



ESPE

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA
TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA: “CONTROL DE ILUMINACIÓN PARA AHORRO DE
ENERGÍA ELÉCTRICA DE LAS AULAS C308-C309-C310 DE
LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
LATACUNGA”**

AUTOR: FLORES IZA, SEGUNDO MANUEL

DIRECTOR: ING. FREIRE, WASHINGTON

CODIRECTOR: ING. FREDDY, SALAZAR

LATACUNGA

2015



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICADO

Que el trabajo titulado “Control de iluminación para ahorro de energía eléctrica de las aulas C308-C309-C310 de la Universidad de las Fuerzas Armadas -Espe Latacunga”, fue realizado en su totalidad por el señor: FLORES IZA SEGUNDO MANUEL como requisito para la obtención del título de Tecnología en Electromecánica, el mismo que ha sido realizado bajo nuestra supervisión y cumple normas estatutarias establecidas en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de la Fuerzas Armadas Espe Latacunga.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado proyecto consta de un empastado y un disco compacto el mismo que contiene los archivos en formato portátil de todo el trabajo. Autorizan al señor FLORES IZA SEGUNDO MANUEL que lo entregue al ING. MARÍA MOGRO, en su calidad de Directora de Carrera.

ING. WASHINGTON FREIRE

DIRECTOR

ING. FREDDY SALAZAR

CODIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, SGOS DE TRP. Flores Iza Segundo Manuel

El proyecto de grado titulado “Control de iluminación para ahorro de energía eléctrica de las aulas C308-C309-C310 de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe Latacunga”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

En tal virtud, declaro la autenticidad de este contenido y para los efectos legales y académicos que se desprende del presente proyecto de grado, es y será de mi autoría, responsabilidad legal y académica.

Flores I. Segundo M.

C.C.: 050242002-9



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

AUTORIZACIÓN

Yo, SGOS DE TRP Flores Iza Segundo Manuel

Autoriza a la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe – Latacunga la publicación en la biblioteca virtual de la institución del trabajo titulado: “Control de iluminación para ahorro de energía eléctrica de las aulas C308-C309-C310 de la Universidad de las Fuerzas Armadas - Espe Latacunga”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

SGOS DE TRP Flores I. Segundo M.

C.C. 0502420029

AUTOR

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este lugar tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más a mi creador, A mi madre por ser la persona que me ha inspirado a llegar hasta alcanzar la meta propuesta y por haberme acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de mi vida, a mi Padre que está en el cielo colmándome de sus bendiciones quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional.

A mi esposa quien con sus duras labores cotidianas me supo entender y comprender que todo sacrificio trae recompensas por que ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. A mis hijos por ser el pilar fundamental de mi vida por darme muchas fuerzas para no rendirme en los momentos más difíciles y también por comprenderme los tiempos perdidos hacia ellos.

A mis hermanos y mi familia, compañeros de trabajo que estuvieron siempre pendientes de mí inculcándome que todo lo que empieza tiene un final feliz.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por darme salud y vida el conocimiento necesario, la gratitud a todas las personas que de una u otra forma estuvieron conmigo, porque cada una aportó con un granito de arena; y este esfuerzo y sacrificio realizado para llegar al final de esta carrera profesional A ti padre mío que estas en el cielo, por darme la oportunidad de existir, aquí y ahora; que la he vivido junto a ti. Gracias por iluminarme y darme fuerzas y caminar por tu sendero. A ti madre, por la inmensidad de tu amor, y tu incondicional apoyo, tanto al inicio como al final de mi carrera; por estar pendiente de mí a cada momento, por ser ejemplo de arduo trabajo y tenaz lucha en la vida. A mis queridos hermanos, porque juntos aprendimos a vivir, crecimos como cómplices día a día y somos amigos incondicionales de toda la vida, compartiendo triunfos y fracasos.

Doy gracias a Dios porque somos hermanos. A ti, esposa mía de mi vida, que has sido fiel amiga y compañera, que me has ayudado a continuar, haciéndome vivir los mejores momentos de mi vida. Gracias a ti mi amor por tu cariño y comprensión, porque sé que siempre contaré contigo a pesar de tus labores cotidianas que son muy duras jamás me has abandonado. A mis hijos por ser mi fortaleza de espíritu triunfador, a mi familia, porque de una u otra forma, con su apoyo moral me han incentivado, motivado a seguir adelante, a lo largo de toda mi vida. A todos, mis amigos y amigas que me han brindado desinteresadamente su valiosa amistad. A la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE LATACUNGA, y a mis estimados maestros, que, a lo largo de mi carrera, me han transmitido sus amplios conocimientos especialmente al Ing. Washington Freire y al Ing. Freddy Salazar. Quien, muy acertadamente, dirigió mi tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	i
CERTIFICADO	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1. GENERALIDADES	1
1.1. Introducción:	1
1.2. Planteamiento del problema.	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Alcance.....	3
1.5. Justificación.....	3
CAPÍTULO II	4
2. FUNDAMENTOS.....	4
2.1 Domótica.	4
2.1.1 Características del sistema domótica.....	5
2.1.2. La luminaria fluorescente.....	6
2.1.3. Luz.....	7
2.1.4 Lámparas incandescentes	8

2.1.5	Magnitudes luminosas.....	8
2.1.6.	Sensor de luz	14
2.1.7.	Control de iluminación.....	17
2.1.8.	Sensor fotoeléctrico o de luz	18
2.1.9.	Servicios y funciones	19
2.1.10.	Gestión de la energía	20
2.1.11.	Racionalización de cargas eléctricas	21
2.1.12.	Seguridad.....	21
2.1.13.	Confort (automatismos).....	22
2.1.14.	Protocolo de comunicaciones.....	22
2.1.15.	Interacción entre unidades.....	23
2.1.16.	Información estadística de consumos y costes	25
CAPÍTULO III.....		26
3.	IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS.....	26
3.1.	Implementación del sistema para ahorro de energía eléctrica.....	26
3.1.1.	Elaboración del circuito eléctrico.....	26
3.1.2.	Estudio de nivel iluminarias en las aula.....	26
3.1.3.	Valores técnicos obtenidos durante la medición	27
3.1.4.	Demostración del cuadro comparativo.....	29
3.2.	Implementación de sensores movimientos.....	30
3.2.1.	Implementación del sensor en las lámparas fluorescentes	30
3.2.2.	Cableado dentro del nuevo sistema.....	30
3.2.3.	Análisis del comportamiento del sensor de movimiento utilizando el analizador de energía AEMC model 3945	31
3.3.	El sistema se halla encendido cuando los luxes son igual a 200.....	34
3.3.1.	Cálculo de ahorro de los resultados obtenidos con el sensor	34
CAPÍTULO IV		36
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
4.1.	Conclusiones	36
4.2.	Recomendaciones.....	37

BIBLIOGRAFÍA	38
LINKOGRAFIA	39
ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Unidades de Fometria del Sistema Internacional.....	9
Tabla 2.	Unidad de área.....	14
Tabla 3.	Fuentes de luz habituales.....	19
Tabla 4.	Resultado de pruebas por horas.....	27
Tabla 5.	Punto 1 punto 2	27
Tabla 6.	Resultado por horas del P3-P4	28
Tabla 7.	Promedio del resultado P5.....	29
Tabla 8.	Datos en Conexión Completa sin Carga	33
Tabla 9.	Datos con Carga del Sensor	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Alcance de domótica	4
Figura 2.	Sistema Domótico	5
Figura 3.	Rendimientos de Fuentes Luminosas	10
Figura 4.	Intensidad luminosa.....	12
Figura 5.	Relación de intensidad	13
Figura 6.	Flujo luminoso.....	13
Figura 7.	Sensores de movimiento.....	15
Figura 8.	Sensor de movimiento	16
Figura 9.	Control de iluminación.....	17
Figura 10.	Circuito Eléctrico	26
Figura 11.	División del aula en 5 puntos	26
Figura 12.	Medición con el luxómetro	27
Figura 13.	Cuadro comparativo de la intensidad de la luz	29
Figura 14.	Implementación del sensor de movimiento en las aulas	30
Figura 15.	Nuevo cableado en las conexiones de las lámparas fluorescentes	31
Figura 16.	Potencia efectiva	31
Figura 17.	Potencia aparente.....	32
Figura 18.	Ilustración 18 Voltaje	32
Figura 19.	Comportamiento de los armónicos.....	32

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.	Lumen.....	9
Ecuación 2.	Potencia radiante espectral	9
Ecuación 3.	Cociente de potencia luminosa.....	10
Ecuación 4.	Cantidad de Luz.....	11
Ecuación 5.	Intensidad luminosa.....	11
Ecuación 6.	Iluminancia (Nivel de iluminación).....	12
Ecuación 7.	Potencia consumida	34
Ecuación 8.	Potencia consumida por el sensor.....	34

RESUMEN

En mayoría de las instituciones públicas y privadas , viviendas, edificios, etc usan sistemas de iluminación manuales, lo cual dificulta que se pueda tener un buen nivel de iluminación y control, en lo que el sistema puede generar pérdidas cuando este se encuentra energizado y no hay individuos que se encuentren utilizando. Con la evolución de tecnología y el gran avance que se ha dado en el campo de la electrónica ahora es posible tener sistemas de iluminación automatizados en su totalidad, con esto se logra tener un buen nivel de iluminación y control del mismo, produciendo un menor consumo de energía eléctrica. El tener un eficiente sistema de iluminación es el objetivo a ser alcanzado por cualquier tipo de institución, ya sea esta pública o privada lo cual genera un buen sitio de iluminado adecuado para la acción que se vaya a realizar en este. Así de esta forma, concentrar, manipular varias habilidades de control, dentro de un dispositivo que genera optimización los recursos que posee la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS -ESPE LATACUNGA en especial en la iluminación de las aulas C308 - C309 y C310.

PALABRAS CLAVES:

- AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA- ESPE -LATACUNGA
- ILUMINACIÓN, CONTROL – ENERGÍA ELÉCTRICA
- EFICIENCIA- SISTEMA DE ILUMINACIÓN
- OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS ECONÓMICOS

ABSTRACT

In most public and private institutions, homes, buildings, etc. use manual lighting systems, which makes it difficult to have a good level of lighting and control, so the system can generate losses when it is energized and not there are individuals who are using. With the evolution of technology and the great progress that has occurred in the field of electronics is now possible to have automated lighting systems as a whole, this is achieved by having a good level of lighting and control over it, producing a lower consumption power. Having an efficient lighting system is the target to be reached by any institution, be it public or private which generates a good place suitable lit for action that will be performed at this. So in this way, concentrate, manipulate multiple management skills within a device that generates optimized the resources you have the UNIVERSITY OF THE ARMED FORCES- ESPE LATACUNGA especially in the classroom lighting C309 y C308-C310.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1.Introducción:

Un eficiente sistema de iluminación es el objetivo a ser alcanzado por cualquier tipo de institución, ya sea esta pública o privada lo cual genera un buen sitio de iluminado adecuado para la acción que se vaya a realizar en este.

Las luminarias con focos incandescentes aproximadamente el 75% de energía se consumen en calor, mientras que el 25% restante se consume para iluminación.

En el caso de las lámparas fluorescentes el porcentaje cambia considerablemente, se puede decir que el 90% de la energía se consume en iluminación, mientras que el 10% restante se podría consumir en calor, aunque no es mucha el nivel de calorífico de las lámparas fluorescentes.

El porcentaje de iluminación supuesto tanto para las lámparas incandescentes, como Para las lámparas fluorescentes se podría dividir en más sus porcentajes, ya que casi la mitad de iluminación total dispuesta se pierde en direcciones que no se desea iluminar o está totalmente visible.

Con la evolución de tecnología y el gran avance que se ha dado en el campo de la electricidad ahora es posible tener sistemas de iluminación automatizados en su totalidad, con esto se logra tener un buen nivel de iluminación y control del mismo, produciendo un menor consumo de energía eléctrica para la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS -ESPE LATACUNGA

1.2. Planteamiento del problema.

Existen pérdidas por iluminación artificial que usa energía eléctrica, debido a que están encendidas sin requerimiento necesario por ejemplo: activado sin que exista personas que quieran ocupar, existiendo el nivel de iluminación adecuada con los luz natural se estén consumiendo energía eléctrica por activación de sensores no existe un estudio para determinar la necesidad de controlar las lámparas de iluminación en las aulas

En la actualidad se tiende a controlar los equipos de iluminación especialmente en edificios públicos en este caso en las aulas de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe- Latacunga.

Se controlará el encendido y apagado del sistema del siguiente modo: Si la zona de iluminación de un aparato de iluminación determinado ya está iluminado por algún medio externo, esta lámpara no se encenderá hasta que esta zona establecida pierda su iluminación desde el exterior. De igual manera las horas de encendido va a cambiar con respecto al día y la noche. En la noche obviamente se van a encender las lámparas, si así se lo desea. Por este método controlaran el consumo de potencia eléctrica del sistema, fijando menores gastos económicos y técnicos en cuestión de los materiales empleados.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar un sistema de iluminación automatizado para disminuir el consumo de energía eléctrica de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS -ARMADAS ESPE LATACUNGA dentro de las aulas C308-C309-C310.

1.3.2. Objetivos específicos

- Controlar la utilización de las lámparas de las aulas con sensores de presencia.
- Determinar la reducción del consumo de energía eléctrica.
- Controlar la activación de las lámparas según el nivel de iluminación externo.

1.4. Alcance

El presente documento presenta la teoría de la implantación de un sistema de ahorro de energía.

Establece los conceptos y procedimientos básicos para la implementación del ahorro de energía dentro de las aulas C308- C309- C310 de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe- Latacunga.

También explica cómo es factible ahorrar energía eléctrica con la tecnología que se tiene, para así obtener luminosidad de mejor calidad al mismo tiempo ayudar a no contaminar de la misma manera para economizar en los pagos del consumo de energía eléctrica que sería un ahorro para institución universitaria.

1.5. Justificación

Con la importancia de ahorrar la energía eléctrica y conservar el medio ambiente se implementara con sensores de presencia así mejorando la calidad de servicio para los usuarios de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE LATACUNGA. Este proyecto mejorara la luminosidad de las aulas expuestas.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS

2.1 Domótica.

La domótica. Es una serie de sistemas tecnológicos que aportan diferentes servicios a instituciones públicas, privadas, edificios, hogares, estos servicios pueden ser de seguridad, bienestar, comunicación, de gestión energética. etc. La domótica está integrada por redes de comunicación tanto interiores como exteriores ya sea de forma inalámbrica o alambrada. Esta no solo va dirigida a las viviendas, sino también a los comercios, edificios, granjas. etc. La domótica se ha implantado desde hace décadas, pero, desde que se creó el Internet este a tomado un giro controversial, los modelos tecnológicos relacionados a este han progresado y forman parte del futuro de la domótica. Ver en la Figura 1 el alcance de domótica.

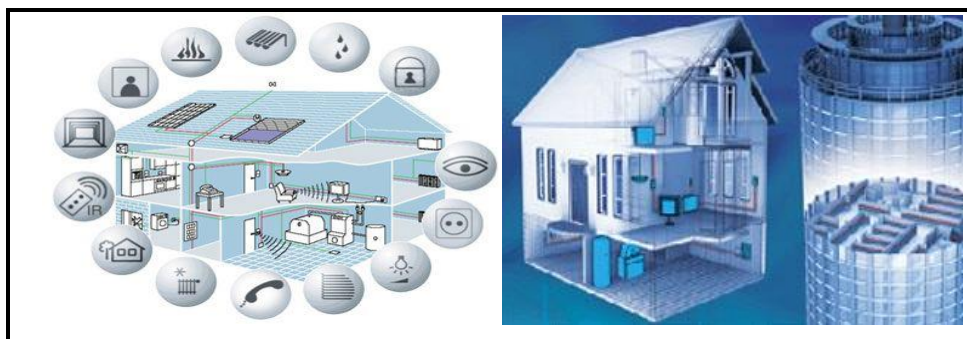


Figura 1. Alcance de domótica

Fuente: Interiorismos, 2011

Las tecnologías inalámbricas WiFi y las redes de Internet, se constituyeron, como las tecnologías del entorno digital que evoluciona, la domótica para poder aumentar el uso de las tecnologías en los hogares. Se debe de tener en cuenta algunos elementos para poder instalar este sistema como es: El incremento en el confort Climatización del control de luces, ventanas, cortinas, persianas y enchufes Uso de energía renovable como la energía solar, la geotérmica y la eólica Entre otros. [1]

2.1.1 Características del sistema domótica

Gracias al importante avance de la tecnología, continuamente se escucha hablar de casas o edificios inteligentes. Y lo son gracias a la implantación de un sistema domótica o, lo que es lo mismo, un conjunto de aplicaciones que persiguen la automatización de los mismos. Ver en la Figura 3 se aprecia el sistema domótico.

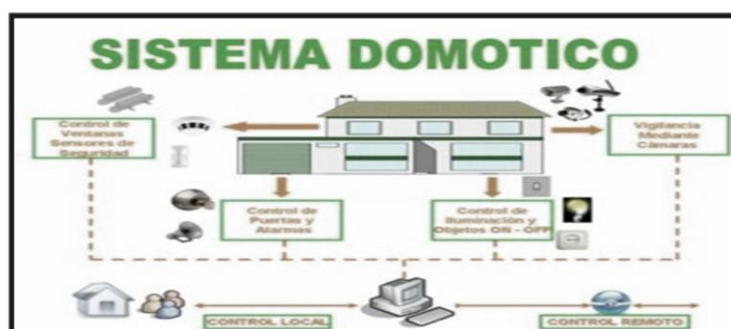


Figura 2. Sistema Domótico

Fuente: Domótica 2006

Para ello es necesario que dicho sistema reúna una serie de características básicas que hagan cumplir los objetivos para los que se crea e instala. A continuación se da a conocer las principales:

1. Funciona por medio del control de un ordenador. Así, sólo a través de dicho dispositivo informático se puede tener acceso a todo aquello que ocurre en la vivienda o local donde se ha instalado.
2. Es muy fácil de utilizar, de tal modo que el usuario con una simple combinación de teclas en el pc o portátil puede realizar los cambios u operaciones que estime oportunos. De esta manera, podrá saber si alguien está merodeando su casa o si tiene correspondencia en el buzón, tendrá la posibilidad de conocer si está conectado o no el aire acondicionado, o de descubrir cuál fue la última vez que se regó el jardín.
3. Permite la interrelación entre diversos elementos para mejorar la facilidad de utilización y la toma de decisiones en los momentos que se necesite. Un ejemplo

de ello, es que se puede condicionar el uso del anteriormente citado aire acondicionado a la apertura de ventanas o a si hay gente en la casa.

4. Todo sistema domótico debe ser fiable al 100%, por ello nada mejor que equipar el ordenador, desde el que se realiza el control, de una serie de elementos que contribuyan a ello. Así, se puede dotar de un SAI para evitar problemas en caso de apagón o de una potente batería que sea la encargada de alimentar a los diversos periféricos.
5. Debe permitir el control remoto, de ahí que desde otros dispositivos se permita este, mediante conexión telefónica, sea cual sea el lugar en el que se encuentre.
6. Capacidad de actualización. Ello supondrá que, ante los continuos avances y versiones de diversas aplicaciones que alberga, este sistema tenga la capacidad para tolerar la instalación de nuevos programas y mejoras del software de modo fácil y sencillo.

Un conjunto de señas de identidad estas que son necesarias para que el sistema domótico convierta la casa en un hogar inteligente adaptado a los nuevos tiempos.

2.1.2. La luminaria fluorescente

También denominada tubo fluorescente, es una luminaria que cuenta con una lámpara de vapor de mercurio a baja presión y que es utilizada normalmente para la iluminación doméstica e industrial. Su gran ventaja frente a otro tipo de lámparas, como las incandescentes, es su eficiencia energética.

Está formada por un tubo o bulbo fino de vidrio revestido interiormente con diversas sustancias químicas compuestas llamadas fósforos, aunque generalmente no contienen el elemento químico fósforo y no deben confundirse con él. Esos compuestos químicos emiten luz visible al recibir una radiación ultravioleta. El tubo contiene además una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, a una presión más baja que la presión atmosférica. En cada extremo del tubo se encuentra un filamento hecho de tungsteno, que al calentarse al rojo contribuye a la ionización de los gases.

Propiedades:

- **LUMINOSIDAD:** lámparas fluorescentes tienen un rendimiento luminoso que puede estimarse entre 50 y 90 lúmenes por vatio (lm/W).

Una cuestión curiosa es que la luminosidad de la lámpara depende no solamente del revestimiento luminescente, sino de la superficie emisora, de modo que al variar la potencia varía el tamaño, por ejemplo, la de 18 W mide unos 60 cm, la de 36 W, 1,20 m y la de 58 W 1,50 m.

- **VIDA ÚTIL:** vida útil es también mucho mayor que la de las lámparas de incandescencia, pudiendo variar con facilidad entre 5000 h y más de 15000 h (entre 5 y 15 veces más), lo que depende de diversos factores, tales como el tipo de lámpara fluorescente o el equipo complementario que se utilice con ella.
- **COLOR:** Hay en el mercado distintos modelos con diferentes temperaturas de color. Su temperatura de color está comprendida generalmente entre los 3000 K y los 6500 K (del Blanco Cálido a Luz Día Frío). Sin embargo, en la actualidad se pueden conseguir tubos con una amplia gama de temperatura de color, lo que permite encontrar con relativa facilidad modelos que van desde los 2700 K hasta los 10000 K, siendo el más recomendado el color blanco (4000K). [2]

2.1.3. Luz

La luz es una manifestación de la energía en forma de radiaciones electromagnéticas capaces de afectar el órgano visual. La luz se compone de partículas energizadas denominadas fotones, cuyo grado de energía y frecuencia determina la longitud de onda y el color. Gracias a la luz se capta las impresiones de claridad, relieve, forma, color y movimientos de los objetos que forman el mundo exterior.

Hay dos tipos de objetos visibles: aquellos que por sí mismos emiten luz y los que la reflejan. El color de estos depende del espectro de la luz que incide y de la absorción del objeto, la cual determina qué ondas son reflejadas. La luz blanca se produce cuando todas las longitudes de onda del espectro visible están presentes en proporciones e intensidades iguales.

El problema del alumbrado o de iluminación interior a exterior, es obtener una buena iluminación con un menor consumo de energía eléctrica. La iluminación artificial tiene como objeto Reemplazar a la natural cuando esta falta o es escasa. La iluminación artificial debe parecerse lo más posible a la iluminación natural. Por lo general, la persona que se encarga del proyecto y la ejecución de una instalación eléctrica, no la relaciona con el problema de la iluminación, ya sea de casas, habitación, oficinas o instalaciones industriales, considerando para esto, eficiencia luminosa, estética y economía; esto hace necesario el conocimiento de algunos conceptos de iluminación y su relación directa con las instalaciones eléctricas en el concepto clásico de las mismas. [3]

2.1.4 Lámparas incandescentes

Su funcionamiento es el más simple de las lámparas eléctricas al circular corriente eléctrica sobre su filamento este levanta una alta temperatura hasta emitir radiaciones visibles para el ojo humano. Utilizan un filamento de tungsteno dentro de un globo de vidrio al vacío o lleno de un gas inerte que evite la evaporación del tungsteno y reduzca el ennegrecimiento del globo. Se trata de unas lámparas que siguen teniendo aceptación en la iluminación doméstica debido a su bajo coste y pequeño tamaño. Con todo, su baja eficiencia genera costes de explotación muy altos en la iluminación comercial e industrial, por lo que normalmente se prefieren las lámparas de descarga. Una lámpara de 100 W tiene una eficiencia típica de 14 lúmenes/vatio. No toda la potencia eléctrica consumida se transforma en potencia radiante o flujo radiante, parte de esa potencia se pierde por conducción y convección calórica y por absorción. La potencia radiante es energía electromagnética y solo una pequeña parte de ella entra dentro de las longitudes de onda correspondiente al espectro visible del espectro electromagnético. La zona del espectro electromagnético visible se denomina flujo luminoso.

2.1.5 Magnitudes luminosas

Flujo luminoso (Potencia luminosa)

El flujo luminoso es la medida de la potencia luminosa percibida. Difiere del flujo radiante, la medida de la potencia total emitida, en que está ajustada para reflejar la sensibilidad del ojo humano a diferentes longitudes de onda.

Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el lumen (lm) y se define a partir de la unidad básica del SI, la candela (cd), como:

$$lm = cd \cdot sr$$

Ecuación 1. Lumen

El flujo luminoso se obtiene ponderando la potencia para cada longitud de onda con la función de luminosidad, que representa la sensibilidad del ojo en función de la longitud de onda. El flujo luminoso es, por tanto, la suma ponderada de la potencia en todas las longitudes de onda del espectro visible. La radiación fuera del espectro visible no contribuye al flujo luminoso. Así, para cualquier punto de luz, si representa el flujo luminoso, simboliza la potencia radiante espectral del punto de luz en cuestión y $V(\lambda)$ la función de sensibilidad luminosa, entonces ilustrado en la figura 3. Ver ec.1 [4]

$$F = 683,002 \int_{\lambda_{visible}} \Phi(\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

Ecuación 2. Potencia radiante espectral

Tabla 1.

Unidades de Fotometría del Sistema Internacional

Unidades de fotometría del Sistema Internacional				
Magnitud	Símbolo	Unidad	Abrev.	Notas
Energía luminica	Q_v	lumen segundo	lm·s	A veces se usa la denominación <i>talbot</i> , ajena al Sistema Internacional.
Flujo luminoso	F	lumen (= cd·sr)	lm	Medida de la potencia luminosa percibida.
Intensidad luminosa	I_v	candela (= lm/sr)	cd	Es una unidad básica del Sistema Internacional.
Luminancia	L_v	candela por metro cuadrado	cd/m ²	A veces se usa la denominación <i>nit</i> , ajena al Sistema Internacional.
Iluminancia	E_v	lux (= lm/m ²)	lx	Usado para medir la incidencia de la luz sobre una superficie.
Emitancia luminosa	M_v	lux (= lm/m ²)	lx	Usado para medir la luz emitida por una superficie.
Eficacia luminosa	η	lumen por vatio	lm/W	Razón entre flujo luminoso y flujo radiante.

Fuente: Solide [5]

➤ **Rendimiento luminoso (eficacia luminosa)**

Se define el rendimiento luminoso de una fuente de luz cualquiera, como el cociente entre la potencia luminosa conseguida y la potencia radiante utilizada para ello. Lógicamente se mide en lúmenes/watio (no recibe ningún nombre especial) y se simboliza por η_L . Ver Ec. 3 [6]

$$\eta_L = \frac{P_v}{P_e} \quad \text{lúmenes /watio}$$

Ecuación 3. Cociente de potencia luminosa

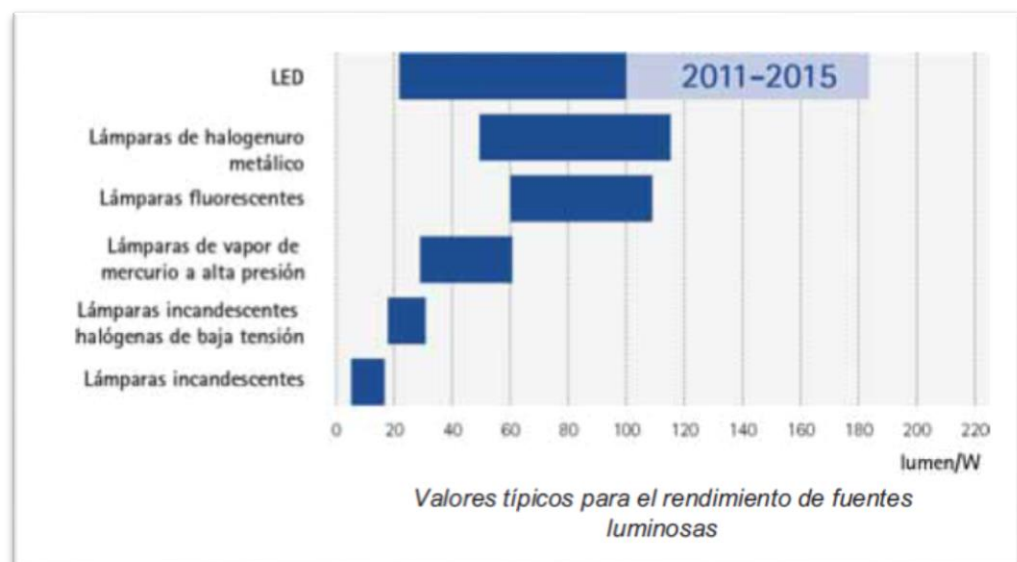


Figura 3. Rendimientos de Fuentes Luminosas

Fuente: Eléctricalfacts

➤ **Cantidad de luz (Energía luminosa)**

De forma análoga a la energía eléctrica que se determina por la potencia eléctrica en la unidad de tiempo, la cantidad de luz o energía luminosa se determina por la potencia luminosa o flujo luminoso emitido en la unidad de tiempo. La cantidad de luz se representa por la letra Q , y su unidad es el lumen por hora ($\text{lm} \cdot \text{h}$). La fórmula que expresa la cantidad de luz es: Ver en ecuación 4

$$Q = F \cdot t \text{ (lm} \cdot \text{h)}$$

Ecuación 4. Cantidad de Luz

Intensidad luminosa

En fotometría, la intensidad luminosa se define como la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido. Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es la candela (cd). Matemáticamente, su expresión es la siguiente: Ver en ecu 5

$$I_V = \frac{dF}{d\Omega}$$

Ecuación 5. Intensidad luminosa

Una candela se define como la intensidad luminosa de una fuente de luz monocromática de 540 THz que tiene una intensidad radiante de 1/683 vatios por estereorradián, o aproximadamente 1,464 mW/sr. La frecuencia de 540 THz corresponde a una longitud de onda de 555 nm, que se corresponde con la luz verde pálida cerca del límite de visión del ojo. Ya que hay aproximadamente 12,6 estereorradianes en una esfera, el flujo radiante total sería de aproximadamente 18,40 mW, si la fuente emitiese de forma uniforme en todas las direcciones. Una vela corriente produce con poca precisión una candela de intensidad luminosa. Ver en la Figura 4 se aprecia el intensidad luminosa.

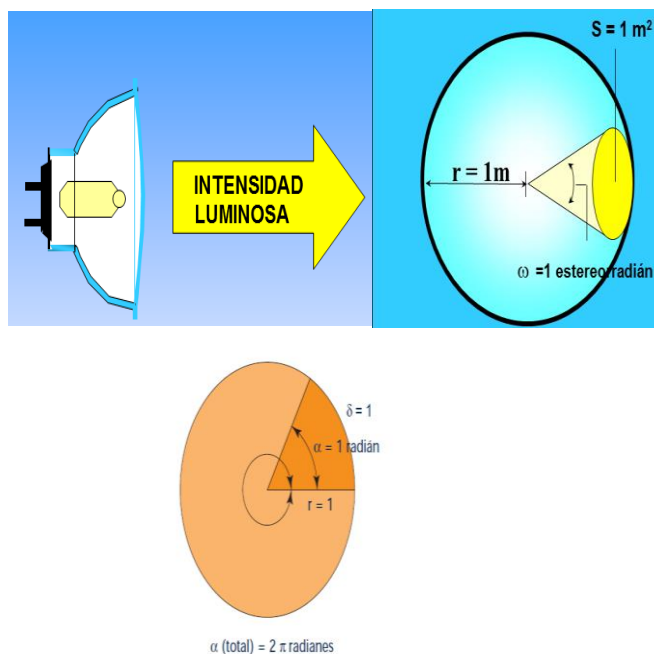


Figura 4. Intensidad luminosa

Fuente: Eléctricalfacts

La intensidad luminosa de una fuente de luz es igual al flujo emitido en una dirección por unidad de ángulo sólido en esa dirección.

Su símbolo es I , su unidad es la candela (cd), y la fórmula que la expresa:

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (\text{lm/sr})$$

Ecuación 6. Iluminancia (Nivel de iluminación)

➤ **Luminancia**

Relación entre la intensidad luminosa de una superficie en una dirección determinada y el área de proyección de la misma sobre un plano perpendicular a la dirección que se está considerando. Dimensión de un color por la que se aprecia su luminancia, ya que los estímulos visuales están ordenados desde lo más oscuro a lo más luminoso. Ver en la Figura 5 la relación de intensidad [7]

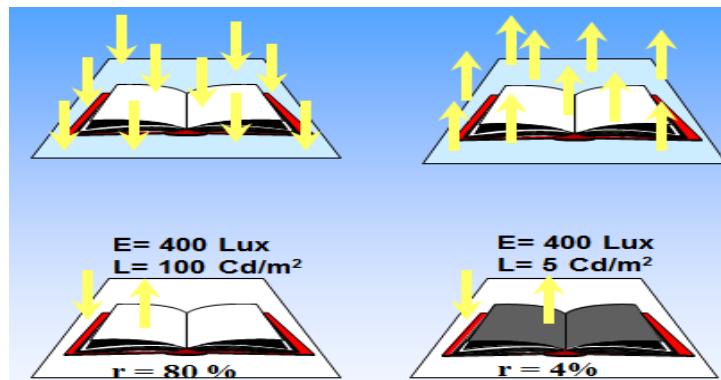


Figura 5. Relación de intensidad

Fuente: Colleague 206

Densidad de una fuente luminosa; es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área, un lumen de flujo luminoso que incide de forma uniforme sobre una superficie de un pie cuadrado y produce la intensidad de un pie candela, su unidad de medida en el Sistema Internacional es el lux: $1 \text{ lux} = 1 \text{ Lumen/m}^2$ [8]

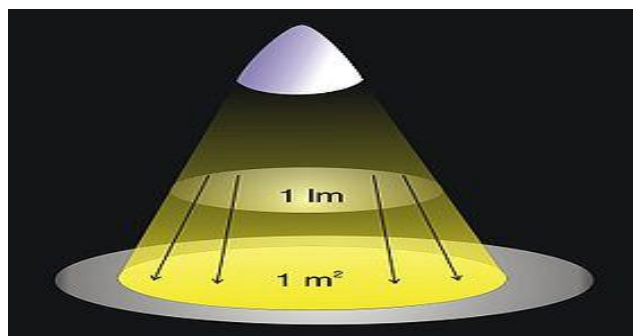



Figura 6. Flujo luminoso

Fuente: Pathi-fiscaii

Tabla 2.

Unidad de área

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)														
		Factor de reflexión del techo														
		0.8			0.7			0.5			0.3			0		
		Factor de reflexión de las paredes														
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0			
 10 % 60 %	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30			
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37			
	1.0	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41			
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45			
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48			
	2.0	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52			
	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54			
	3.0	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56			
	$D_{max} = 1.0 H_m$	4.0	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58		
f_m .70 .75 .80	5.0	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59			

H_m : altura luminaria-plano de trabajo

Fuentes pathi-fisicaii

2.1.6. Sensor de luz

Un sensor fotoeléctrico es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que “ve” la luz generada por el emisor. Todos los diferentes modos de censado se basan en este principio de funcionamiento. Están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de, incluso bajo condiciones ambientales extremas.

Los sensores de luz se usan para detectar el nivel de luz y producir una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada. 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.

El sensor de luz más común es el LDR -Light Dependant Resistor o Resistor dependiente de la luz-.Un LDR es básicamente un resistor que cambia su resistencia

cuando cambia la intensidad de la luz. Existen tres tipos de sensores fotoeléctricos, los sensores por barrera de luz, reflexión sobre espejo o reflexión sobre objetos. En la Figura 7 se puede observar algunos tipos los sensores de movimiento

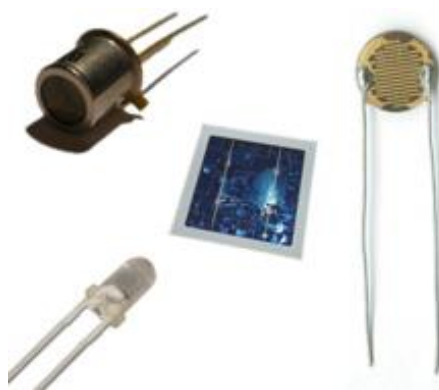


Figura 7. Sensores de movimiento

Fuente: spanish.alibaba

Los sensores de movimiento son aparatos basados en la tecnología de los rayos infrarrojos o las ondas ultrasónicas para poder “mapear” o captar en tiempo real los movimientos que se generan en un espacio determinado. Estos sensores de movimiento, adscritos sobre todo a cámaras de seguridad, puertas en almacenes y centros comerciales, etc; son uno de los dispositivos más reconocidos e importantes dentro de la seguridad electrónica, que tanto ha apostado por, sobre todo, dos aspectos fundamentales: el tamaño y la funcionalidad de cada uno de los equipos que usan durante el proceso. Y es que los sensores de movimiento que se puede ver, por ejemplo, encima de las entradas y salidas de establecimientos públicos que se activan con sólo la movilidad específica de los sujetos, cumplen a cabalidad con estas leyes, si se puede decir así, de la seguridad virtual que cada día, y como lo denotan varios artículos en este blog, sorprende cada día más. La Figura 8 indica el sensor de movimiento [9]



Figura 8. Sensor de movimiento

Fuente: spanish.alibaba

Pero los sensores también están siendo adaptados a todo tipo de electrodomésticos, haciendo mucho más eficaz los niveles de protección o de vigilancia a los que un recinto puede llegar. Se ven sensores de movimiento ya instalados en algunas lámparas corrientes, por ejemplo, o hasta en relojes despertadores, siendo esta la última generación de sensores de movimiento que funcionan por intermedio de ondas ultrasónicas. Porque aquellos que operan mediante rayos infrarrojos resultan ser mucho más sofisticados, y se usan sobre todo en lugares que necesitan de un alto nivel de protección como por ejemplo la reserva federal de un banco. Esta clase de sensores tienen la capacidad, así mismo, de poder dibujar a escala una representación del movimiento que puede darse por distintos puntos de unión, como si se tratara del mapa de una constelación. Por eso, los sensores de rayos infrarrojos dependiendo del caso, también vienen programados con algún auxiliar gráfico con los que complementan, gráficamente, sus acciones principales. Este es el tipo de dispositivo que es utilizado, para citar un caso, en la realización de películas de animación digital, donde se analizan los movimientos característicos de los distintos seres haciendo una imagen computarizada de ellos. En la figura 9 demuestra el control de iluminación

2.1.7. Control de iluminación



Figura 9. Control de iluminación

Fuente: IEA - International Energy Agency

La iluminación representa el 14% de todo el consumo eléctrico en Europa y el 19% de toda la electricidad en el mundo (fuente: IEA - International Energy Agency). Cambiar los sistemas de iluminación antiguos por otros que ahorren energía es un primer paso que debe completarse con el uso de dispositivos eficaces que activen y desactiven las luces cuando sea necesario y adapten la iluminación según la ocupación o la intensidad [10]

➤ **Cómo puede el cliente gestionar la energía con mayor eficiencia?**

El control de la iluminación es sin duda una de la forma más sencilla de ahorrar costes de energía en una de sus aplicaciones más comunes. Al aplicar una solución eficaz de control de la iluminación, los usuarios pueden ahorrar fácilmente hasta el 50% de la factura de electricidad en comparación con los métodos tradicionales. [11]

➤ **Soluciones o arquitecturas utilizadas en la aplicación**

- ✓ Las soluciones ofrecen una forma automática de optimizar la iluminación basándose en los 3 parámetros principales indicados anteriormente: tiempo, intensidad y presencia, solos o combinados.
- ✓ Las soluciones pueden abarcar desde medidas pequeñas y muy locales, como los temporizadores, hasta soluciones centralizadas muy sofisticadas y personalizadas pero también flexibles que formen parte de los sistemas de automatismo del edificio

2.1.8. Sensor fotoeléctrico o de luz

Un sensor fotoeléctrico es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que “ve” la luz generada por el emisor. Todos los diferentes modos de censado se basan en este principio de funcionamiento. Están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas.

Los sensores de luz se usan para detectar el nivel de luz y producir una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada. 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. Ver Figura

Fuentes de Luz

Hoy en día la mayoría de los sensores fotoeléctricos utilizan LEDs como fuentes de luz. Un LED es un semiconductor, eléctricamente similar a un diodo, pero con la característica de que emite luz cuando una corriente circula por él en forma directa.

Los LEDs pueden ser contruidos para que emitan en verde, azul, amarillo, rojo, infrarrojo, etc. Los colores más comúnmente usados en aplicaciones de censado son rojo e infrarrojo, pero en aplicaciones donde se necesite detectar contraste, la elección del color de emisión es fundamental, siendo el color más utilizado el verde. Los fototransistores son los componentes más ampliamente usados como receptores de luz, debido a que ofrecen la mejor relación entre la sensibilidad a la luz y la velocidad de respuesta, comparado con los componentes foto resistiva, además responden bien ante luz visible e infrarroja. Las fotocélulas son usadas cuando no es necesaria una gran sensibilidad, y se utiliza una fuente de luz visible. Por otra parte los fotodiodos donde se requiere una extrema velocidad de respuesta. Ver en la tabla 10 [12]

Tabla 3.

Fuentes de luz habituales

Color	Rango	Características
INFRARROJO	890...950 nm	No visible, son relativamente inmunes a la luz ambiente artificial. Generalmente se utilizan para detección en distancias largas y ambientes con presencia de polvo.
ROJO	660...700 nm	Al ser visible es más sencilla la alineación. Puede ser afectado por luz ambiente intensa, y es de uso general en aplicaciones industriales.
VERDE	560...565 nm	Al ser visible es más sencilla la alineación. Puede ser afectado por luz ambiente intensa, generalmente se utiliza esta fuente de luz para detección de marcas.

Fuente : serviluz [13]

2.1.9. 1Servicios y funciones

Las prestaciones, servicios y funciones de un sistema domótica se pueden ubicar en cuatro grandes bloques:

- ✓ Gestión de la energía
- ✓ Confort (automatismos)
- ✓ Seguridad
- ✓ Comunicaciones

2.1.10. Gestión de la energía

La gestión eléctrica del hogar es uno de los argumentos más antiguos para la implementación de la domótica. Varias de estas funciones son de gran importancia para la administración pública, los proveedores de servicio y el usuario final.

Los servicios de control y gestión de energía se encargan de racionalizar los diferentes consumos energéticos domésticos en función de diferentes criterios (ocupación de espacios, tarifa, potencia contratada, etc.). Algunas de sus funciones son:

Desconexión selectiva de cargas eléctricas: cuando la demanda de energía eléctrica es superior a la potencia contratada se desconecten algunos equipos o instalaciones, previamente seleccionados, para evitar la interrupción del suministro.

Limitación de la activación o funcionamiento de ciertos circuitos como por ejemplo:

- Limitación de la iluminación exterior en función del grado de luminosidad exterior combinado con la presencia de personas.
- Desconexión de la calefacción o del aire acondicionado si hay ventanas abiertas.

Cada zona definida en el edificio tiene requisitos de uso o condiciones térmicas distintas, que hacen conveniente las ser gestionadas de forma independiente. Esta gestión por zonas puede realizarse siguiendo una misma programación para cada una de ellas, o bien ser controlarlas de forma independiente, incrementando, con ello, las posibilidades de uso y confort para el usuario.

Los criterios seguidos para definir una zonificación de los edificios pueden ser variados. De entre los posibles, los más habituales son los dos siguientes: El uso dado a las dependencias, creando lo que se denomina como zona día (uso habitual durante

el día como las aulas, y oficinas, etc.) y zona noche (habitualmente limitada a las ventanas).

La orientación del edificio, considerando los aportes energéticos solares, creando las dos zonas siguientes: zona sur (estancias no expuestas a la radiación solar) y zona norte (con incidencia solar).

2.1.11. Racionalización de cargas eléctricas

Cuando la demanda de energía eléctrica es, en un momento determinado, superior a la potencia contratada, el sistema domótico puede desconectar una o varias líneas o circuitos eléctricos (en los que se encuentran conectados equipos de uso no prioritario y de significativo consumo eléctrico), con la finalidad de evitar que se interrumpa el suministro en el edificio por actuación de las protecciones, en concreto, por actuación del interruptor de control de potencia y magneto-térmico (ICPM).

Aparte del beneficio descrito con anterioridad, esta aplicación permite también reducir la potencia contratada por el usuario, reduciendo, a su vez, el término fijo de potencia y el coste mensual de la factura eléctrica. Y el proveedor de energía puede evitar los principales picos en las redes de suministro.

2.1.12. Seguridad

Las aplicaciones de seguridad contemplan tanto la seguridad de las personas como la seguridad de los bienes materiales. Hay que destacar:

El sistema anti-intrusión: existen dos tipos de sistemas anti-intrusión que son los siguientes:

- 1) Protección perimetral: protege de accesos a la parcela y a la misma edificación a través de puertas y ventanas. Principalmente se utiliza barreras infrarrojas de exterior en vallas, el jardín y ventanas y puertas; y sensores de contacto magnético de puerta/ventana y sensores de rotura de cristal.

- 2) Protección del interior: protege de intrusión dentro de la mismo edificio. Se utiliza normalmente sensores de detección de movimiento con tecnologías infrarroja y ultrasónica.
- 3) Local: sirenas, timbres, luces, mensajes hablados etc.
- 4) Remoto: a las Centrales Receptoras de Alarmas y/o al usuario final directamente, a través del teléfono convencional, móvil, correo electrónico o similar.

2.1.13. Confort (automatismos)

El campo de automatización de sistemas e instalaciones eléctricas es muy amplio, dependiendo de las necesidades e ideas del usuario, como más significativos destacamos:

Accionamiento automático de persianas para evitar los efectos atmosféricos (viento, lluvia, nieve, etc.) sobre estos elementos para limitar sus pérdidas térmicas.

Accionamiento automático de la iluminación en función del nivel de iluminación y de la presencia de personas.

Centralización y supervisión de la información del estado de los sistemas instalados.

Posibilidad de agrupar un conjunto de acciones en una sola orden. Por ejemplo: apagar todas las luces, cerrar las persianas y poner el sistema de alarma en estado de vigilancia con un mismo interruptor con llave.

Utilización de mandos a distancia para las diferentes instalaciones.

2.1.14. Protocolo de comunicaciones

Una vez establecido el soporte físico y la velocidad de comunicaciones, un sistema domótica se caracteriza por el protocolo de comunicaciones que utiliza, que no es otra

cosa que el idioma o formato de los mensajes que los diferentes elementos de control del sistema deben utilizar para entenderse unos con otros y que puedan intercambiar su información de una manera coherente.

Dentro de los protocolos existentes, se puede realizar una primera clasificación atendiendo a su estandarización:

- ✓ Protocolos estándar: los protocolos estándar son los que de alguna manera son utilizados ampliamente por diferentes empresas y estas fabrican productos que son compatibles entre sí.
- ✓ Protocolos propietarios: son aquellos que desarrollados por una empresa, solo ella fabrica productos que son capaces de comunicarse entre sí.

2.1.15. Interacción entre unidades

En un futuro cercano la mayoría de equipos mantendrán el tipo de funcionamiento aislado que hoy los caracteriza. No obstante un producto siempre podrá ofrecer mejores servicios al usuario si es capaz de establecer una comunicación con el entorno.

Como ejemplo, se puede considerar un detector de gas que funcione autónomamente indicando mediante una señal luminosa y/o acústica la posible fuga de gas. Esta información del detector de gas, tendrá más utilidad y más efectividad si puede (en caso de estar integrado a un entorno inteligente) cerrar la válvula de suministro de gas y avisar del incidente al propietario mediante una llamada telefónica a un número pre-programado.

La característica más relevante que ofrecen las redes domóticas es la infraestructura de comunicación de propósito general que puede ser utilizada para las diferentes aplicaciones (o dispositivos electro-mecánicos) sin interferir unas con otras. Una red domótica es capaz de reducir considerablemente el cableado existente en las instalaciones actuales, además de permitir la interacción entre áreas de aplicación

(interacción no existente en sistemas convencionales); con mucho menos cableado se obtiene mayor funcionalidad.

1. Capacidad de ampliación

Con este concepto se quiere indicar la facilidad de añadir nuevos dispositivos al sistema domótico con un mínimo coste económico y de esfuerzo por parte de instaladores y usuarios.

En el caso del uso de sistemas en red, cada cable deja de tener una funcionalidad concreta, se establecen puntos de conexión al bus o se conectan directamente a cualquiera de los nodos existentes, introduciendo una gran flexibilidad.

2. Sencillez de instalación

El coste de instalación de cables y conectores ha de mantenerse en el mínimo posible. Un sistema domótico debería prestar todos sus servicios con la menor cantidad de conectores de características diferentes, resulta óptimo obtener todos los servicios con un único tipo de conector.

En cualquier caso la instalación y/o ampliación de dispositivos conectados a un sistema domótico no debería suponer ningún esfuerzo técnico para el instalador (en el mejor de los casos, tampoco para el usuario).

3. Ubicación flexible de los dispositivos

Los sistemas con bus ofrecen una infraestructura de control de propósito general, lo que quiere decir que no importa en qué lugar del cable se conecte un dispositivo ya que su funcionalidad será totalmente independiente de su ubicación física.

Como ejemplo se puede imaginar un dispositivo inteligente ubicado inicialmente en un lugar determinado, donde se encuentra conectado y funcionando, por motivos

diversos se decide cambiar de lugar dicho dispositivo. En el caso de la instalación cableada el cambio comportaría volver a instalar todos los dispositivos de control, por otro lado en el caso del bus el trabajo se reduce a desconectar el dispositivo y conectarlo al nuevo destino. Las ordenes de accionamiento, interacciones con sensores externos, etc. continuarán llegando en la nueva ubicación.

4. Fiabilidad y seguridad

La fiabilidad indica que un elemento actuará cuando debe hacerlo y no lo hará cuando no sea necesario su uso. Cuando se integra un elevado número de unidades complejas para configurar un sistema, la fiabilidad decrece significativamente. Por lo tanto los componentes centrales y las unidades periféricas deben ser realmente fiables.

2.1.16. Información estadística de consumos y costes

Regulación	Para mantener unos valores dentro de unos valores prefijados a priorizar
Programación	Capacidad de modificar los valores anteriormente citados en un intervalo de tiempo
Optimización	Realizar un diseño a partir de todas las variables y condiciones para asegurar un coste mínimo para el usuario
Desconexión	Para parar un aparato en caso de que su funcionamiento suponga un coste superior al adecuado o comprometa la estabilidad del sistema
Seguridad	Intervención del sistema en caso de peligro de sobrecarga para evitar que se funda el tendido eléctrico u otros perjuicios

Fuente: Gilberto Enríquez Harpe [14]

CAPÍTULO III

3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS

3.1. Implementación del sistema para ahorro de energía eléctrica.

3.1.1. Elaboración del circuito eléctrico

Se aprecia en la figura 1. El circuito del aula 310-C309-C308 en condiciones actuales

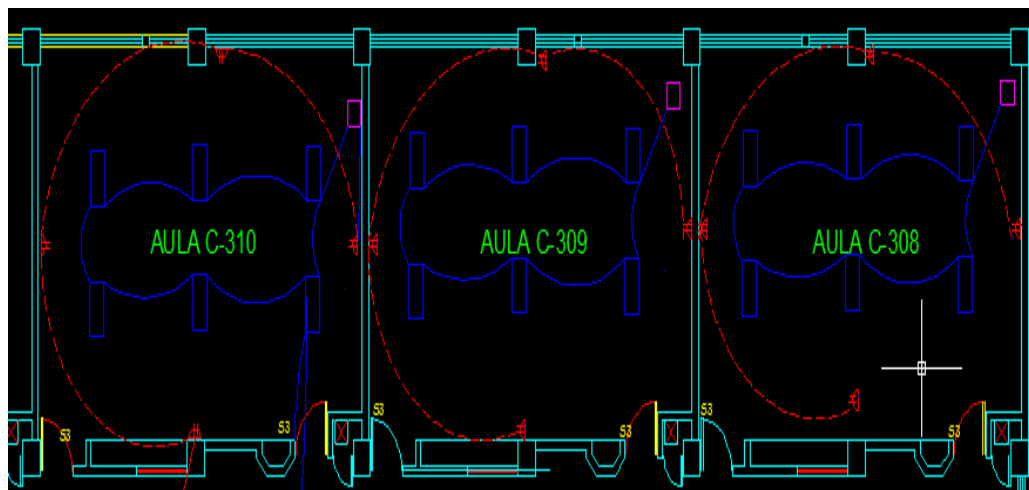


Figura 10. Circuito Eléctrico

3.1.2. Estudio de nivel iluminarias en las aula

Para realizar el estudio de las iluminarias se dividió al aula en cinco puntos estratégicos en la cual se toma los datos con el respectivo instrumento de medida cuyo nombre es luxómetro. Se aprecia en Figura 1. División del aula en 5 puntos.

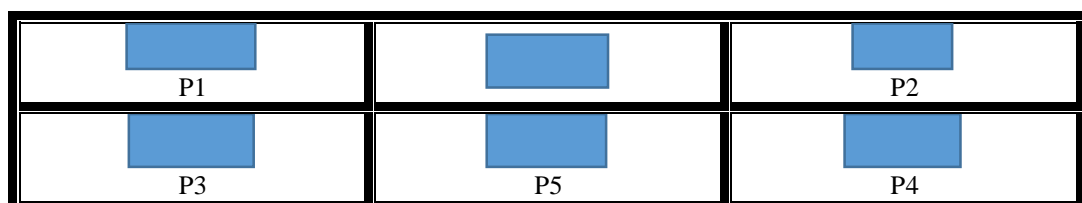


Figura 11. División del aula en 5 puntos

- El luxómetro está colocado en la parte superior del pupitre de donde se obtendrá los datos de la luminancia de las lámparas que se encuentran dentro del aula. Ver Figura 2

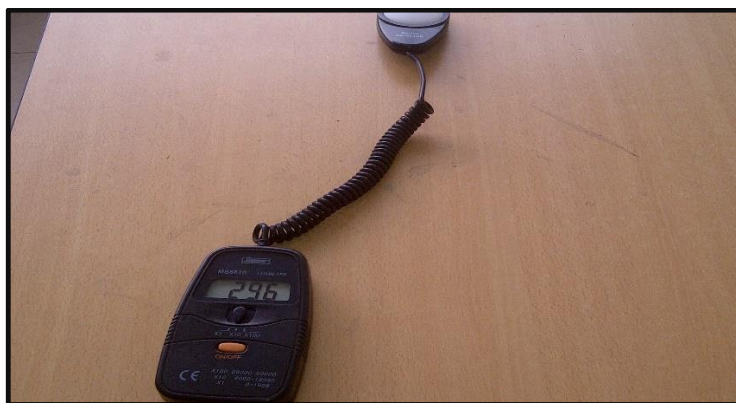


Figura 12. Medición con el luxómetro

3.1.3. Valores técnicos obtenidos durante la medición

En este caso se demuestran los resultados que el punto 1, en el punto 2 no necesita estar encendidas desde las 7am hasta las 5pm.

Tabla 4.

Resultado de pruebas por horas

Puntos	HORA 9	COLUMNA	HORA 12	COLUMNA	HORA 18	
	E	A	E	A	E	A
P1	990,615385	647,846154	1140,69231	893,461538	185,769231	58,3076923
P2	992,076923	634,230769	1069,84615	817,384615	222,923077	73,7692308
P3	1023	662,307692	890,538462	655,307692	169,153846	58
P4	405	272,230769	545,153846	310,846154	147,769231	46,4615385
P5	392	236,307692	528,846154	291,538462	130,230769	39,6923077

Tabla 5.

Punto 1 punto 2

HORA	9	Columna1	12	Columna2	18	Columna3
FUNCIÓN	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
AULA 310	990,615385	647,846154	1140,69231	893,461538	185,769231	58,3076923
P1	1294	615	1687	1530	166	42
P1	1260	590	1589	1620	150	53
P1	360	350	555	305	140	30
P1	1666	1057	1792	1447	166	42
P1	1666	1057	1792	1447	166	42

Continúa →

P1	358	354	550	300	150	30
P1	1340	1000	1215	985	304	150
P1	1340	870	1300	870	240	102
P1	1400	910	1452	900	300	134
P1	365	355	558	305	140	21
P1	1145	589	1650	1510	177	40
P1	358	354	550	300	150	30
P1	326	321	139	96	166	42
PROMEDIO	992,076923	634,230769	1069,84615	817,384615	222,923077	73,7692308
P2	1842	825	1644	1262	188	49
P2	1810	799	1630	1200	170	45
P2	228	185	540	280	168	38
P2	1612	1092	1587	1494	188	49
P2	1612	1092	1587	1494	188	49
P2	230	190	530	270	160	38
P2	1050	980	1030	950	505	320
P2	1050	850	1250	865	250	107
P2	900	824	1300	912	376	100
P2	233	190	536	283	168	32
P2	1745	789	1600	1252	189	45
P2	230	190	530	270	160	38
P2	355	239	144	94	188	49

Tabla 6.**Resultado por horas del P3-P4**

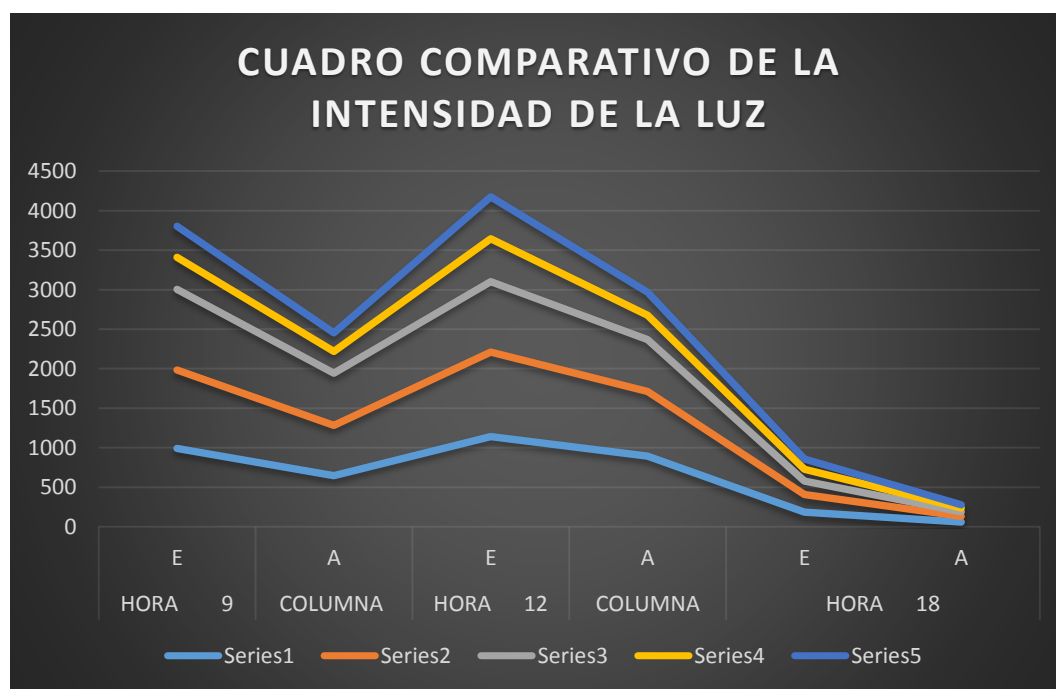
PROMEDIO	1023	662,307692	890,538462	655,307692	169,153846	58
P3	1256	655	1116	894	174	55
P3	1240	620	1100	875	160	50
P3	370	325	630	320	152	36
P3	1761	1385	1673	1496	174	55
P3	1761	1385	1673	1496	174	55
P3	360	320	660	310	148	33
P3	1020	900	985	700	217	180
P3	1520	760	523	300	160	59
P3	1728	698	612	500	200	70
P3	375	320	637	320	154	23
P3	1248	632	1132	876	164	50
P3	360	320	660	310	148	33
P3	300	290	176	122	174	55
PROMEDIO	405	272,230769	545,153846	310,846154	147,769231	46,4615385
P4	484	386	660	579	142	54
P4	470	378	655	569	130	49
P4	130	80	580	80	125	18
P4	599	652	606	534	142	54
P4	599	652	606	534	142	54
P4	130	80	580	80	125	18
P4	680	350	500	350	201	50
P4	650	210	500	250	168	90
P4	700	234	498	324	200	86
P4	136	82	580	80	126	11
P4	457	287	679	549	153	48
P4	130	80	580	80	125	18
P4	100	68	63	32	142	54

Tabla 7.**Promedio del resultado P5**

PROMEDIO	392	236,307692	528,846154	291,538462	130,230769	39,6923077
P5	479	354	570	491	106	30
P5	473	349	564	486	102	41
P5	140	87	550	50	90	17
P5	480	528	648	432	106	30
P5	480	528	648	432	106	30
P5	140	87	550	50	90	17
P5	650	250	423	390	198	30
P5	650	205	603	420	204	108
P5	762	196	592	512	300	122
P5	142	84	547	51	90	19
P5	469	289	562	398	105	25
P5	140	87	550	50	90	17
P5	91	28	68	28	106	30

3.1.4. Demostración del cuadro comparativo

- El cuadro comparativo está demostrado de los resultados obtenidos tanto de los máximos y mínimos de las horas medidas de la intensidad de la luz por la tal razón es indispensable que el sistema de iluminación de la universidad cuente con sensores de luz. Se aprecia en la Figura 12 el cuadro comparativo de la intensidad de los lúmenes.

**Figura 13. Cuadro comparativo de la intensidad de la luz**

3.2. Implementación de sensores movimientos

3.2.1. Implementación del sensor en las lámparas fluorescentes

El control con sensores es muy práctico, Con la automatización y control de la iluminación se busca conseguir el máximo confort, con el mínimo consumo de energía posible.

La iluminación puede ser regulada de forma automática, dependiendo de uno, o varias combinaciones de los siguientes parámetros:

- Programación horaria.
- Detección de presencia.
- Nivel de luminosidad del ambiente, por ejemplo luz del exterior que llega a través de las ventanas. Evitando su encendido innecesario si entra luz natural suficiente desde el exterior. Ver figura 13



Figura 14. Implementación del sensor de movimiento en las aulas

3.2.2. Cableado dentro del nuevo sistema

Con la implementación de estos sensores es posible usar la energía eléctrica de manera eficiente dentro de las aulas y al mismo tiempo se ayuda al ecosistema, motivo por el cual estará la universidad ahorrando en la planilla eléctrica de cobro por

consumo para la cual fue necesario colocar nuevo cableado se demuestra en la ilustración 14 .



Figura 15. Nuevo cableado en las conexiones de las lámparas fluorescentes

3.2.3. Analisis del comportamiento del sensor de movimiento utilizando el analizador de energia AEMC model 3945

En esta gráfica se observa la forma de la función con tiempo real en la pantalla de valores RMS raiz métrica cuadrada de la potencia efectiva indicada en la figura 17.



Figura 16. Potencia efectiva

En esta gráfica se aprecia los VA consumidos por el sensor se denomina (voltios amperios) a la potencia aparente del equipo, y es el producto de la tensión aplicada y la corriente por el circula., como se demuestra en la figura 18.

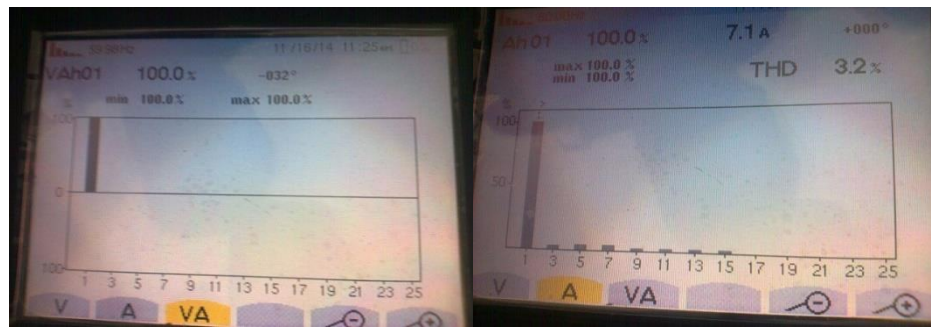


Figura 17. Potencia aparente

En esta gráfica demuestra el analizador con el voltaje que trabaja el sensor equivalente a 119.6v aproximando a 120v. como se indica en la figura 19.

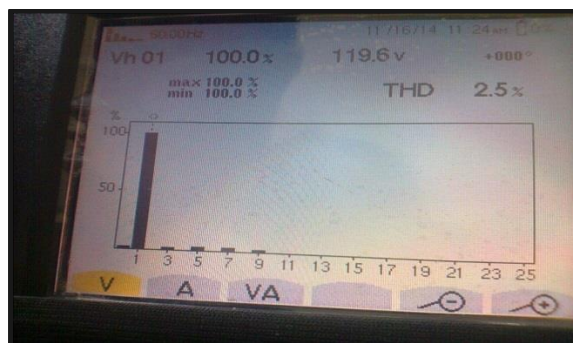


Figura 18. Ilustración 1 Voltaje

Mediante este analizador también se pudo observar los armónicos ya que es una preocupación urgente en el sistema eléctrico por ende se va a mejorar en su calidad, en este caso está entre los valores permisibles de acuerdo a la ilustración 20.

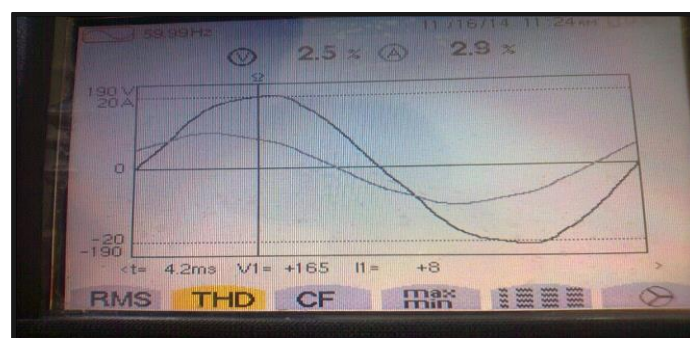


Figura 19. Comportamiento de los armónicos

Tabla 8.**Datos en Conexión Completa sin Carga**

W	VAR	VA	FP
72	63.9	96.1	0.749
70.9	65.3	97.9	0.74
71.9	62.7	94.4	0.75
71.2	62.9	95.1	0.74
67.4	59.4	90	0.752
67.3	59.4	90.1	0.75
67.4	60	90.3	0.74
67.4	59.7	91.1	0.75
68	60.4	91.4	0.75
68.3	60.9	91.3	0.748
68.5	61.3	92.2	0.746
69	60.7	91.7	0.749
68.8	60	90.5	0.750
68.12	60.3	91	0.749
68.4	60.5	90.9	0.748
68	60.8	91.2	0.749
68.2	61.1	92.2	0,749
60.5	61.8	92.3	0.749

Fuente: Flores M.

Tabla 9.**Datos con Carga del Sensor**

W	VAR	VA	FP
43.1	70.58	82.7	0.749
53.2	51.7	83.3	0.74
55	62.38	83.3	0.75
60	60.43	85.3	0.74
65.8	59.4	80.3	0.752
67.8	69.33	91.3	0.75
65.8	53.36	80.3	0.74
0	0	0	0
65.8	51.080	83.3	0.75
65.55	62.3	90.4	0.748
68.6	46.90	83.1	0.746
50.6	62.35	80.3	0.749
55.6	60	80.3	0.750
59.6	50.935	78.4	0.749
59.98	54.2882	80.9	0.748
60.34	54.33	81.2	0.749
62.52	36.11	72.2	0,749
65.53	53.04	84.3	0.749

- **Fórmula para sacar la potencia consumida por el sensor**

$$P \int_0^T V * I dt$$

Ecuación 7. Potencia consumida

$$P = W * t$$

Ecuación 8. Potencia consumida por el sensor

La potencia consumida por el sensor de luz y movimiento VS310U es de 1000w trabaja con 60 Hz y voltaje de 120v

FLUORECENTES	WATIOS	SENSOR	WATIOS	TOTAL WATTS
6	180	1	200	380

3.3. El sistema se halla encendido cuando los luxes son igual a 200.

Cálculo realizado para encontrar el consumo de la energía eléctrica Utilizando el sensor en la noche en este caso se realizó mediante 4 horas y luego para aplicar en todo el mes, y al final para completar con todos los datos obtenidos el ahorro que se obtendrá en un periodo de dos años la recuperación de lo invertido para la institución., se lo calcula de la siguiente manera multiplicando potencia por hora y luego dividiendo centavos sobre kilovatio por hora y así obteniendo el resultado total.

3.3.1. Cálculo de ahorro de los resultados obtenidos con el sensor

- ✓ **Sensor en la noche**

$$290W * 4h * \frac{8centavos}{KW * h} = 9,28centavos$$

- ✓ **En un mes**

$$9.28 centavos * 30mes = 2.78 dólares por mes$$

- ✓ Sensor en el día

$$90W * 13h * \frac{8centavos}{KW * h} = 9.36 centavos$$

$$9.36centavos * 30 dias = 2.80 dólares * mes$$

- ✓ Consumo del aula en un mes

$$= 2.78 dólares por mes + 2.80 dólares * mes$$

$$= 5.59 dólares * mes$$

- ✓ Consumo total en watts sin sensor de luz

$$380W * 13h * \frac{8centavos}{KW * h} = 39.52centavos$$

$$39.52centavos * 30dias = 11.85 dólares por mes$$

- ✓ Ahorro de energía en el mes es de

$$ahorro = (11.85 - 5.59)dólares por mes$$

$$ahorro = 6.25 dólares * mes$$

$$150 \frac{dólares}{6.258 dólares * mes} = 24mes$$

En dos años se recupera la inversión

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- En los sectores del aula cercanos a las ventanas ingresa suficiente luz natural por lo cual no requiere de luz artificial; mientras tanto, en los sectores alejados del aula requieren luz artificial en determinadas condiciones, como en el amanecer o atardecer, o cuando la iluminación por luz natural es escasa, por lo cual se aplicó un sistema de control para estos sectores resulta idóneo.
- Con este el sistema implementado es posible reducir el consumo de energía eléctrica ya que con los sensores se controla el encendido y apagado de las luminarias de forma automática.
- Se optimiza el sistema de iluminación ya que es de gran beneficio tanto para el estudiante como para el maestro, brindando mejores condiciones para el aprendizaje.
- Cuando se trata de eficiencia energética, existen muchas opciones. Esta es una buena opción para el ahorro de energía. No solo puede ser implementado en instituciones, puede ser para casas particulares, oficinas, etc., brindando una mejor condición de iluminación.
- Analizado los costos resulta que el sistema es factible ya que se verá reflejado en la carta mensual de pago de luz.
- El tiempo de recuperación de la inversión es de 2 años pero el valor de pago de energía del aula se reduce, de 11.85 Cálculo a 6.25 Cálculo.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar sensores tanto de luminosidad como de movimiento ya que así se controla de mejor manera el sistema de iluminación en cualquier entidad.
- Se recomienda investigar más de domótica ya que ayuda más para poder entender de este proyecto de iluminación con sensores y control automático.
- Se recomienda que los sensores de luz sean implementadas en las aulas por que es un ahorro tanto en el consumo indebido de luz artificial.
- Se recomienda verificar las aulas a partir de las 6pm ya que dejan encendidas las luces desperdiciando su uso, sin que nadie utilice.

BIBLIOGRAFÍA

- [14] G. E. Harpe, «MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS,» de *MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES*, MEXICO, LIMUSA S.A, 2005, p. 44.

LINKOGRAFIA

- [1] Domotica, BARCELONA: <http://interiorismos.com/beneficios-de-la-domotica-en-el-hogar/>, 2011.
- [2] Luminaria flourecente, http://www.inersol.es/Tec_Led.htm.
- [3] luz, http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/, 2007.
- [4] luminosidad, <http://www.arqhys.com/noticias/tecnologia-ventajas.html>.
- [5] B. LED, Solydi,
<http://www.solydi.com/ficheros/catalogos/iluminacion/CatalogoBombillasLED.pdf>.
- [6] Rendimiento luminoso, http://es.wikipedia.org/wiki/Rendimiento_luminoso.
- [7] Relacion de Intencidad, <http://www.cybercollege.com/span/tvp033.htm>.
- [8] luminancia,
<http://metodosdeinvestigacionterminologica.bligoo.com.mx/liminancia#.VO22Si7MJWA>.
- [9] Sensor de movimiento, <http://spanish.alibaba.com/product-gs-img/detector-de-movimiento-pir-sensor-pir-231235070.html>
<http://spanish.alibaba.com/product-gs-img/detector-de-movimiento-pir-sensor-pir-231235070.html>.
- [10] CONTROL DE ILUMINACION, IEA - International Energy Agency).
- [11] SOLUCIONES, IEA - International Energy Agency).
- [12] Fuente de luz,
http://www.electricalfacts.com/Neca/Science_sp/light/sources_sp.shtml.
- [13] Caracteristicas, <http://www.serviluz.com/detectores-de-movimiento-pir-c-56-p-505/language/es>.
- [15] <http://interiorismos.com/beneficios-de-la-domotica-en-el-hogar/>.

ANEXOS

ANEXO 1 Mediciones de la luz del mes de octubre

MEDICIONES DE LA LUZ DEL MES DE OCTUBRE –LUNES						
HORA	9		12		18	
AULA 308	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	1294	615	1687	1530	166	42
P2	1842	825	1644	1262	188	49
P3	1256	655	1116	894	174	55
P4	484	386	660	579	142	54
P5	479	354	570	491	106	30
DIA MARTES						
HORA	9		12		18	
AULA 308	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	1294	825	1116	894	142	166
P2	479	655	660	579	106	188
P3	1294	386	570	491	166	174
P4	1842	354	1687	1530	188	42
P5	1256	615	1644	1262	174	49
DIA MIERCOLES						
HORA	479		12		18	
AULA 308	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	360	350	555	305	140	30
P2	228	185	540	280	168	38
P3	370	325	630	320	152	36
P4	130	80	580	80	125	18
P5	140	87	550	50	90	17
DIA JUEVES						
AULA 309	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	1666	1057	1792	1447	166	42
P2	1612	1092	1587	1494	188	49
P3	1761	1385	1673	1496	174	55
P4	599	652	606	534	142	54
P5	480	528	648	432	106	30
DIA VIERNES						
AULA 309	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	1666	1057	1792	1447	166	42
P2	1612	1092	1587	1494	134	54
P3	1761	1385	1673	1496	174	45
P4	456	765	544	875	243	65
P5	356	654	754	587	203	32
DIA LUNES						
AULA 309	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	358	354	550	300	150	30
P2	230	190	530	270	160	38
P3	360	320	660	310	148	33
P4	130	80	580	80	125	18
P5	140	87	550	50	90	17
DIA MARTES						
AULA 309	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	1340	1000	1215	985	304	150
P2	1050	980	1030	950	505	320
P3	1020	900	985	700	217	180
P4	680	350	500	350	201	50
P5	650	250	423	390	198	30
DIA MIERCOLES						
AULA 309	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO

P1	1340	870	1300	870	240	102
P2	1050	850	1250	865	250	107
P3	1520	760	523	300	160	59
P4	650	210	500	250	168	90
P5	650	205	603	420	204	108

DIA JUEVES

AULA 309	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	1400	910	1452	900	300	134
P2	900	824	1300	912	376	100
P3	1728	698	612	500	200	70
P4	700	234	498	324	200	86
P5	762	196	592	512	300	122

DIA VIERNES

AULA 309	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	365	355	558	305	140	21
P2	233	190	536	283	168	32
P3	375	320	637	320	154	23
P4	136	82	580	80	126	11
P5	142	84	547	51	90	19

DIA LUNES

AULA 309	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	1145	589	1650	1510	177	40
P2	1745	789	1600	1252	189	45
P3	1248	632	1132	876	164	50
P4	457	287	679	549	153	48
P5	469	289	562	398	105	25

DIA MARTES

AULA 309	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	1294	615	1687	1530	166	42
P2	1842	825	1644	1262	188	49
P3	1256	655	1116	894	174	55
P4	484	386	660	579	142	54
P5	479	354	570	491	106	30

DIA MIERCOLES

AULA 309	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	310	173	606	422	281	192
P2	740	268	670	504	330	126
P3	735	394	820	560	395	210
P4	410	257	710	650	485	235
P5	357	310	665	520	140	263

DIA JUEVES

AULA 310	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	326	321	139	96	166	42
P2	355	239	144	94	188	49
P3	300	290	176	122	174	55
P4	100	68	63	32	142	54
P5	91	28	68	28	106	30

DIA VIERNES

AULA 310	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	320	318	140	96	160	45
P2	344	240	138	46	188	49
P3	290	288	150	122	170	53
P4	98	63	60	34	142	52
P5	95	20	65	28	100	33

DIA LUNES						
AULA 310	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	315	320	145	90	150	48
P2	344	240	138	46	188	45
P3	292	280	154	127	170	54
P4	98	63	60	34	142	52
P5	89	25	60	30	102	32

DIA MARTES						
AULA 310	9		12		18	
	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
P1	316	322	145	93	155	50
P2	345	248	140	47	189	47
P3	292	280	154	127	170	54
P4	99	65	50	30	145	54
P5	90	28	67	34	108	34

ANEXO 2 Costos

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	TOTAL(\$)
CABLE	45 metros	12.50
SENSOR DE LÚMENES Y MOVIMIENTO	3	80.45
SENSOR DE MOVIMIENTO	3	110
CANALETAS	10 metros	10.00
TAIPE	2 rollos	2.00
SILICONA	3	6.00
	TOTAL	220

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

Flores Iza Segundo Manuel
SGOS. DE TRP

ING. Washington Freire
DIRECTOR

ING. Freddy Salazar
CODIRECTOR

Ing. María Mogro
DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN
ELECTROMECAÁNICA

Ab. Carlos Herrera Guayaquil
SECRETARIO ACADÉMICO