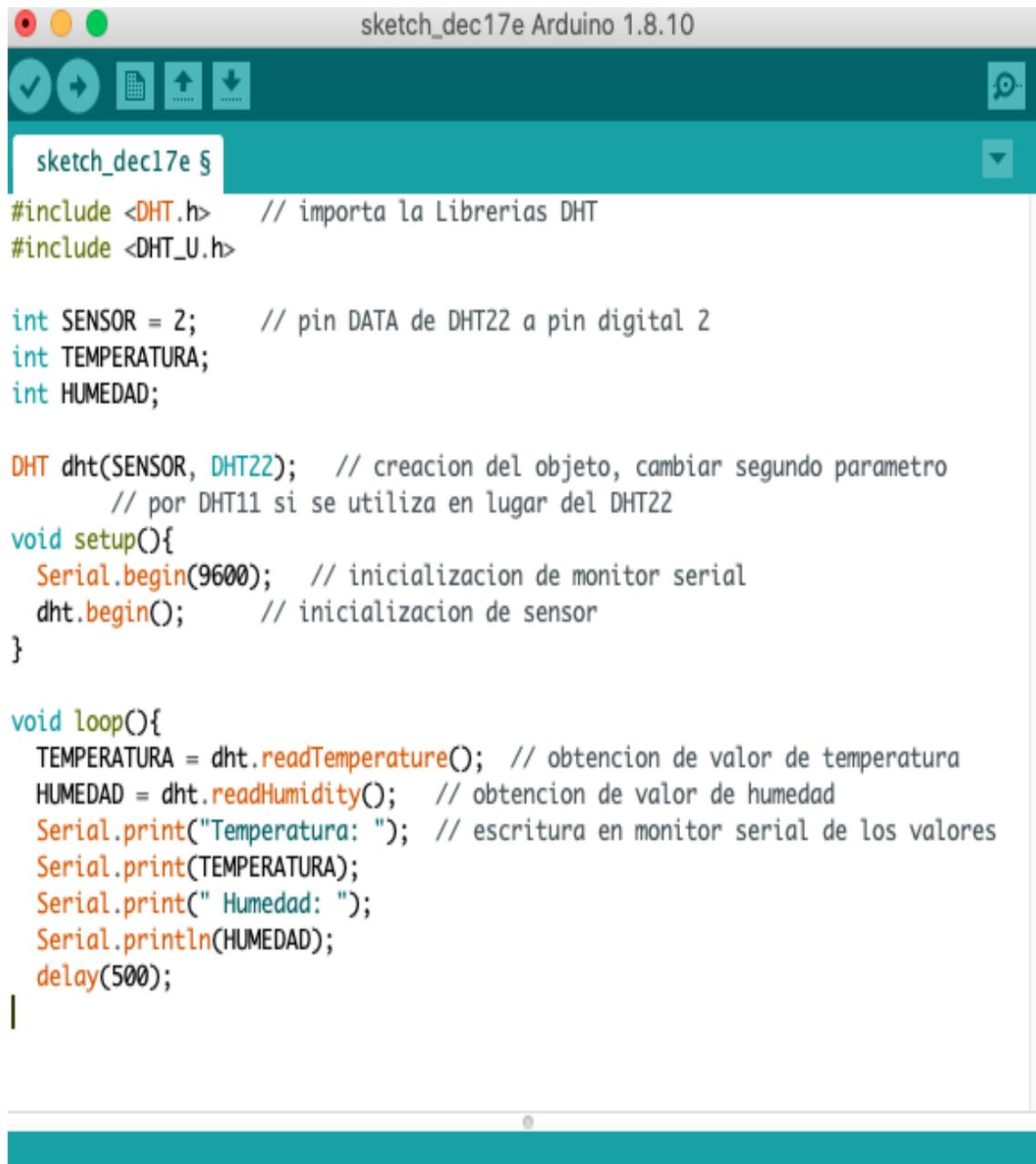
En el otro segmento del proyecto se encuentra la toma de valores del sensor de temperatura, y para su funcionamiento también necesita un método de control.

Hay que mencionar que, al igual que en el segmento de detección de movimiento, se trata de un sistema de lazo abierto.

El requerimiento funcional N° 6 indica que el sistema debe ser capaz de avisar con una alarma cuando la temperatura esté fuera de un umbral determinado.

Para lograr esto, el sensor DHT22 tomará muestra de temperatura y el zumbador sonará cuando los valores entregados por el sensor estén fuera del umbral. Todo esto configurable desde el IDE de Arduino.

Ilustración 33. Código sensor de temperatura DHT22



```
sketch_dec17e §
#include <DHT.h> // importa la Librerias DHT
#include <DHT_U.h>

int SENSOR = 2; // pin DATA de DHT22 a pin digital 2
int TEMPERATURA;
int HUMEDAD;

DHT dht(SENSOR, DHT22); // creacion del objeto, cambiar segundo parametro
// por DHT11 si se utiliza en lugar del DHT22
void setup(){
  Serial.begin(9600); // inicializacion de monitor serial
  dht.begin(); // inicializacion de sensor
}

void loop(){
  TEMPERATURA = dht.readTemperature(); // obtencion de valor de temperatura
  HUMEDAD = dht.readHumidity(); // obtencion de valor de humedad
  Serial.print("Temperatura: "); // escritura en monitor serial de los valores
  Serial.print(TEMPERATURA);
  Serial.print(" Humedad: ");
  Serial.println(HUMEDAD);
  delay(500);
}
```

(Elaboración propia)

12.2.2 Estándares.

En esta sección se mencionarán las normas, protocolos y/o estándares necesarios para las funciones y métodos de control antes descritas funciones.

El detector de movimiento utiliza luces infrarrojas para detectar los cambios de calor, como por ejemplo cuando una persona se mueve a través de una habitación, esta luz lo detecta con la ayuda del sensor infrarrojo. Si una persona se mueve en el rango del sensor de movimiento, se activará la luz, como lo describe el método de control 1 y 2.

- I2C: El método de control 3 menciona que es necesario el módulo RTC DS323 para llevar el control del tiempo y así utilizar el control de la luz de una manera programable, pero para que este módulo trabaje correctamente su funcionamiento es estandarizado a través de algún protocolo de funcionamiento, que, para este caso, es el I2C. Básicamente, es un protocolo síncrono que usa dos cables, uno para el reloj (SCL) y otro para el dato (SDA). Esto significa que el maestro y el esclavo envían datos por el mismo cable, el cual es controlado por el maestro, que crea la señal de reloj. I2C no utiliza selección de esclavo, sino direccionamiento.

El módulo WiFi ESP8266 ESP-01s es el encargado de comunicar el Arduino con el dispositivo que mostrará los datos. Este módulo trabaja con el estándar IEEE 802.11 b/g/n con soporte IPv4 y protocolos TCP/UDP/HTTP/HTTPS/FTP.

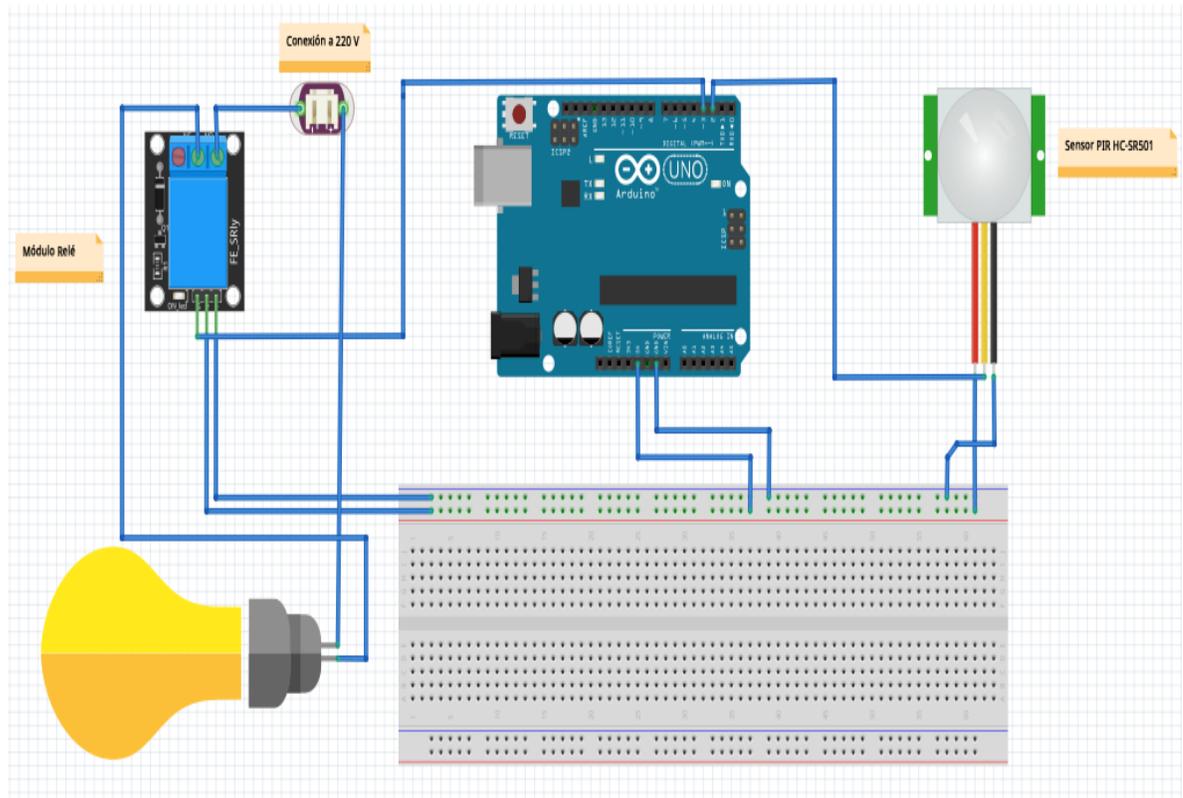
12.3 Desarrollo de la Solución

Una vez descritos los dispositivos y los métodos de control, es posible detallar la solución.

El método de control N° 1 y N° 2 explican como configurar el sensor para que se cumpla tanto el requerimiento funcional N° 1, el requerimiento funcional N° 2, y el requerimiento no funcional N° 1.

A continuación se mostrará la conexión para que se cumplan los dos primeros métodos de control.

Ilustración 34. Diseño del circuito para método de control N° 1 y N° 2



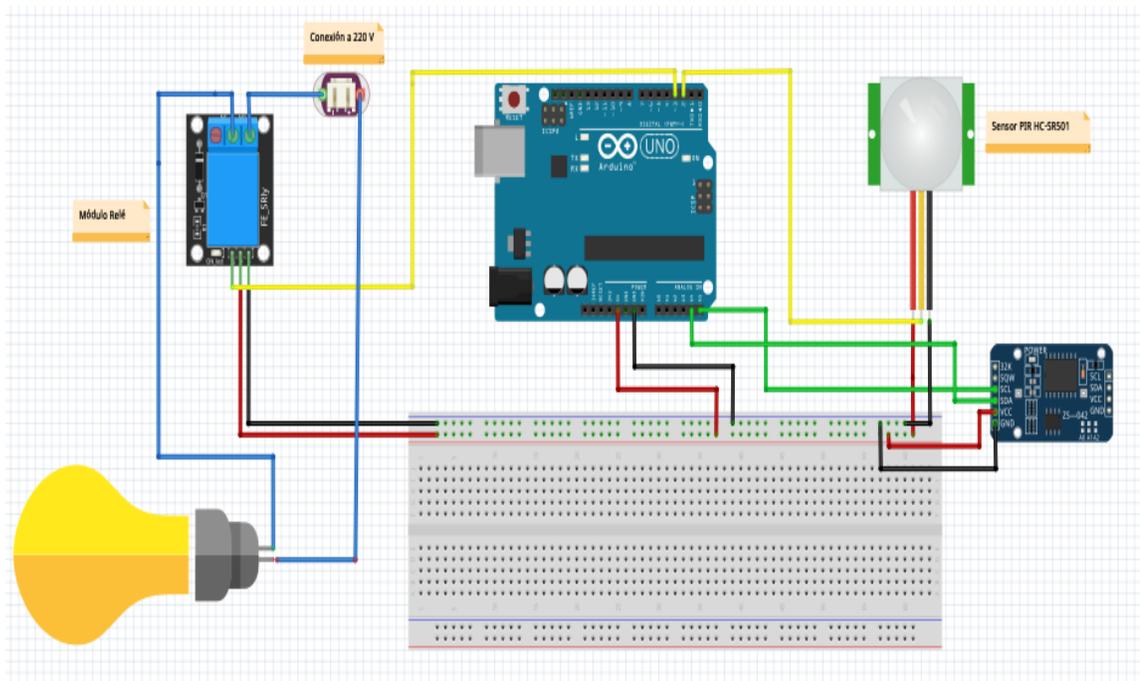
(Elaboración propia)

La ilustración 34 muestra la conexión para cumplir con los métodos de control 1 y 2. Como se logra observar, el relé y el sensor comparten la misma alimentación de 5V y tierra. La señal del sensor al pin digital 2 y el relé al pin 3. La fase de la alimentación alterna pasa por el relé y luego a la ampolleta, mientras que el neutro va directo a la ampolleta.

El método de control N° 3 cubre las exigencias de los requerimientos funcionales 3 y 4. Estos requerimientos estipulan que la luz debe encender y apagarse en un horario programable, y el método de control dice que para que esto sea posible, es necesario el módulo RTC DS3231, quien llevará el tiempo en todas sus dimensiones.

A continuación, el circuito incluido en el módulo RTC DS3231.

Ilustración 35. Diseño de circuito para métodos de control N° 1, N° 2 y N° 3



(Elaboración propia)

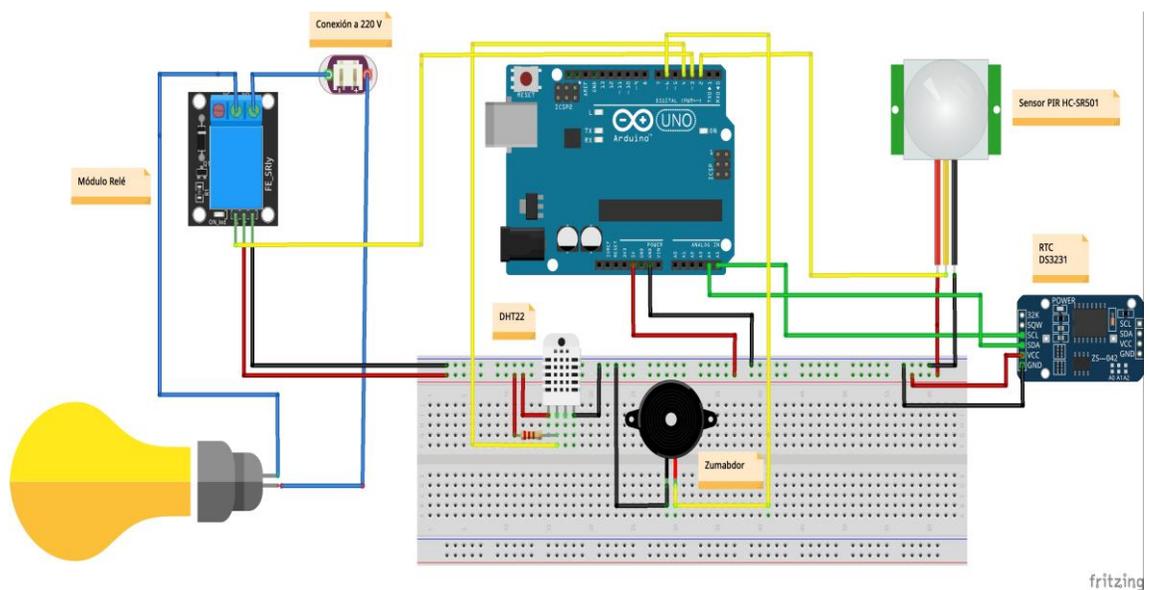
Por otro lado, el sistema debe ser capaz de monitorear la temperatura y dar acuse a través de una alarma cuando esté fuera de un unbral de temperatura configurable.

El método de control N° 4 indica que el encargado de llevar el monitoreo de la temperatura es el sensor DHT22, que además es capaz de llevar el monitoreo de la humedad ambiente, pero para efectos prácticos de este proyecto, consideraremos sólo la temperatura.

Al agregar el sensor al cuircuito queda de la siguiente manera.

12.4 Diseño del circuito

Ilustración 36. Diseño de circuito para métodos de control N° 1, N° 2, N° 3 y N° 4



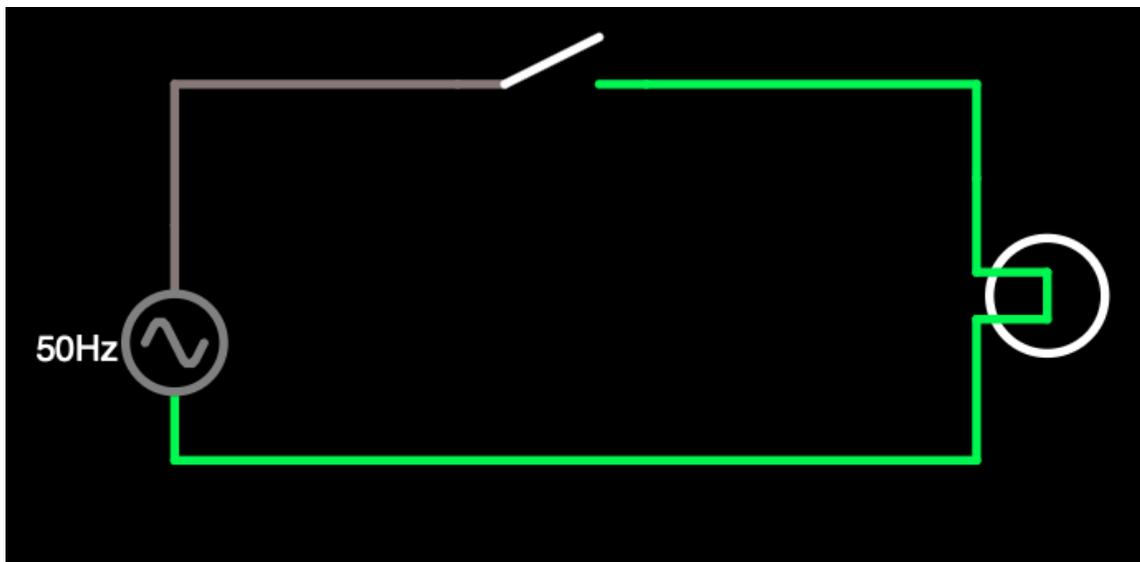
(Elaboración propia)

La ilustración 36 muestra la composición del circuito al incluir cada uno de los métodos de control requeridos en el proyecto.

12.5 Implementación del circuito

Todas las pruebas de funcionamiento fueron realizadas en un recinto privado. Gráficamente, el circuito del recinto de prueba puede representarse de la siguiente manera.

Ilustración 37. Circuito abierto. Recinto de prueba



(Elaboración propia)

La ilustración 37 muestra, de manera general, la instalación de eléctrica en el recinto de prueba, donde el encendido de luz es comandada por el interruptor. Como el circuito esta abierto, la luz esta apagada.

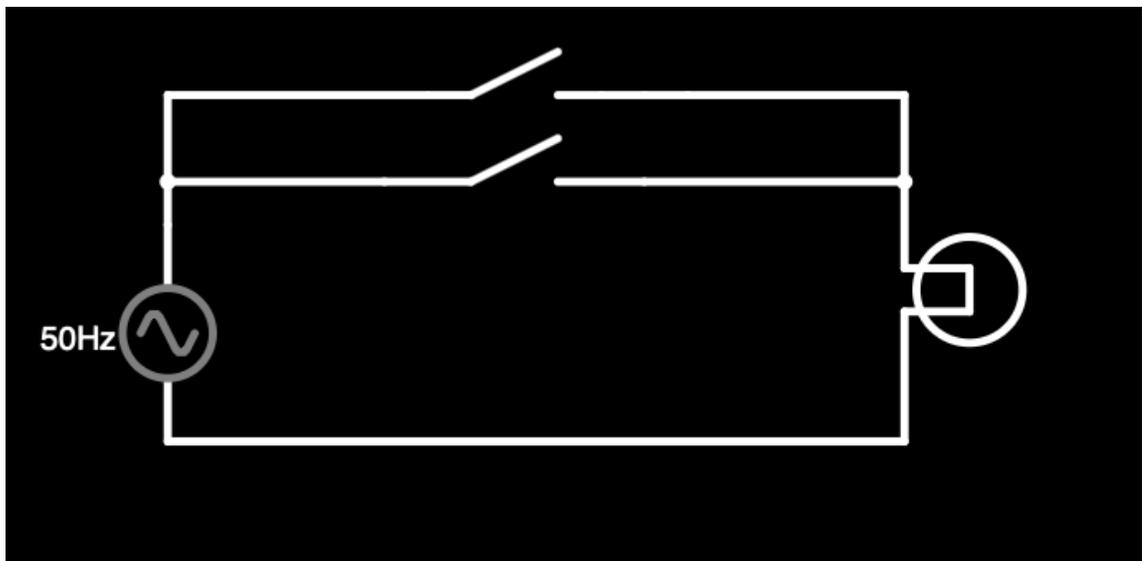
Ilustración 38. Circuito cerrado. Recinto de prueba



(elaboración propia)

La ilustración 38 muestra como es el normal funcionamiento del flujo eléctrico una vez que el circuito se encuentra cerrado y la luz se encuentre encendida.

Ilustración 39. Circuito abierto por interruptor y Relé



(Elaboración propia)

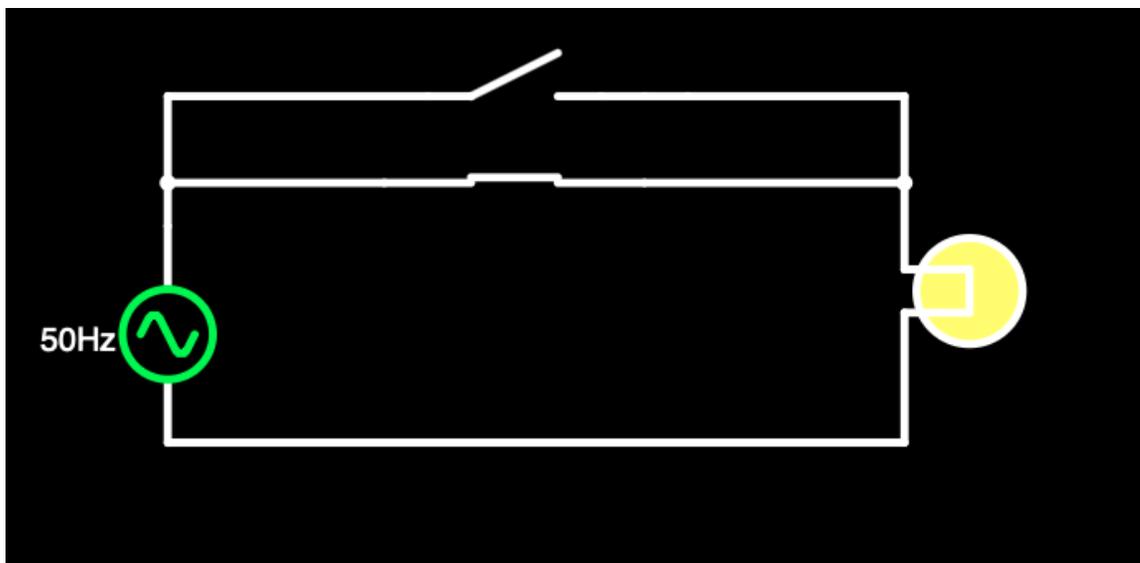
El relé en paralelo representa todo el diseño mostrado en la ilustración 33. Al estar abierto el circuito por el interruptor, todo el control de la iluminación pasa a ser parte del Arduino.

La ilustración 39 muestra que el interruptor está apagado y no hay movimiento captado por el sensor, por tanto, ambos están abiertos, lo que significa que no hay flujo eléctrico y la luz se encontrará apagada.

Cuando el sensor reconoce una diferencia de calor infrarrojo dentro del umbral de detección, esto es traducido en una señal eléctrica que recibe el Arduino en el pin digital 2, y envía una señal eléctrica al relé a través del pin digital 3 ordenándolo cerrar el circuito.

El flujo eléctrico es representado a continuación.

Ilustración 40. Circuito cerrado por Relé



(Elaboración propia)

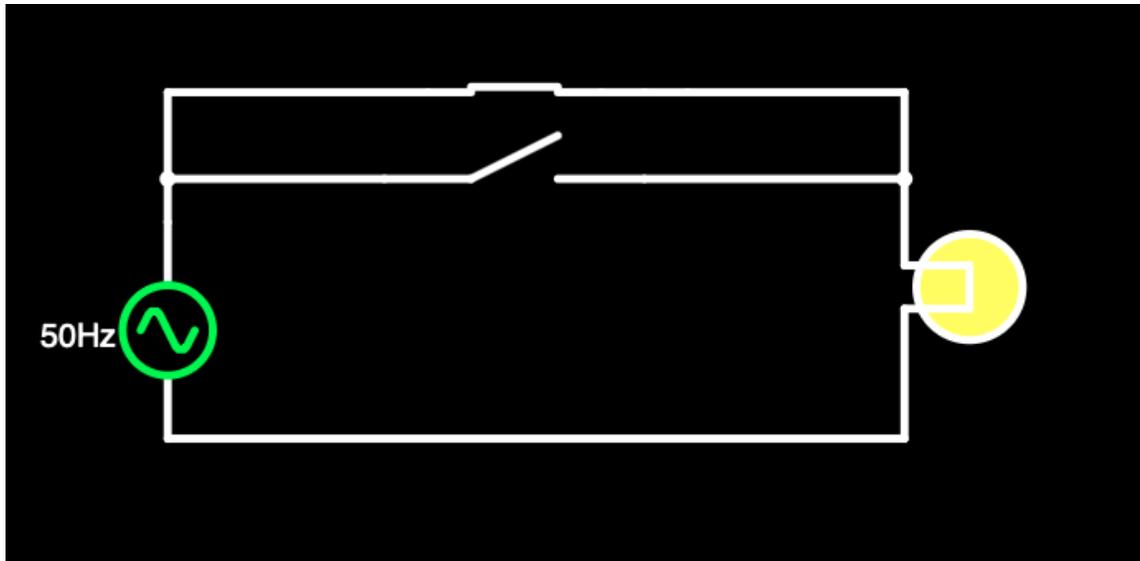
Como se puede observar en la ilustración 40, cuando el interruptor se encuentra apagado dejando el circuito abierto, el control de encendido lo tendrá el relé.

El método de control 3 explica como el sistema puede encenderse y apagarse en un horario programable, esto incluye los casos en los que la luz se va a encender y cumplida una hora se va a apagar, y en el caso en que el sensor de movimiento será desactivado, explicados a continuación.

Si el sistema se encuentra instalado en un dormitorio:

- En el caso hipotético de que la persona que ocupa el dormitorio se levante a las 07:00 am, y se demore aproximadamente 30 minutos entre levantarse, buscar ropa e irse a duchar, el sistema prendería la luz a las 07:00 am y la apagaría a las 07:30 am. Luego de ese horario funcionaría el sensor de movimiento hasta las 8:30 am por si alguien ingresa al dormitorio. Luego de ese horario se deshabilitaría por que hay suficiente luz natural (depende de la habitación). En caso de necesitar encender la luz, existirá el interruptor.
- El otro caso apunta a la noche, cuando el sistema podría encenderse si la persona se mueve al dormir. En ese caso el sistema puede deshabilitarse durante la noche para evitar encenderse de manera inecesaria y activarse al dia siguiente. En caso de levantarse y necesitar luz, tambien existirá el interruptor.

Ilustración 41. Circuito cerrado por el interruptor y abierto por el relé



(Elaboración Propia)

La ilustración 41 muestra que el sistema también puede encenderse usando el interruptor tradicional para los casos explicados anteriormente.

Es importante señalar que el interruptor no es reemplazado por el relé para poder satisfacer los casos nombrados recientemente, además de estar expresado en las limitaciones del proyecto la no modificación de la red eléctrica, lo que permite la intervención exclusiva si al retirar el sistema, la red sigue estando tal cual.

XIII RESULTADOS

Para los dos primeros objetivos específicos, es importante definir dos conceptos antes de analizar los resultados.

- Potencia: La potencia es la energía eléctrica generada, transferida o usada en la unidad de tiempo. Se mide en kW (kilowatt).
- Energía: La energía es el producto de la potencia eléctrica (kW) por el tiempo expresado en horas (h). Se mide en kilowatts-hora (kWh).

(Enel, 2019)

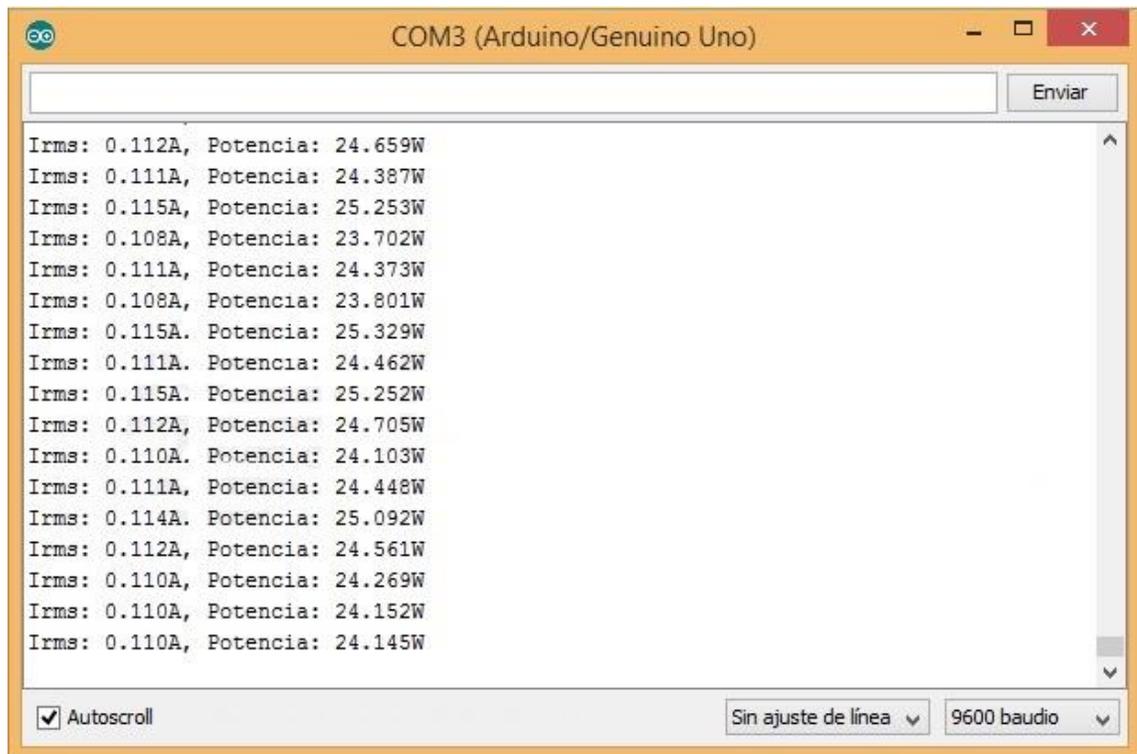
Hay que señalar, además, que los cálculos hechos son bajo las variables con el valor eficaz, I_{rms} y V_{rms} . El valor eficaz es designar el valor de una corriente rigurosamente constante que al circular sobre una determinada resistencia óhmica produciría los mismos efectos caloríficos que dicha corriente variable. De este modo, se establece un paralelismo entre cualquier tipo de corriente variable y la corriente continua que simplifica los cálculos con esta última.

13.1 Objetivo específico N°1

En la habitación de prueba se utilizó una ampolla de 25W, y para verificar si realmente es el valor de consumo, se realizó la siguiente prueba.

Se conectó a una placa Arduino UNO de prueba conectada con el Sensor SCT- 013 y dio como resultado lo siguiente.

Ilustración 42. Valores de corriente y potencia



La ilustración 42 muestra que al medir la corriente al momento de encender la ampolla es de 0.120 A en promedio y que, multiplicada con los 220V, da como potencia 25 W en promedio.

El hecho de medir el consumo eléctrico con Arduino da la garantía que se puede llevar un control de tiempo cuando la luz este encendida.

Al hacer una comparación entre las horas en que la luz esta endendida en promedio de la habitación sin el sistema instalado vs la habitacion con el sistema instalado, resulta lo siguiente.

Tabla 17. Comparación de una habitación con sistema de detección de movimiento y sin sistema

Habitación	Duración / día	Watt	wH / día	kWh / día	kWh / semana	kWh / mes	kW / año	Porcentaje de ahorro
Sin sistema	6	25	150	0,15	1,05	4,2	50,4	-
Con sistema	5,3	25	132,5	0,13	0,91	3,64	43,68	13,40%

(Elaboración propia)

13.2 Objetivo específico N.º 2

De la misma manera en la que se midió el tiempo de uso en el caso anterior, sirve para medir el consumo en este caso.

Según estudios, las temperaturas de confort en una vivienda varían entre 15° C – 21° C en invierno y entre 25° C – y 28° C en verano.

(Gerber, Hempel, Saelze, & Hatt, 2012)

En consecuencia, el sistema se configuró para que una alarma sonara en caso de estar fuera de este umbral térmico. En este caso, estamos en verano, por lo que se usó un ventilador para estar dentro del umbral.

El resultado fue el siguiente.

Tabla 18. Comparación de una habitación con sistema de detección de calefacción y sin sistema

Habitación	Duración / día	Watt	wH / día	kWh / día	kW / Verano	Porcentaje de ahorro
Sin sistema	5	50	250	0,25	15	-
Con sistema	3,8	50	190	0,19	11,4	24%

(Elaboración propia)

Se determinó la duración de uso diario como el promedio de uso en una semana. Con respecto a eso se hace una proyección.

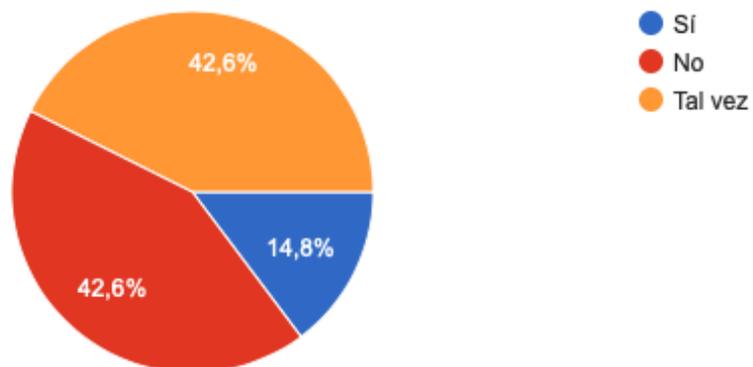
13.3 Objetivo específico N.º 3

Para analizar el objetivo específico N.º 3, se realizó una encuesta para validar el nivel de desconocimiento sobre eficiencia energética.

Ilustración 43. Análisis pregunta n.º 6 de la encuesta

6- ¿Se considera una persona informada sobre el tema?

61 respuestas



Como muestra la pregunta N.º 6 de la encuesta, de un total de 61 personas entrevistadas, 42,6% no se encuentra una persona informada sobre el tema ni en lo más mínimo, esto corresponde a 26 personas de 61. Con el mismo porcentaje se encuentran las personas que conocen vagamente sobre el tema, o con ideas generales, también corresponden a 26 personas de 61.

Mientras que solo un 14,8% de los entrevistados se concideran personas entendidas o informadas sobre el tema, y esto corresponde a 9 personas de 61.

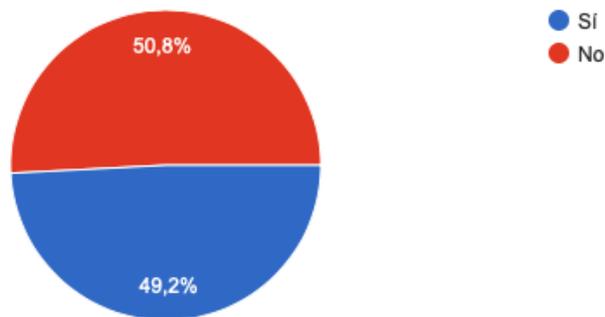
Con respecto a los motivos que provocan este desconocimiento, se analizará algunas preguntas más de la encuesta.

13.3.1 Problema académico

Ilustración 44. Análisis pregunta N° 4 de la encuesta

4- ¿Le han informado sobre eficiencia energética dentro de su formación académica?
(Educación básica, media, o superior)

61 respuestas



De un total de 61 personas encuestadas, el 49,2% de las personas manifestó que dentro de su formación académica se les educó sobre eficiencia energética, mientras que un 50,8% mencionó que no. Esto equivale a que 29 personas si fueron instruidas en su formación académica, y 31 personas no.

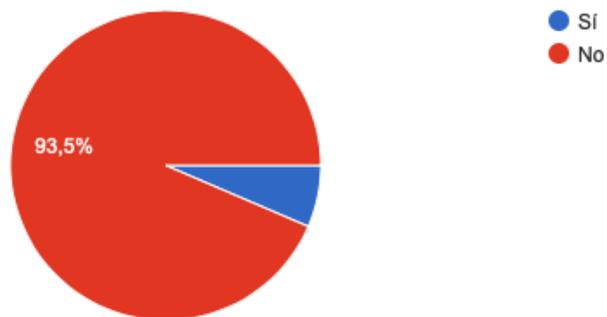
Esto es importante por que, dentro del 42,6% de las personas que se considera no entendida en temas relacionados con eficiencia energética (como muestra la ilustración 41), el 73% indicó que la eficiencia energética no fue parte de su formación académica. Esto representa a 19 personas de las 26.

13.3.2 Problema social

Ilustración 45. Análisis pregunta N° 3 de la encuesta

3- ¿Ha sabido de algún taller o charla sobre eficiencia energética en su comuna?

62 respuestas



El 93,5 de las personas encuestadas afirmó no haber escuchado sobre algún taller informativo sobre eficiencia energética en su comuna. Esto representa a a 57 personas de 61.

Es importante mencionar que el 75% de las personas que mencionó que había escuchado de algún taller informativo en su comuna, viven en el sector oriente de Santiago; La Reina, Las Condes y Vitacura. El otro 25%, en San Miguel.

Estas dos preguntas de la encuesta fueron analizadas con más importancia ya que, como se sabe, la desinformación sobre eficiencia energética viene desde los fundamentos académicos de las personas. Luego de esto, la oportunidad de enmendar de alguna manera la desinformación en la formación académica, es incluir talleres por comuna para que la gente tenga acceso a la información.

Este documento expresa la necesidad urgente de incluir dentro de las comunas la información necesaria a través de talleres gratuitos, para que la gente pueda acceder a ella de manera libre y sencilla, ya que incluir esta información dentro de la formación académica sería mucho más complejo, pero sería lo ideal.

XIV CONCLUSIONES

La realización de este proyecto ha significado un análisis de los objetivos específicos y los resultados obtenidos.

En una primera instancia, la manera de obtención de los resultados iba a ser con la misma placa Arduino UNO con la que se hizo el proyecto, esto provocó una ralentización de los procesos del sistema. Con el fin de asegurar el funcionamiento óptimo del sistema, y la fidelidad de la toma de datos para obtener los resultados, se optó por la utilización de una placa arduino adicional para obtener los datos del sensor de corriente y llevar el control, bajo temporizador, del tiempo en que la luz se encuentra encendida, y así realizar una proyección más fiel.

Como anexo al proyecto, se realizó un sistema que sea capaz de mostrar en un dispositivo externo los datos obtenidos por los sensores, especialmente, por el sensor de temperatura. Al comienzo del proyecto se determinó utilizar un módulo bluetooth, el HC-06, no teniendo mucho éxito debido a que, entre otras cosas, este módulo funciona con bluetooth V2, generando una serie de incompatibilidades en los dispositivos al intentar interactuar con el módulo.

Para solucionar esto, se pensó en el módulo HM-10, un módulo bluetooth que funciona con V4 solucionando el problema de incompatibilidad. Pero, se encontró que este módulo tenía como inconveniente que, la mayoría de los proveedores que lo traen trabajan con su versión china, implicando así que el firmware que trae es chino y su funcionamiento es inestable. Para lograr solucionar este inconveniente fue necesario cargarle el firmware original, pero el proceso es largo y delicado, por lo que la decisión final llevó a utilizar el módulo WiFi, lo cual como conclusión, fue el que presentó resultados más estables.

También mencionar que, después de realizar pruebas con los sensores de temperatura: LM35, DHT11 y el DHT22, se llegó a las siguientes conclusiones. Debido a la inestabilidad de funcionamiento, el LM35 quedó fuera. En cuanto a datos obtenidos por los sensores, el DHT11 y el DHT22 son capaces de entregar valores de humedad además de la temperatura, pero al final la decisión fue inclinada por el DHT22 debido a que presentaba una mayor estabilidad y precisión.

En cuanto a la desinformación que existe en Chile con respecto a eficiencia energética y todo lo que ello implica, se logró rescatar variadas conclusiones. La primera más importante es la casi nula información con respecto a temas de eficiencia energética en el modelo educacional chileno. Esto lleva a que personas con distintos niveles educacionales, distintos lugares de residencia, distintas edades, entre muchas otras cosas, tengan muy escaso concepto de lo que es eficiencia energética y los beneficios que esto conlleva.

La segunda más importante es que, a pesar de que el modelo educacional no aporta significativamente con la información necesaria para que las personas sean entendidas sobre el tema, no haya ningún programa comunal donde se hagan talleres o charlas informativas para que, de alguna manera, se logre suplir dicha deficiencia.

Este proyecto no solo propone un método de eficiencia energética, si no que también propone mayor difusión sobre el tema e invita a que las personas se informen y se sumen a lo que ya se conoce como eficiencia energética.

Bibliografía

- Balcells, J., Barra, V., & Autonell, J. (2010). *Eficiencia en el uso de la energía eléctrica*.
- Contreras, R., & De Cuba, K. (2008). *The potential impact of climate change on the energy sector in the caribbean region*.
- Comisión Nacional de Energía. (2008). *Política Energética: Nuevos Lineamientos*.
- Aedo, M. P., & Larrain, S. (2004). *Crisis Energetica en Chile: Rol y Futuro de las Energías Renovables No Convencionales*.
- Sustentak. (2008). *Mecanismos de ofertas y uso eficiente de la Energía*.
- Laire, D. (2015). Como esta Chile en materia de eficiencia Energética. (R. e. Chile, Entrevistador)
- Golpe, V. D. (2016). *El camino hacia el sol: Economía, Energía, Medio Ambiente y Sociedad*.
- Fundación Casa de la Paz. (s.f.). *Manual Pedagógico de Eficiencia Energética*.
- Romero, N. R. (2011). *Consumo de Energía a Nivel Residencial en Chile y Análisis de Eficiencia Energética en Calefacción*. Tesis Pregado, Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil.
- Programa País. (2007). *Mi Energía*. Obtenido de Manual Etiquetado Energético: <http://www.minenergia.cl/ganamostodos/docweb/Manual%20Etiquetado.pdf>
- Obrecht, R. (2016). *Análisis de escenarios de eficiencia energéticas*. Santiago de Chile.
- Froyd, T. L. (1995). *Electronics Fundamentals*. Editorial Reviews.
- Open Class Room. (2017). *Open Classroom*. Obtenido de www.openclassroom.com

- Open Classrooms*. (30 de 10 de 2017). Obtenido de <https://openclassrooms.com/courses/4309151-gestiona-tu-proyecto-de-desarrollo/4538221-en-que-consiste-el-modelo-en-cascada>
- Morfin, M. (2017). Obtenido de <https://comunidad.iebschool.com/ladyintech/2017/05/18/metodologias-en-cascada-vs-agile/>
- Garcia, O. (2015). Obtenido de <http://www.proyectum.lat/2015/02/11/5-grupos-de-proceso-y-9-areas-de-conocimiento-1/>
- Proyect Management Institute, Inc. (2004). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyecto*. Pensilvania: Global Standard.
- Punto Flotante S.A. (2017). *HC-SR501 PIR Sensor infrarrojo de movimiento*.
- Enel. (2019). *Enel*. Obtenido de enel.cl: <https://www.enel.cl/es/clientes/informacion-util/tarifas-y-reglamentos/tarifas.html>
- Gerber, A., Hempel, R., Saelze, G., & Hatt, T. (2012). Alto confort interior con mínimo consumo energético a partir de la implementación del estándar. *Revista de la Construcción*, 123-134.