



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

REPORTE DE RESIDENCIA

“DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN CASA RESIDENCIAL CON MODULO
DE CONSUMO ELÉCTRICO”

ASESOR: DR. RUBEN HERRERA GALICIA

BONIFAZ JIMENEZ CLAUDIA KARINA

ING. ELECTRICA

9NO. SEMESTRE

JUNIO- 2017

1.- Introducción

1.1 Antecedentes

En México desde 1937, la Comisión Federal de Electricidad es la empresa que está a cargo de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica. Anteriormente en lo que es la zona centro del País (Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Morelos y Puebla) el organismo encargado de esta tarea es la compañía de Luz y Fuerza del Centro.

Desde hace algunos años hasta la actualidad en el país se han empleado en gran medida medidores electromecánicos para poder obtener las mediciones del consumo eléctrico en casas residenciales, en ayuda con los sistemas de facturación y recaudación para obtener el cobro total de energía consumida en un cierto periodo establecido por la empresa.

Debido a la problemática que existe en el exceso de consumo de energía eléctrica en los hogares, este trabajo tiene la finalidad de desarrollar un medidor de consumo el cual constara de una programación la cual mandara alertas para evitar el exceso de consumo.

Se implementara un módulo de consumo eléctrico, el cual permitirá monitorear el consumo eléctrico de una casa residencial, con el objetivo de no excederse de una meta establecida, este medidor contara con la opción de mandar alertas en el momento en el que se presente un exceso de energía, para que el usuario se encuentre alerta de que ha excedido su tarifa diaria.

Para apoyar a evitar el exceso de consumo eléctrico se propone hacer el diseño de la instalación eléctrica, haciendo un estudio profundizado de los espacios en el cual se necesiten de mas iluminación, al igual se harán cálculos para poder utilizar las luminarias necesarias para dichos espacios.

Actualmente muchas personas son capaces de hacer instalaciones eléctricas en casas residenciales sin antes hacer un estudio profundizado de los espacios. Este trabajo tiene como finalidad el diseño de la instalación eléctrica de una casa residencial, en el cual estudiaremos detalladamente los espacios en los que más se necesitan iluminación, basándose en cálculos de iluminación.

1.2 Estado del arte

Jorge Olvera Ortega, en el Instituto Politécnico Nacional, está diseñando un medidor eléctrico digital de prepago, el cual emplea un algoritmo de encriptación RSA para abonar el crédito. [1]

Jesús Miguel Torres Jorge, en la Universidad de Laguna, esta diseñando un prototipo funcional, que permita monitorizar el consumo energético de los diferentes dispositivos conectados a la red eléctrica en el ámbito del hogar. [2]

Jorge de la Rosa Fernández, en la universidad autónoma de Nuevo León, está estudiando el diseño de las instalaciones eléctricas industriales y domésticas, con la finalidad de que cualquier persona pueda comprender las normas de las instalaciones eléctricas. [3]

Sánchez Lahuerta José Manuel en la universidad Carlos III de Madrid, está diseñando el sistema de iluminación de un taller, en donde planifica, describe y presupuesta las instalaciones eléctricas. [4]

1.3 Objetivo general

Diseñar y construir la instalación eléctrica de una casa residencial basándose en un estudio de las dimensiones del inmueble y el cálculo de la iluminación deseada. Y diseñar y construir un módulo de consumo eléctrico que permita monitorear el consumo diario y que sea capaz de alertar al usuario al momento que se esté excediendo. Todo ello con fines de ahorro energético.

1.4 Justificación

Debido al exceso de energía eléctrica y como un apoyo a la economía familiar se implementara un módulo de consumo eléctrico, el cual permitirá monitorear el consumo eléctrico de una casa residencial, con el objetivo de no excederse de una meta establecida, este medidor contara con la opción de mandar alertas en el momento en el que se presente un exceso de energía, para que el usuario se encuentre alerta de que ha excedido su tarifa diaria.

1.4 Metodología

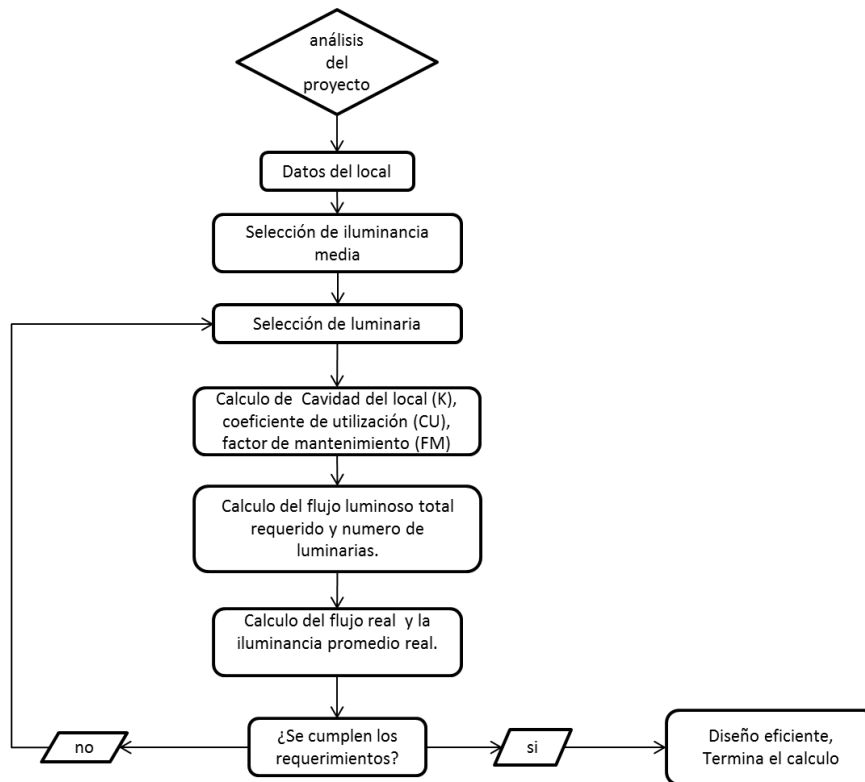


Fig.1.1 Diagrama de flujo para el diseño de una instalación eléctrica

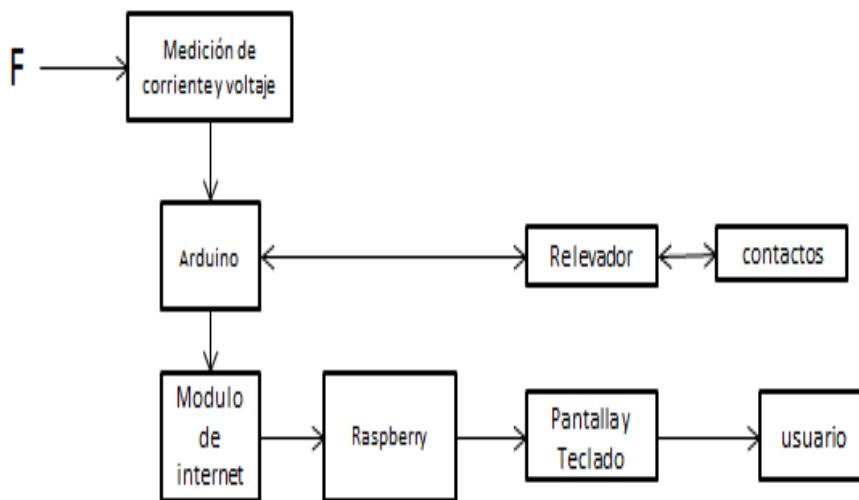


Fig. 1.2 Diagrama hardware del módulo de consumo eléctrico

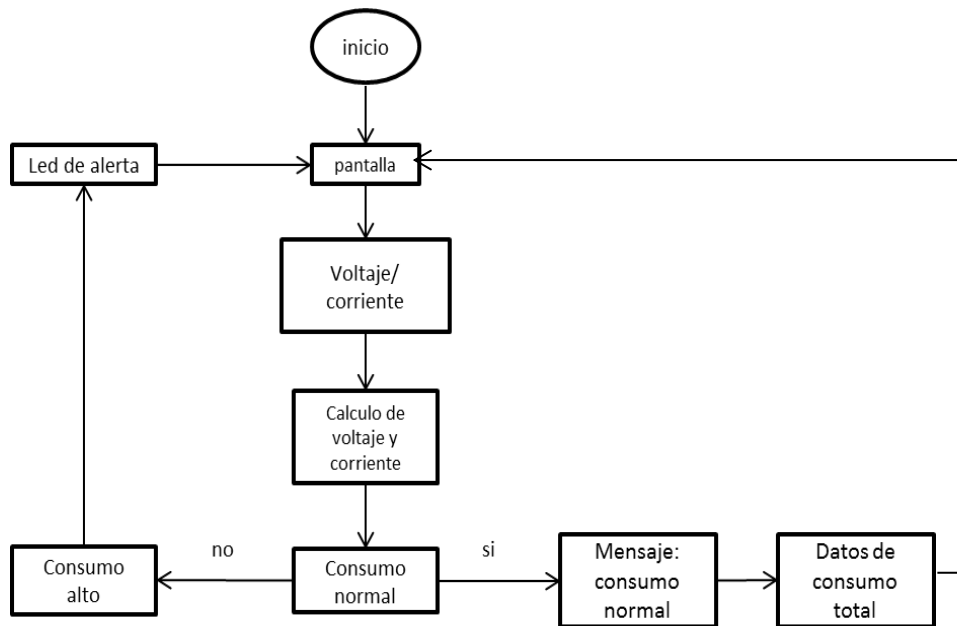


Fig.1.3 Diagrama de flujo del funcionamiento del Módulo de Consumo eléctrico

2.- Fundamento Teórico

2.1 Sistemas de iluminación

Los humanos poseen una capacidad extraordinaria para adaptarse a su entorno. En la actualidad, los centros laborales y lugares en que vivimos o nos encontramos, son algo más que un lugar de trabajo u ocio, son entornos en los que las personas y sus necesidades deben ser puntos de máxima atención para el diseñador de iluminación. Por lo tanto se exige que las soluciones tomadas en una instalación de iluminación sean parte de un conjunto, soluciones que generen ambientes agradables, ergonómicamente correctos y energéticamente racionales.

Se considera un sistema de iluminación al conjunto de elementos el cual está diseñado para proporcionar una visibilidad clara, aspectos estéticos a una actividad definida. Para poder obtener un adecuado sistema de iluminación se deben de seleccionar las mejores luminarias y lámparas las cuales proporcionen un nivel de iluminación adecuado para cada tarea y se minimicen efectos de brillo directo y reflejado buscando en todos los casos optimizar el uso de energía y reducir el costo operativo.

Los factores fundamentales que se deben tener en cuenta al realizar el diseño de una instalación son los siguientes: Iluminancias requeridas (niveles de flujo luminoso (lux) que inciden en una superficie), Uniformidad de la repartición de las iluminancias, Limitación de deslumbramiento, Limitación del contraste de luminancias, Color de la luz y la reproducción cromática, Selección del tipo de iluminación, de las fuentes de luz y de las luminarias.

Por lo tanto es importante tener en cuenta la cantidad y calidad de luz necesaria, siempre en función de la dependencia que se va a iluminar y de la actividad que en ella se realizará. Como elementos de un sistema de iluminación tenemos: fuente de luz que es un tipo de lámpara utilizada, que nos permitirá conocer las necesidades eléctricas, luminaria es la que sirve para aumentar el flujo luminoso, evitar el deslumbramiento y viene condicionada por el tipo de iluminación y fuente de luz escogida.

La luz es un componente esencial en todo tipo de ambiente, es la que se encarga de hacer posible la visión del entorno, y además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética, ambientación, afectar el rendimiento visual, el estado de ánimo y la motivación de las personas.

Un diseño de iluminación debe de comprender una naturaleza física, fisiológica y psicológica, conocer y emplear los métodos y la tecnología para producirlas, principalmente demanda competencia, creatividad e intuición para utilizarlas. Un diseño de iluminación es una solución que permite tener una relación visual entre el usuario y el medio ambiente.

Al hacer un diseño de iluminación se debe de tener en cuenta varios factores como el satisfacer las necesidades visuales, crear un ambiente saludable, seguro y confortable en los usuarios , utilizar los desarrollos tecnológicos, luminarias y sistemas de control de forma en obtener el mejor resultado lumínico con un mayor ahorro de energía posible.

Para poder obtener un sistema de iluminación eficiente se deben de conocer las características que comprenden a dicho sistema, esencialmente se debe de tener un amplio concepto de lo que se quiere lograr. El objetivo de una instalación es garantizar un mayor aprovechamiento de luz en los espacios.

Dentro de un sistema de iluminación se debe de tener en cuenta las dimensiones del lugar, el tipo de espacio y la actividad que se realiza. En la Tabla 1 se establecen los niveles de iluminancia mínimo, óptimo y máximo que se utilizan en las distintas áreas en un hogar.

Áreas y clases de local	Mínimo (LUX)	Óptimo (LUX)	Máximo (LUX)
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación y pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200

Tabla 2. 1 Niveles de iluminancia para cada área

Reflectancias efectivas de las superficies, es la razón que existe entre el flujo luminoso reflejado por la superficie y el flujo que incide sobre ella mediante la reflectancia luminosa se puede determinar el porcentaje de la luz que incide sobre la superficie reflejada, para poder determinar la reflectancia de un lugar se necesita conocer el material, color y textura de la superficie. En la Tabla 2 se muestra las reflectancias de cada superficie.

TONO	COLOR		SUPERFICIES		ACABADOS DE CONSTRUCCION	
Muy claro	Bianco nuevo	88	Maple	43	Cantera clara	18
	Bianco viejo	76	Nogal	16	Cemento	27
	Azul crema	76	Caoba	12	Concreto	40
	Crema	81	Pino	48	Mármol blanco	45
	Azul	65	Madera clara	30-50	Vegetación	25
	Miel	76	Madera oscura	10-25	Asfalto limpio	7
	Gris	83			Adoquin de roca	17
	Azul verde	72			Grava	13
Claro	Crema	79	ACABADOS METALICOS		Ladrillo claro	30-50
	Azul	55			Ladrillo oscuro	15-25
	Miel	70				
	Gris	73				
Mediano	Azul verde	54	Bianco polarizado	80		
	Amarillo	65	Aluminio pulido	75		
	Miel	63	Aluminio mate	75		
	gris	61	Aluminio claro	63		
Oscuro	Azul	8				
	Amarillo	50				
	Café	10				
	Gris	25				
	Verde	7				
	Negro	3				

Tabla 2.2 Reflectancias efectivas para ciertos colores y texturas (Valores en %).

Para poder hacer un buen sistema de iluminación también se necesita conocer el plano de trabajo este consiste en indicar la altura respecto al suelo de la cual se realizaran las actividades dentro del espacio. Es importante conocer el tipo de luminaria que se va a utilizar en el espacio ya que con base a esto depende que se produzca la iluminancia promedio que se requiera.

Otro de los aspectos importantes consiste en considerar la iluminancia que proveerá la incidencia de la luz solar sobre la edificación con el fin de promover el ahorro de la energía eléctrica y la eficiencia de los sistemas de iluminación.

La metodología para el diseño de iluminación interior está basada en el método de las cavidades zonales, es un Procedimiento empleado en iluminación para determinar el número y el tipo de luminarias o lámparas que se necesitan para proveer un nivel medio de iluminación deseada sobre el plano de trabajo, teniendo en cuenta tanto el flujo luminoso directo como el reflejado. También llamado método de los lúmenes.

Con la aplicación de este método se deben de cumplir un objetivo principal que es, iluminancia promedio la cual consiste en el nivel de iluminancia promedio que debe de tener toda el área a iluminar.

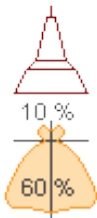
Es muy importante calcular la cavidad del local (k) ya que nos permite determinar el coeficiente de utilización (cu) para cada tipo de luminaria seleccionada acuerdo a las hojas de datos entregadas por los fabricantes. A continuación se presenta la fórmula para calcular la cavidad del local.

$$k = \frac{5 * hm * (l + a)}{l * a} \quad (1.1)$$

Dónde:

Hm es la distancia que existe entre la altura de trabajo y la altura de montaje de la luminaria. L es la longitud del local y a es posteriormente el ancho del local.

El coeficiente de utilización se calcula con una interpolación de acuerdo a las reflectancias y la cavidad del local, después de esto se utiliza la siguiente tabla.

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (u)														
		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			
	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

Tabla 2.3 Coeficiente de utilización

Donde hm es la distancia que existe entre el plano o la altura de trabajo y la altura del montaje de la luminaria, l corresponde a la longitud del local, y a respectivamente al ancho de dicho local. Para determinar el coeficiente de utilización se debe de tener en cuenta la interpolación de los datos de la reflectancias efectivas de la superficie y el índice de la cavidad del local.

Para el diseño de la iluminación también es importante conocer el factor de mantenimiento, que es la relación de la iluminancia promedio en el plano de trabajo después de un periodo determinado de uso de una instalación y la

luminancia promedio obtenida al empezar a funcionar la misma como nueva. El factor de mantenimiento está definido por la siguiente expresión.

$$FM = FE * DLB * FB \quad (2.2)$$

Donde FM corresponde al factor de mantenimiento, FE es la depreciación de la luminaria por suciedad, DLB es la depreciación por disminución del flujo luminoso de la bombilla, y FB EL factor de balasto. Para facilitar el proceso se puede también escoger el FM de una de las tablas otorgadas por la CIE (En español “Comisión Internacional de Iluminación”).

En las cuales basta con especificar la frecuencia con la que se le realizará mantenimiento a la instalación de iluminación, el tipo de luminaria y finalmente las condiciones medioambientales a las que será sometido el sistema de iluminación.

Frecuencia de limpieza.(años)	1				2			
	P	C	N	D	P	C	N	D
Condiciones ambientales.								
Luminarias abiertas.	0,96	0,93	0,89	0,83	0,93	0,89	0,84	0,78
Reflector parte superior abierta.	0,96	0,90	0,86	0,83	0,89	0,84	0,80	0,75
Reflector parte superior cerrada.	0,94	0,89	0,81	0,72	0,88	0,80	0,69	0,59
Reflectors cerrados.	0,94	0,88	0,82	0,77	0,89	0,83	0,77	0,71
Luminarias a prueba de polvo.	0,98	0,94	0,90	0,86	0,95	0,91	0,86	0,81
Luminarias con emision indirecta.	0,91	0,86	0,81	0,74	0,86	0,77	0,66	0,57

Tabla 2.4 Valores de FM sugeridos por la CIE.

En donde:

P: Pure - Puro o muy limpio

C: Clean - Limpio

N: Normal

D: Dirty - Sucio.

El flujo luminoso total requerido (φ_{tot}) indica cual es el flujo luminoso total requerido para producir la iluminancia media (E_{medio}) previamente especificada.

El flujo total viene dado por la siguiente expresión:

$$\varphi_{tot} = \frac{E_{medio} * A}{CU * FM} [lm] \quad (2.3)$$

Donde

ϕ_{tot} : Flujo luminoso total requerido [lm]

E medio: Iluminancia media requerida [lx]

A: Área del local

CU: Coeficiente de utilización

FM: Factor de mantenimiento.

Después de obtener el flujo total luminoso, se obtiene el número de luminarias a utilizar en la instalación, para poder conocer este valor se debe de tener en cuenta el flujo luminoso emitido por cada lámpara. El número de luminarias se puede obtener con la siguiente expresión.

$$N = \frac{\phi_{tot}}{\phi_l * n} \quad (2.4)$$

Dónde:

N: Número de luminarias requeridas

n: Número de bombillas por luminaria

ϕ_{tot} : Flujo luminoso total o requerido [lm]

ϕ_l : Flujo luminoso por bombilla [lm].

Después de calcular N, que normalmente no es un número entero, se deberá escoger el número de luminarias a utilizar lo más aproximado a N y en caso de presentarse dos o más opciones se deberán evaluar todas y elegir la más conveniente. Después de determinar el número de luminarias a utilizar se deberá calcular el flujo luminoso real emitido por éstas, la siguiente expresión representa el cálculo de dicho flujo luminoso real.

$$\phi_{real} = N * n * \phi_L \quad (2.5)$$

Dónde:

ϕ_{real} : Flujo luminoso real emitido [lm]

N: Numero de luminarias requeridas

n: Número de bombillas por luminaria

ϕ_L : Flujo luminoso por bombilla [lm].

Teniendo ya calculado ϕ_{real} se debe calcular la iluminancia promedio que se obtendrá con este valor. La iluminancia promedio está determinada por la siguiente ecuación:

$$E_{prom} = \frac{\phi_{real} * CU * FM}{A} \quad (2.6)$$

Dónde:

ϕ real: Flujo luminoso real emitido por el número de luminarias (lm)

CU: Coeficiente o factor de utilización

FM: Factor de mantenimiento

A: Área de la edificación

Calculo del calibre de los alimentadores.-

Existen varios métodos para calcular el calibre de los alimentadores principales de una instalación eléctrica residencial, a saber: Por Corriente, Por Caída de Tensión y Por Resistencia de los Conductores. Puede haber más formas, pero los tres métodos especificados son los más comunes.

Método de corrientes para calcular el calibre de los alimentadores principales, se determina la CARGA TOTAL de la residencia o casa-habitación de la cual se calculará el calibre de los alimentadores principales. Se aplica la fórmula:

$$I = \frac{P}{V * 0.9} \quad (2.7)$$

En donde: I es la corriente que pasará por los conductores (amperes); P es la carga total (Watts); V es el voltaje que llega a la residencia por medio de la acometida (127 Volts-ca para el caso de una instalación que no rebasa los 5,000 Watts); y, 0.9 es el denominado factor de potencia el cual regularmente es del 90% por la combinación de cargas resistivas e inductivas existentes en la instalación eléctrica.

Con la I, se determina una Ic (corriente corregida) multiplicándola por un factor de demanda o factor de utilización (f.d.) el cual tiene un valor que varía de la siguiente manera.

Primeros 3,000 VA o menos: 100%; 1

De 3,001 a 120,000 VA: 35%; 0.35

A partir de 120,000 VA: 25%; 0.25

En virtud de que el factor de demanda o utilización especificado en la Norma Oficial, varía mucho antes y después de los 3000 Watts, puede utilizarse a cambio uno más acorde de 0.6 o 0.7 correspondiente al 60% y 70% respectivamente...

Para calcular la Corriente Corregida simplemente se multiplica la I por el f.d. o sea:

$$Ic = (I)(f.d) \quad (2.8)$$

Con la Ic se busca el calibre del conductor en las tablas correspondientes, dependiendo de la marca del fabricante y de si estará al aire libre (instalación visible) o en tubo (instalación oculta).

2.1 Descripción de software de DiaLux

El software DIALux es un programa gratuito que permite realizar diseños de instalaciones de iluminación tanto interior como exterior, está basado y de hecho da la posibilidad de trabajar en conjunto con el software de diseño gráfico AUTOCAD lo cual facilita el proceso de diseño, pues cuando se utiliza ésta opción solo es necesario cargar el diseño de la edificación en el DIALux y sobre este realizar el diseño de la instalación de iluminación.

Otras de las aplicaciones más importantes de DIALux consisten en que permite visualizar en gráficos tridimensionales los diagramas polares de la distribución luminosa de las luminarias utilizadas, representa gráficamente por medio de colores y líneas los niveles de iluminancia en la edificación y permite calcular los niveles de deslumbramiento o UGR, entre otros.

Aunque el software cuenta con muchos parámetros ya establecidos para su funcionamiento, posee la importante característica de incluir diseños o parámetros propios del usuario como por ejemplo, se puede tomar una fotografía de una superficie e incluirla para su uso en el DIALux, de esta manera se puede estar seguro de que los datos obtenidos en la simulación sean lo más cercanos posible a los efectos reales que se presentarán una vez instalado el sistema de iluminación diseñado.

También es posible mediante las figuras básicas (cubos, triángulos, cilindros) construir objetos propios y almacenarlos para su uso posterior, o simplemente se puede cargar un objeto tridimensional hecho en AUTOCAD e importarlo a DIALux.

La manera en que DIALux modela sus luminarias y lámparas es a través de catálogos interactivos otorgados por los fabricantes de las mismas; en estos catálogos basta con seleccionar el tipo de aplicación de la instalación, tales como comercial, industrial, residencial o decorativa y aparecerán toda una gama de luminarias disponibles junto con sus datos luminotécnicos. Éstas luminarias se pueden insertar en la edificación bien sea una por una o se puede utilizar uno de los asistentes que posee este programa.

Finalmente cuando el diseño de un sistema de iluminación es terminado el programa se encargará de realizar la correcta organización de todos los aspectos del diseño en forma de documento de formato PDF, son tantos los resultados que entrega que se debe seleccionar de una gran lista los requeridos para la presentación del diseño según el tipo de parámetros medidos, aunque por supuesto algunos resultados son imprescindibles en la presentación del documento final.

El software DIALux está dividido en 2 aplicaciones, DIALux light y DIALux Professional. La aplicación Light como su nombre lo indica (liviano o ligero) sirve para el asesoramiento básico en un diseño de iluminación sencillo en cuanto a la simplicidad geométrica de la edificación a iluminar, mientras que la aplicación Professional permite una mejor determinación de los parámetros que definen el diseño de un sistema de iluminación.

Aunque ambas aplicaciones sugieren soluciones al momento de determinar el número de luminarias requeridas para proveer una iluminancia promedio, la mejor opción es proponer y simular el resultado obtenido mediante el cálculo manual, ya que en definitiva el propósito de utilizar el software es la facilidad y la rapidez con la que se realizan los cálculos mas no esperar a que el software solucione el problema. Debido a que la aplicación Light es considerada un asistente más que un software de diseño, el estudio de este proyecto se hará sobre la aplicación Professional.

Para realizar un proyecto utilizando DIALux Professional se cuentan con 3 opciones: Empezar un proyecto nuevo desde cero, en el cual se deben tener en cuenta las características físicas del local tales como escaleras, escalones, plataformas, vigas y columnas, etc. Luego de diseñar el nuevo local con estas características se procede a diseñar el sistema de iluminación sobre este mismo.

Crear un proyecto nuevo con el asistente de DIALux en el cual solo se deben especificar las características geométricas del local, además algunas configuraciones geométricas preestablecidas para ciertos tipos de local.

Utilizar un plano o edificación diseñado en AUTOCAD y cargarlo en DIALux, y utilizando éste como referencia se crea el nuevo local. Luego de terminado el diseño, hacer las debidas correcciones y obtenidos todos los datos luminotécnicos del diseño, la información de éstos aspectos y muchos otros será organizada en un documento formato PDF para su impresión y presentación; es decir, no hace falta hacer un trabajo escrito adicional detallando las características del diseño que se acaba de realizar.

2.3 Medidores de energía eléctrica

Los medidores de energía eléctrica Son Instrumentos que miden e indican magnitudes eléctricas, como corriente, carga, potencial y energía, o las características eléctricas de los circuitos, como la resistencia, la capacidad, la capacitancia y la inductancia. La información se da normalmente en una unidad eléctrica estándar: ohmios, volts, amperes, coulombs, henrys, faradios, watts o joules. Dado que todas las formas de la materia presentan una o más

características eléctricas es posible tomar mediciones eléctricas de un número ilimitado de fuentes.

Por su propia naturaleza, los valores eléctricos no pueden medirse por observación directa. Por ello se utiliza alguna propiedad de la electricidad para producir una fuerza física susceptible de ser detectada y medida. Por ejemplo, en el galvanómetro, el instrumento de medida inventado hace más tiempo, la fuerza que se produce entre un campo magnético y una bobina inclinada por la que pasa una corriente produce una desviación de la bobina.

Dado que la desviación es proporcional a la intensidad de la corriente se utiliza una escala calibrada para medir la corriente eléctrica. La acción electromagnética entre corrientes, la fuerza entre cargas eléctricas y el calentamiento causado por una resistencia conductora son algunos de los métodos utilizados para obtener mediciones eléctricas analógicas.

Para garantizar la uniformidad y la precisión de las medidas los medidores eléctricos se calibran conforme a los patrones de medida aceptados para una determinada unidad eléctrica, como el ohmio, el amper, el volt o el watt. Los patrones principales del ohmio y el amper se basan en definiciones de estas unidades aceptadas a nivel internacional y basadas en la masa, el tamaño del conductor y el tiempo.

Las técnicas de medición que utilizan estas unidades básicas son precisas y reproducibles. Por ejemplo, las medidas absolutas de amperes implican la utilización de una especie de balanza que mide la fuerza que se produce entre un conjunto de bobinas fijas y una bobina móvil. Estas mediciones absolutas de intensidad de corriente y diferencia de potencial tienen su aplicación principal en el laboratorio, mientras que en la mayoría de los casos se utilizan medidas relativas.

Los medidores analógicos son dispositivos cuya salida varía de forma continua y mantiene una relación fija con la entrada, la utilización de estos medidores en la actualidad está muy extendida, a pesar de que los instrumentos digitales crecen de manera exponencial en número, versatilidad y aplicaciones.

Un medidor analógico presenta un " agujero " en una posición por el que, conociendo el valor de la escala completa, por " analogía " deduce el valor medido. Se les conoce también como electromagnético porque el movimiento de la aguja es engendrado por el campo magnético de una bobina atravesada por la corriente medida que reacciona al campo magnético de un imán permanente interno al medidor

Estos medidores cuentan con ciertas ventajas por ejemplo presentan un Bajo Costo, En algunos casos no requieren de energía de alimentación.³ No tienen gran sofisticación y Presentan con facilidad las variaciones de los parámetros para visualizar si el valor aumenta o disminuye. Pero al igual tiene desventajas como Una poca resolución, típicamente no proporcionan más de 3 cifras, El error de paralaje limita la exactitud a $\pm 0.5\%$ a plena escala en el mejor de los casos, Las lecturas se presentan a errores graves cuando el instrumento tiene varias escalas y La rapidez de lectura es baja.

Un medidor eléctrico digital involucra, a partir de alguna etapa, un proceso digital es decir, ante una señal de entrada cuya variación sea continua, proporciona una salida un número finito o discreto de valores. La medición aparece en forma numérica.

Las ventajas de usar medidores eléctricos digitales son las siguientes: Tienen alta resolución alcanzando en algunos casos más de 9 cifras en lecturas de frecuencia, Mucha exactitud, No están sujetos al error de paralelaje., Pueden eliminar la posibilidad de errores por confusión de escalas. Y tienen una rapidez de lectura que puede superar las 1000 lecturas por segundo.

Como bien sabemos también los medidores eléctricos digitales cuentas con algunas desventajas como: tienen un costo elevado, Son complejos en su construcción, Las escalas no lineales son difíciles de introducir. En todos los casos requieren de fuente de alimentación.

3. DESARROLLO

3.1 Calculo de luminarias

En este apartado se realiza el diseño de un sistema de iluminación, para una casa residencial. Al diseñar un sistema de iluminación se deben de conocer principalmente las medidas del local. En este caso lo primero que haremos es el cálculo de la sala de estar, los datos que se tienen de la habitación se presentan a continuación.

Altura 2.5m
Longitud 7m
Anchura 4.15m
Color de Pared: Amarillo claro
Color de techo: Blanco
Color de piso: Gris oscuro
Plano de trabajo: 0.85m
Reflectancia del techo = 88%
Reflectancia de paredes = 65%

Antes de empezar con los cálculos, buscamos el tipo de luminaria a utilizar, en este caso es una luminaria de tipo empotrar, con una potencia de 46 w, lm de 3200. De acuerdo a la Tabla 2.1, los luxes medio que se necesita para este espacio es de 300 Lx. A continuación se procede a calcular la cavidad del local de acuerdo a la expresión (2.1) antes mencionada.

$$k = \frac{5 * 1.65 * (7 + 4.15)}{7 * 4.15} = 3.16$$

Debido a que en las tablas de CU el índice de cavidad del local es un número Entero, se realizará la aproximación de 3.16 a 3. Siguiendo con el procedimiento calculamos el CU de acuerdo a la Tabla 2.3, tenemos una reflectancia de 0.8 para el techo se elige el valor más cercano es este caso el 0.4, y así obtenemos que el valor de CU es de 0.71, de acuerdo a la tabla 2.2 obtenemos que el factor de mantenimiento es de 0.89

Calculo del flujo luminoso total requerido.

Con base a los datos ya obtenido anteriormente calculamos el flujo luminoso requerido de acuerdo a la expresión (3) antes dada

$$\varphi_{tot} = \frac{300 \text{ lx} * (7 * 4.15)}{0.71 * 0.89} = 13791.73 \text{ lm}$$

De acuerdo a esto calculamos el número de luminarias (2.4) necesarias para este espacio, después calculamos el flujo real (2.5) y por último la iluminancia promedio real (2.6).

$$N = \frac{13791.73}{3200} = 4.30 \approx 4 \text{ luminarias}$$

$$\varphi_{real} = 4 * 3200 = 12800 \text{ lm}$$

$$E_{prom} = \frac{12800 * 0.71 * 0.89}{29.05} = 278.42$$

Podemos observar que la iluminancia promedio real es de 278.42, lo cual es algo aproximado a la iluminancia total requerida, por lo tanto es aceptable utilizar 4 luminarias para este espacio. A continuación se presenta el diseño de las luminarias dentro del espacio.



Fig.3.1 Distribución de las luminarias en la sala

Siguiendo el procedimiento anterior procedemos a calcular las luminarias para el comedor, los lúxes requeridos para este espacio de acuerdo a la tabla 2.1 es de 150 lx los datos del espacio se presentan a continuación

Altura 2.5

Largo 3.15m

Ancho 3 m

Color de pared amarillo claro

Color de techo blanco

Color de piso: gris oscuro

Plano de trabajo: 0.85m

Reflectancia del techo = 88%

Reflectancia de paredes = 65%

De acuerdo a la metodología establecida para realizar el diseño de un sistema de iluminación, se procede con el cálculo de la cavidad del local, recordemos que con base a esta obtenemos el coeficiente de utilización de acuerdo a la tabla 2.3.

$$k = \frac{5 * 1.65 * (3 + 3.15)}{3 * 3.15} = 5.36$$

De acuerdo a lo anterior se obtiene un valor de la cavidad del local de 5.36, con basa a ello obtenemos un coeficiente de utilización de acuerdo a la tabla y con la interpolación de los datos, obtenemos un coeficiente de utilización de 0.73.

Calculo del flujo luminoso total requerido.

$$\varphi_{\text{tot}} = \frac{150 \text{ lx} * (3 * 3.15)}{0.73 * 0.89} = 2181.77 \text{ lm}$$

De acuerdo a esto calculamos el número de luminarias necesarias para este espacio, después calculamos el flujo real y por último la iluminancia promedio real.

$$N = \frac{2181.77}{2 * 800} = 1.36 \approx 2 \text{ luminarias}$$

$$\varphi_{\text{real}} = 2 * 800 = 1600 \text{ lm}$$

$$E_{\text{prom}} = \frac{1600 * 0.73 * 0.89}{9.45} = 110$$



Fig.3.2 Distribución de las luminarias en el comedor

Calculo de luminarias para la cocina.

Siguiendo el mismo procedimiento calculamos las luminarias para la cocina.

Altura 2.5

Largo 3.15m

Ancho 3.70 m

Color de pared amarillo claro

Color de techo blanco

Color de piso: gris oscuro
Plano de trabajo: 0.85m
Reflectancia del techo = 88%
Reflectancia de paredes = 65%

Calculo de la cavidad del local

$$k = \frac{5 * 1.65 * (3.70 + 3.15)}{3.70 * 3.15} = 4.84$$

Tenemos que la cavidad del local es de 4.22 aproximadamente 5, en base a la tabla 2.3, obtenemos que el coeficiente de utilidad es de 0.73 y un factor de mantenimiento de 0.89

Calculo del flujo luminoso total requerido.

$$\varphi_{tot} = \frac{300 \text{ lx} * (3.7 * 3.15)}{0.73 * 0.89} = 5381.71 \text{ lm}$$

ya que obtuvimos el flujo luminoso total requerido, calculamos el número de luminarias requeridas para este espacio.

$$N = \frac{5381.71}{3200} = 1.68 \approx 2 \text{ luminarias}$$

Antes de diseñar, comprobamos si el flujo luminoso así como el número de luminarias son las necesarias para este espacio, para poder comprobarlo calculamos el flujo luminoso real.

$$\varphi_{real} = 2 * 3200 = 6400 \text{ lm}$$

$$E_{prom} = \frac{6400 * 0.73 * 0.89}{11.655} = 356.76$$





Fig.3.3 Distribución de las luminarias en la cocina

Calculo del dormitorio de la planta baja

Altura 2.5

Largo 4.41m

Ancho 3.51 m

Color de pared rosa claro

Color de techo blanco

Color de piso: gris oscuro

Plano de trabajo: 0.85m

Reflectancia del techo = 88%

Reflectancia de paredes = 45%

Tipo de luminaria:

Calculo de la cavidad del local

$$k = \frac{5 * 1.65 * (4.41 + 3.1)}{4.41 * 3.51} = 4.22$$

Con base a lo anterior decimos que la cavidad del local es de 4.22, aproximadamente 4, apoyándonos de la tabla 2.3 el coeficiente de utilización es de 0.61 y un factor de mantenimiento de 0.89

Calculo del flujo luminoso total requerido.

$$\varphi_{tot} = \frac{100 \text{ lx} * (4.41 * 3.51)}{0.61 * 0.89} = 2851.18 \text{ lm}$$

De acuerdo a esto calculamos el número de luminarias necesarias para este espacio, después calculamos el flujo real y por último la iluminancia promedio real.

$$N = \frac{2851.18}{668} = 4.26 \approx 4 \text{ luminarias}$$

$$\varphi_{\text{real}} = 4 * 668 = 2672 \text{ lm}$$

$$E_{\text{prom}} = \frac{2672 * 0.61 * 0.89}{15.47} = 93.71 \text{ lx}$$



Fig.3.4 Distribución de las luminarias en el cuarto

Calculo de luminarias para el baño

Altura 1.49

Largo 2.5m

Ancho 3.51 m

Color de pared rosa claro

Color de techo blanco

Color de piso: gris oscuro

Plano de trabajo: 0.85m

Reflectancia del techo = 88%

Reflectancia de paredes = 45%

Tipo de luminaria:

Calculo de la cavidad del local

$$k = \frac{5 * 1.65 * (2.5 + 1.49)}{2.5 * 1.49} = 8.56$$

Tenemos una cavidad de local de 8.56, un factor de mantenimiento de 0.89 y un coeficiente de utilización de 0.73

Calculo del flujo luminoso total requerido.

$$\varphi_{\text{tot}} = \frac{100 * (2.5 * 1.49)}{0.73 * 0.89} = 573.34 \text{ lm}$$

Calculo de luminarias requeridas de acuerdo al flujo luminoso total requerido.

$$N = \frac{573.34}{668} = 0.85 \approx 1 \text{ luminarias}$$

$$\varphi_{\text{real}} = 1 * 668 = 668 \text{ lm}$$

$$E_{\text{prom}} = \frac{668 * 0.73 * 0.89}{3.725} = 116.50 \text{ lx}$$



Fig.3.5 Distribución de las luminarias en el baño

Cálculo de luminarias planta alta.-

Calculo del cuarto principal.

Altura 1.49

Largo 5 m

Ancho 4.15 m

Color de pared amarillo claro

Color de techo blanco

Color de piso: gris oscuro

Plano de trabajo: 0.85m

Reflectancia del techo = 88%

Reflectancia de paredes = 45%

Calculo de la cavidad del local

$$k = \frac{5 * 1.65 * (5 + 4.15)}{5 * 4.15} = 3.63$$

Obtenemos una cavidad de local de 3.63, un factor de mantenimiento de 0.89 y un coeficiente de utilización de 0.69

Calculo del flujo luminoso total requerido.

$$\varphi_{tot} = \frac{100 * (5 * 4.15)}{0.69 * 0.89} = 3378.92 \text{ lm}$$

Calculo de luminarias requeridas de acuerdo al flujo luminoso total requerido.

$$N = \frac{3378.92}{668} = 5.05 \approx 5 \text{ luminarias}$$

$$\varphi_{real} = 5 * 668 = 3340 \text{ lm}$$

$$E_{prom} = \frac{3340 * 0.69 * 0.89}{(5 * 4.15)} = 98.84 \text{ lx}$$

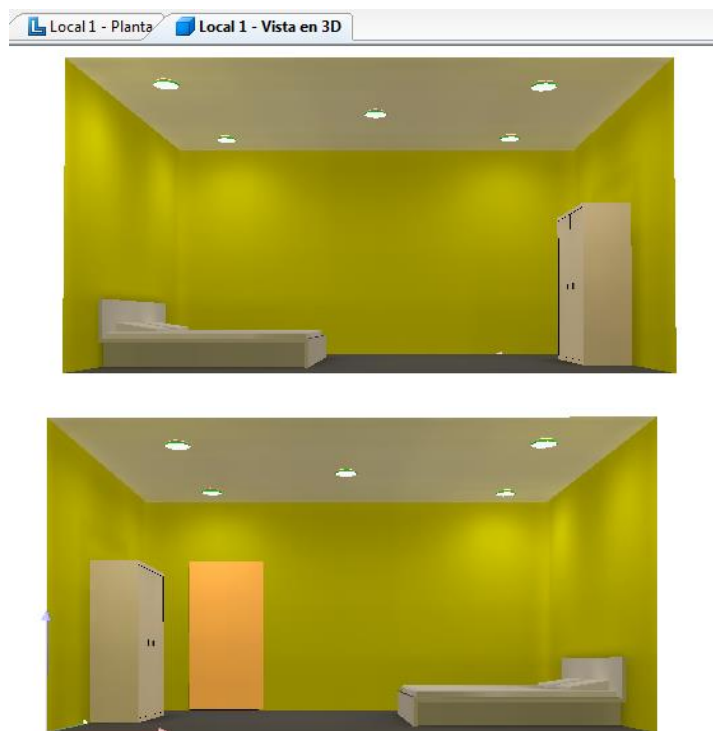


Fig.3.6 Distribución de las luminarias en el cuarto

Calculo del cuarto de lavado

Altura 1.49

Largo 6m

Ancho 3.51 m

Plano de trabajo: 0.85m

Calculo de la cavidad del local

$$k = \frac{5 * 1.65 * (6 + 3.51)}{6 * 3.51} = 3.72$$

Obtenemos una cavidad de local de 4, un factor de mantenimiento de 0.89 y un coeficiente de utilización de 0.70

Calculo del flujo luminoso total requerido.

$$\varphi_{tot} = \frac{150 * (6 * 3.51)}{0.70 * 0.89} = 5070.62 \text{ lm}$$

Calculo de luminarias requeridas de acuerdo al flujo luminoso total requerido.

$$N = \frac{5070.62}{4650} = 1.09 \approx 1 \text{ luminaria}$$

$$\varphi_{real} = 1 * 4650 = 4650 \text{ lm}$$

$$E_{prom} = \frac{4650 * 0.7 * 0.89}{(6 * 3.51)} = 137.55 \text{ lx}$$

3.2 cálculo de conductores

En este apartado se describe el desarrollo del cálculo de los conductores a utilizar en la instalación eléctrica, en las siguientes tablas se puede apreciar la potencia utilizada en la planta baja, planta alta y en la cocina de la casa residencial.

APARATO	Potencia (W)	Cantidad	Potencia Total (W)
---------	--------------	----------	--------------------

Televisor	75	2	150
Ordenador	230	1	230
Secadora de cabello	2000	1	2000
Aspiradora	1200	1	1200
Estereo	75	1	75
Ventilador de techo	65	4	260
Luminarias	42	11	462
Potencia total			4377 W

Tabla 3.1 Cargas en la planta baja

De acuerdo a la tabla calculamos la corriente en la planta baja de la siguiente manera:

$$I = \frac{4377w}{127 * 0.9} = 38.29 A$$

Calculamos la I_c , utilizamos un factor de utilización de 0.35

$$I_c = (38.29)(0.35) = 13.40 A$$

De acuerdo a la tabla de conductores, el conductor necesario para esta instalación es un cable de calibre 14 AWG.

Aparato	Potencia (W)	cantidad	Potencia total (W)
Luminarias	46	16	736
Computadora	230	1	230
Televisor	75	2	150
Ventilador	65	2	130
Carga total			1246 W

Tabla 3.2 Cargas en la planta alta

$$I = \frac{1246}{127 * 0.9} = 10,9 A$$

Debido a que el factor de utilización es menor a 3000 VA, la corriente corregida seria la misma 10.9 A; calibre 14 AWG.

APARATO	Potencia (W)	cantidad	Potencia total (W)

Horno de microondas	1200	1	1200
Lavadora automática	400	1	400
Licuadaora	400	1	400
Cafetera	750	1	750
Plancha	1000	1	1000
Refrigerador	375	1	375
Secadora de ropa	5600	1	5600
Luminaria	46	3	138
Carga total			9863

Tabla 3.3 Cargas en el área de cocina

$$I = \frac{9863}{127 * 0.9} = 86.29 A$$

$$I_c = (86.29)(0.35) = 30.20 A$$

Basándose en la tabla el calibre de conductor necesario es el 10 AWG.

3.3 Descripción del módulo de consumo eléctrico

En este capítulo describiremos de manera general el funcionamiento del módulo de consumo eléctrico. Este módulo de consumo eléctrico cuenta con una pantalla de cristal, la cual en un inicio nos presenta la hora, fecha, el consumo total del día, historial de consumo, y unas opciones en las cuales nos presentan el consumo en la planta baja, alta y en la cocina. En la siguiente imagen se puede observar la pantalla del módulo.

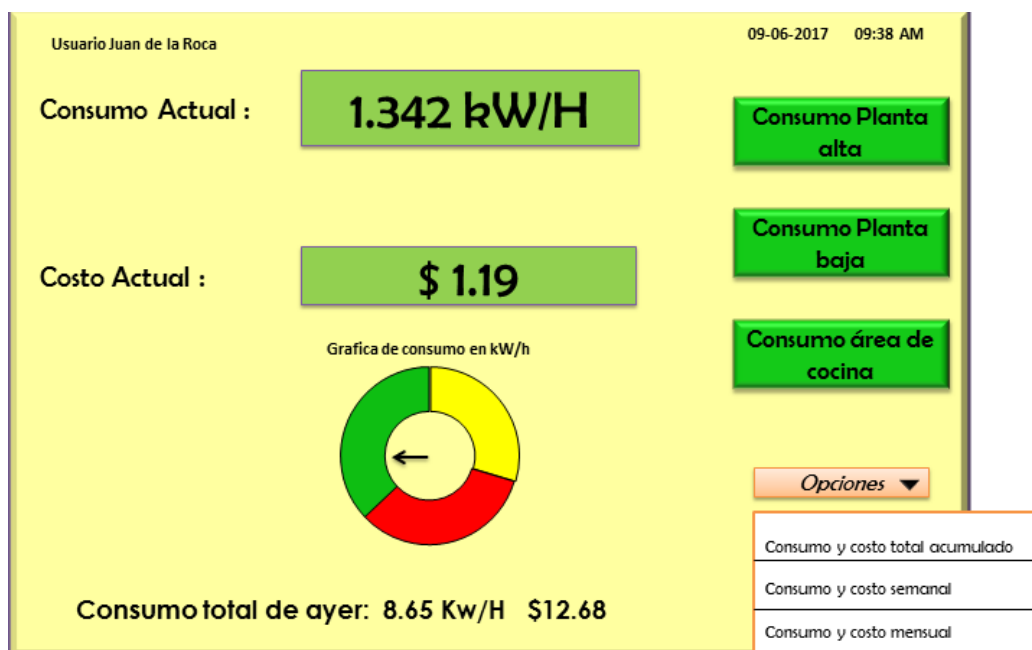


Fig.3.6 Interfaz del módulo de consumo eléctrico

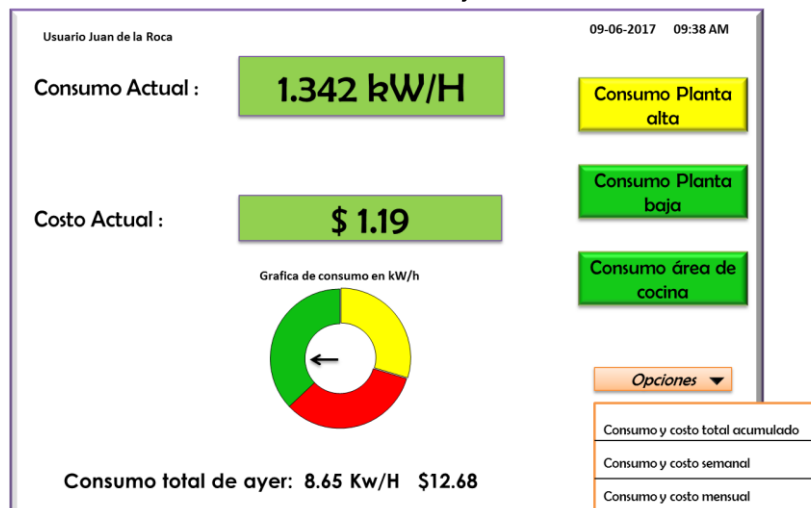
El módulo de consumo eléctrico se encuentra conectado a una red Ethernet, y enlazado a la página del suministro de energía; lo cual permite actualizar la hora y las tarifas horarias de manera constante, al igual actualiza los costos de las tarifas de una manera automática, sin la necesidad de que el usuario intervenga.

Para medir la corriente se utiliza un transformador de núcleo dividido, estos funcionan de modo pinza amperimétrica, y ofrecen una facilidad de utilización debido a que no es necesario abrir el circuito, para poder obtener las mediciones. Este sensor tiene una terminación con un conector Jack de 3.5 mm, el cual se usa como conexión del sensor al dispositivo.

Comportamiento.- En el momento en el que el dispositivo se conecta, este comprueba que a través del módulo de Wi-Fi, exista una conexión a internet. En este caso existen dos opciones la primera sería que si exista una conexión a internet y la segunda que no existiera dicha conexión.

Si se llega a presentar la segunda opción, es decir que no exista una conexión a internet este se reinicia de manera automática, hasta establecer una conexión con el proveedor del servicio. Cuando se establece la conexión con el servidor, el sensor empieza a trabajar en conjunto con el arduino y la Raspberry, enviando información a través de la red de internet, para después ser transmitida en la pantalla.

En la pantalla se expresan tres mediciones de consumo que son planta baja, planta alta, y el área de cocina, en el momento en que en algunas de estas tres secciones se presente un consumo medio, el arduino manda una señal, para que a través de la pantalla se pueda expresar en un color amarillo el área donde se esta elevando el consumo. Del mismo modo en el momento en que el consumo sea demasiado alto o exista una caída de tensión, automáticamente el área donde ocurra se tornara en color rojo.



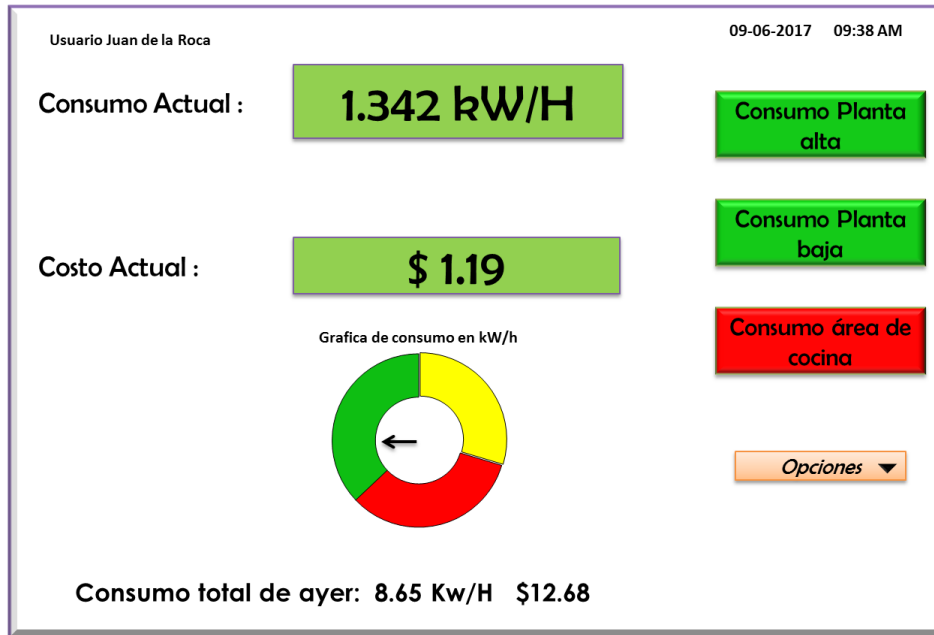


Fig.3.7 Interfaz del comportamiento del módulo de consumo eléctrico

4. Resultados y Conclusiones

Del presente trabajo como resultados, obtuvimos el número de luminarias que necesita cada espacio de la casa, basándonos en los cálculos correspondientes para luminarias y de acuerdo a la cantidad de luxes que se necesitan en cada espacio. Con ayuda del programa de DIALux, observamos la distribución de las luminarias para cada espacio de la casa.

Para poder comprobar si el número de luminarias son los necesarios para el espacio, se comprobaron a través de la iluminancia promedio real, las cuales deben de ser aproximados con los luxes establecido en los datos de los cálculos.

De acuerdo a la potencia obtenida de cada espacio de la casa, se pudo obtener los valores de consumo en kW/h, los cuales sirven para configurar el módulo de consumo eléctrico. Esto ayuda para poder hacer las lecturas de consumo correspondiente, y en un dado caso para alertar al usuario cuando exista algún problema en la instalación eléctrica o bien cuando exista un exceso de consumo.

Conclusiones

El cálculo de las luminarias es importante antes de realizar una instalación eléctrica. Ya que con base a esto sabemos el número de luminarias necesarias

para instalar en un espacio, es importante que cuando se obtienen los cálculos se pueda visualizar de manera virtual, porque de esta manera sabemos, si la intensidad de las lámparas es la necesaria para este espacio.

Logramos desarrollar una guía completa para el cálculo de luminarias, la cual no solo nos ha servido a nosotros, también puede servir a cualquier persona, sin necesidad de ser experto en los sistemas de iluminación. Se comprendieron de manera clara todos los aspectos que componen a un sistema de iluminación.

Es importante que en un hogar exista un módulo de consumo eléctrico, ya que es un apoyo a la economía de los hogares; es importante que el modulo no solo sea capaz de leer el consumo, sino que sea capaz de alertar en el momento en el que sucede un problema en la instalación eléctrica o se ha excedido el consumo eléctrico.

Bibliografía

[1] Jorge Olvera Ortega, Instituto Politécnico Nacional, Mayo 2010

[2] Jesús Miguel Torres Jorge, Universidad de Laguna, Abril 2009

[3] Jorge de la Rosa Fernández, Universidad autónoma de Nuevo León, 2012

[4] Sánchez Lahuerta José Manuel, Universidad Carlos III de Madrid, 2010