



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN**

AHORRO DE ENERGÍA MEDIANTE ILUMINACIÓN LED

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTA:
RAÚL GONZÁLEZ CALDERÓN**

ASESOR: ING. CASILDO RODRÍGUEZ ARCINIEGA

CUAUTILÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNAM
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
 DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLAN
 PRESENTE



DEPARTAMENTO DE
 EXAMENES PROFESIONALES

ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
 Jefa del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

"Ahorro de Energía Mediante Iluminación LED"

Que presenta el pasante Raúl González Calderón

Con número de cuenta: 30004853-3 para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlan Izcalli, Mex. a 17 de Enero de 2011

PRESIDENTE Ing. Casildo Rodríguez Arciniega

VOCAL Ing. Jaime Rodríguez Martínez

SECRETARIO Ing. José Castillo Sánchez

1er SUPLENTE M. en A.I. Pedro Guzmán Tinajero

2º SUPLENTE Ing. Fernando Fierro Téllez

Casildo
Jaime
José
Pedro
Fernando

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Raúl González y Myriam Calderón.

Agradezco todo el apoyo y el amor que me han brindado durante todo este tiempo, porque si no fuera por ellos yo no habría logrado lo que he hecho hasta ahora.

A mis hermanos

Por su presencia y apoyo incondicional.

A mi tío Lic. Jorge Calderón por todo su apoyo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por la formación que me brindo en especial al Ing. Casildo Rodríguez Arciniega por el apoyo para la realización de este trabajo.

ATTE. RAUL GONZALEZ CALDERON

ÍNDICE

INTRODUCCION.....	7
-------------------	---

CAPÍTULOS

1. PRINCIPIOS GENERALES DEL LED

1.1	Que es un LED.....	9
1.2	Que es un diodo	10
1.3	Historia de los LED.....	11
1.4	Principios de su funcionamiento.....	15
1.5	Como está conformado.....	19
1.6	Tipos de LED.....	25
1.7	Porque los LED.....	27
1.8	Ventajas que ofrecen los dispositivos LED.....	29

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1	Hipótesis.....	33
2.2	Investigación teórica.....	33
2.3	Investigación de campo.....	33

3. LUMINARIOS LED

3.1	Que es un luminario LED.....	35
3.2	Como está conformado un luminario LED.....	36
3.3	Tipos de luminarios LED que existen en el mercado...	52
3.4	Construcción de un LED.....	48

4. ANÁLISIS DE LUMINARIOS.

- 4.1 Comparación entre un luminario LED y un tradicional..55
- 4.2 Resultados de la comparación entre luminarias.....60

5. COMBINACIÓN DE TECNOLOGÍAS

- 5.1 Las energías renovables.....67
- 5.2 Adaptación de las energías renovables a los LED.....72

6. EL FUTURO DE LOS LED EN MÉXICO

- 6.1 Aplicación de un cuestionario sobre la tecnología LED.
 - 6.1.1 Características del cuestionario.....79
 - 6.1.2 Población muestra.....82
 - 6.1.3 Resultados.....82
- 6.2 El futuro de los luminarios LED en México.....83

CONCLUSIONES.....87

BIBLIOGRAFÍA.....89

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene la finalidad de establecer los beneficios que se obtienen con el uso de la tecnología LED, lo que deriva en ahorro de energía y consecuentemente en la protección del medio ambiente. Adicionalmente se establecieron los problemas a los que se enfrenta la población mexicana en el uso de dicha tecnología.

En los trabajos de tesis regularmente se realizan investigaciones teóricas, debido a las dificultades económicas de los egresados para llevar a cabo investigaciones teórico-prácticas. No obstante las limitaciones económicas, la presente tesis conjunta la teoría con la práctica.

El trabajo se estructuró de la manera siguiente: El primer capítulo contiene la investigación teórica general sobre los LED, sus componentes, formas, principios, tipos y ventajas que ofrecen, lo que permite visualizar sus ventajas respecto a los focos tradicionales.

El segundo capítulo presenta la metodología de la investigación realizada, en la que la teoría permitió conocer las características y avances en la tecnología LED a nivel internacional y las luminarias correspondientes; por otro lado, el trabajo de campo dejó ver los problemas para la aplicación y desarrollo de la tecnología LED en México.

En el tercer capítulo, se presentan los luminarios LED, su estructura y tipos, así como la construcción de un luminario LED, a fin de establecer los problemas que se enfrentan en la elaboración de luminarios y las necesidades técnicas para que sean más accesibles a cualquier bolsillo.

El capítulo cuarto, presenta la comparación entre los luminarios LED y los luminarios tradicionales, básicamente sus resultados.

En el capítulo quinto, se presenta la importancia de las energías renovables y su uso en los luminarios LED, con el propósito de hacer notar los ahorros de energía y consecuentemente los recursos naturales no renovables.

El capítulo sexto, presenta las características de un cuestionario que se aplicó a diferentes estratos de la sociedad mexicana, detectándose que la aplicación de la tecnología LED depende de la inversión correspondiente. Por otro lado, se presenta con base en la información recabada el futuro de la iluminación LED en México.

A través del presente trabajo se pudo precisar que la tecnología y su aplicación en México dependen de factores económicos y culturales, que en ambos casos son obstáculos difíciles de salvar para avanzar en el uso de la nueva tecnología.

1. PRINCIPIOS GENERALES DEL LED

1.1 ¿QUÉ ES UN LED?

Diodo emisor de luz, también conocido como LED (acrónimo del inglés de Light-Emitting Diode). Un diodo es un dispositivo semiconductor de unión que puede emitir radiación visible, infrarroja o ultravioleta. Esta emisión de luz se debe a la inyección de electrones a un semiconductor, cuando se hace pasar un flujo de corriente eléctrica a través de este en sentido directo. La luz emitida en este caso procede de la recombinación electrón-hueco.¹

Esto se ve claramente cuando un electrón se recombina, es decir cae desde un nivel sin ligadura o de alta energía, a su estado neutro y se obtiene luz de una longitud de onda correspondiente a la diferencia de los niveles de energía asociada con esta transición.

En los diodos emisores de luz, el suministro de electrones de mayor energía proviene de la polarización directa, inyectando electrones en la región N y huecos en la región P que pueden estar hechas del mismo o diferente semiconductor. Los huecos y electrones inyectados se recombinan con los portadores mayoritarios próximos a la unión. La radiación por la recombinación es emitida en todas direcciones, observándose la mayor radiación en la superficie superior, porque el promedio de material entre la unión y esta superficie es mínimo.

El color de la luz emitida (longitud de onda) está determinado por la energía del fotón y depende del material semiconductor empleado, en general, esta energía es aproximadamente igual a la energía de salto de banda del material semiconductor en la región activa del LED y puede

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Led>

variar desde el ultravioleta hasta el infrarrojo, pasando por el visible. Los diodos emisores de luz que emiten luz ultravioleta también reciben el nombre de UV LED (UltraViolet Light-Emitting Diode) y los que emiten luz infrarroja suelen recibir la denominación de IRED (Infra-Red Emitting Diode).

1.2 ¿QUÉ ES UN DIODO?

Diodo. Dispositivo que permite el paso de la corriente eléctrica en una dirección única. El diodo ideal presenta propiedades de ser unidireccional, esto es, si se aplica un voltaje con una polaridad determinada, el diodo permite el flujo de corriente con resistencia despreciable y con un voltaje de la polaridad opuesta que no permitirá el paso de la corriente.²

En la construcción del diodo semiconductor, se colocan dos materiales semiconductores con contenido de carga opuesta uno al lado del otro. Un material semiconductor es el silicio o el germanio, por estar cargados excesivamente de partículas negativas (electrones). El otro material es del mismo tipo semiconductor con la diferencia de que este tiene la ausencia de cargas negativas.

Cuando se aplica un voltaje de polarización directa (voltaje de corriente directa) la región iónica en la unión se reduce y los portadores negativos en el material tipo n pueden superar la barrera negativa restante, iones positivos y continuar su camino hasta el potencial aplicado.

Semiconductores como su nombre lo indica, conducen la corriente bajo ciertas condiciones. Existen materiales capaces de conducir corriente eléctrica mejor que otros. Generalizando, se dice que los

² Circuitos integrados y dispositivos semiconductores. Deboo, gordon edit. Maracombo. pág. 34

materiales que presentan poca resistencia al paso de la corriente eléctrica son conductores. Analógicamente los que ofrecen mucha resistencia al paso de la corriente son llamados aislantes. No existe un aislante perfecto y tampoco el conductor perfecto

Los elementos químicos semiconductores de la tabla periódica se indican en la siguiente tabla.

Elemento	Grupo	Electrones en la última capa
Cd	22(IIA)	2e ⁻
Al, Ga, B, In	13(IIIA)	3e ⁻
Si, Ge	14(IV A)	4e ⁻
P, As, Sb	15(V A)	5e ⁻
Se, Te, (S)	16(VI A)	6e ⁻

Tabla 1.1 Elementos químicos que contienen los semiconductores.

El elemento semiconductor más usado es el silicio, aunque idéntico comportamiento presentan las combinaciones de elementos de los grupos II y III, con los grupos V y VI respectivamente. Recientemente se ha comenzado a emplear el azufre.

1.3 HISTORIA DE LOS LED

En la década de los 60's Nick Holonyak Jr., inventó el primer diodo emisor de luz (LED) en los laboratorios de General Electric. Estos primeros LED eran de color rojo y se emplearon básicamente como indicadores de encendido o apagado.

El primer LED comercialmente utilizable fue desarrollado en el año 1962, combinando Galio, Arsénico y Fósforo (GaAsP) con lo cual se consiguió un LED rojo con una longitud de onda de emisión de unos

650nm con una intensidad relativamente baja, aproximadamente 10 mCd a 20 mA, (mCd = mili candela). El siguiente tipo de LED se basó en el uso del Galio en combinación con el Fósforo (GaP), con lo cual se consiguió una longitud de onda de emisión del orden de los 700 nm. A pesar de que se conseguía una eficiencia de conversión electrón- fotón o corriente-luz más elevada que con el GaAsP, esta se producía a relativamente bajas corrientes, un incremento en la corriente no generaba un aumento lineal en la luz emitida, sumado a esto se tenía que la longitud de onda de emisión que estaba muy cerca del infrarrojo, para lo cual el ojo humano no es muy sensible, por lo que el LED parecía tener bajo brillo a pesar de su alto desempeño de conversión.

En la década de los 70's aparecen los LED de color verde, amarillo y naranja. En el mercado de aparatos su uso se diversifica en calculadoras, relojes digitales y equipos de monitoreo.

Ya avanzada la década de los 70s, se introdujeron nuevos colores al espectro. Distinta proporción de materiales produjo distintos colores. Así se consiguieron colores verde y rojo utilizando GaP y ámbar, naranja y rojo de 630 nm (el cual es muy visible) utilizando GaAsP. También se desarrollaron LED infrarrojos, los cuales se hicieron rápidamente populares en los controles remotos de los televisores y otros artefactos para el hogar.

En el inicio de la década de los 80's, se desarrollaron LED de mayor calidad con nuevas tecnologías, más eficientes y consumiendo menor energía, los cuales generaban 10 veces más luz en comparación a las generaciones anteriores.

Los LED continúan avanzando en cuanto a resultados lumínicos. Se desarrollan LED mejores con nuevas tecnologías. Son más

eficientes, utilizan menor energía y generan niveles de brillo diez veces más potentes a los anteriores. Se utilizan en la señalización de tránsito y en carteles de exteriores.

A finales de la década de los 80's y principios de los 90's, se tienen grandes avances en control y calidad de los LED, lo que permite su entrada a mercados para uso más rudo.

Un nuevo material entró en escena el (GaAlAs) Galio, Aluminio y Arsénico. Con la introducción de este material el mercado de los LED empezó a despegar ya que proveía una mayor performance sobre los LED desarrollados previamente. Su brillo era aproximadamente 10 veces superior y además se podía utilizar a elevadas corrientes lo que permitía utilizarlas en circuitos multiplexados con lo que se los podía utilizar en display y letreros de mensaje variable. Sin embargo este material se caracteriza por tener un par de limitaciones, la primera y más evidente es que se conseguían solamente longitudes de onda del orden de los 660 nm (rojo) y segundo que se degradan más rápidamente en el tiempo que los otros materiales, efecto que se hace más notorio ante elevadas temperaturas y humedades. Hay que hacer notar que la calidad del encapsulado es un factor fundamental en la ecuación temporal. Los primeros desarrollos de resinas epoxi para el encapsulado poseían no muy buena impermeabilidad ante la humedad, además los primeros LED se fabricaban manualmente, el posicionamiento del sustrato y vertido de la resina era realizado por operarios y no por máquinas automáticas como hoy en día, por lo que la calidad del LED era bastante variable y la vida útil mucho menor que la esperada. Hoy en día esos problemas fueron superados y cada vez son más las fábricas que certifican la norma ISO 9000 de calidad de proceso. Además últimamente es más común que las resinas posean inhibidores

de rayos UVA y UVB, especialmente en aquellos LED destinado al uso en el exterior.

A mediados de la década de los 90's el Dr. Nakamura inventa el LED de color azul en los laboratorios de Nichia, LED con colores saturados y con la posibilidad de crear rangos de color casi infinitos. La luz blanca se logra.

En la década de los 90's apareció en el mercado tal vez el más exitoso material para producir LED, (AlInGaP) Aluminio, Indio, Galio y Fósforo. Las principales virtudes de este compuesto es que se puede conseguir una gama de colores, que van desde el rojo al amarillo, con cambiando la proporción de los materiales que lo integran, su vida útil es sensiblemente mayor, a la de sus predecesores, mientras que los primeros LED, tenía una vida útil promedio de 40.000 horas, los LED de AlInGaP podían más de 100.000 horas, aún en ambientes de temperatura y humedad elevados. A finales de los 90's, el mercado se enfocó a 4 áreas principales:

- Artículos de control de tráfico (semáforos)
- Pizarrones de mensajes variables
- Aplicaciones Automotrices
- Iluminación arquitectónica y de Display's

El siglo XXI ha visto aparecer los diodos OLED (LED orgánicos), fabricados con materiales polímeros orgánicos semiconductores. Aunque la eficiencia lograda con estos dispositivos, está lejos de los diodos inorgánicos, su fabricación promete ser considerablemente más barata que la de éstos, siendo además posible depositar gran cantidad de diodos sobre cualquier superficie empleando técnicas de pintado para crear pantallas a color.

Los LED han alcanzado niveles de rendimiento que han superado con creces todas las expectativas. Hoy en día, los sistemas de iluminación mediante LED resultan viables para una amplia gama de aplicaciones entre las que se incluye la iluminación de fachadas con alturas de 150 metros o más. Los LED blancos han alcanzado un rendimiento de más de 100 lúmenes por watt en el laboratorio, lo que los hace viables para numerosas aplicaciones de iluminación general con un significativo ahorro de energía.

1.4 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Principio físico

El fenómeno de emisión de luz está basado en la teoría de bandas; una tensión externa aplicada a una unión P-N polarizada directamente, excita los electrones, de manera que son capaces de atravesar la banda de energía que separa las dos regiones. Si la energía es suficiente los electrones escapan del material en forma de fotones.

Cada material semiconductor tiene unas determinadas características y por tanto una longitud de onda de la luz emitida.

Teoría de bandas

En un átomo aislado los electrones pueden ocupar determinados niveles energéticos, pero cuando los átomos se unen para formar un cristal las interacciones entre ellos modifican su energía, de tal manera que cada nivel inicial se desdobra en numerosos niveles, que constituyen una banda, existiendo entre ellas huecos, llamados bandas energéticas prohibidas, en las que sólo pueden saltar los electrones en

caso de que se les aplique la energía suficiente. En los aislantes la banda inferior menos energética (banda de valencia) está completa con los e^- más internos de los átomos, pero la superior (banda de conducción) está vacía y separada por una banda prohibida muy ancha (~ 10 eV), imposible de atravesar por un e^- . En el caso de los conductores las bandas de conducción y de valencia se encuentran superpuestas, por lo que cualquier aporte de energía es suficiente para producir un desplazamiento de los electrones.

Entre ambos casos se encuentran los semiconductores, cuya estructura de bandas es muy semejante a los aislantes, pero con la diferencia de que la anchura de la banda prohibida es bastante pequeña. Los semiconductores son por lo tanto, aislantes en condiciones normales, pero una elevación de temperatura proporciona la suficiente energía a los electrones para saltar la banda prohibida y pasen a la de conducción, dejando en la banda de valencia el hueco correspondiente. En el caso de los diodos LED los electrones consiguen saltar fuera de la estructura en forma de radiación que percibimos como luz (fotones).

Funcionamiento físico de un LED

El funcionamiento físico consiste en que en los materiales semiconductores un electrón al pasar de la banda de conducción a la de valencia pierde energía; esta energía perdida se puede manifestar en forma de un fotón desprendido, con una amplitud, una dirección y una fase aleatoria. La energía perdida cuando pasa un electrón de la banda de conducción a la de valencia se manifiesta como un fotón desprendido o como otra forma de energía (calor), va a depender principalmente del tipo de material semiconductor. Cuando un diodo semiconductor se polariza directamente, los huecos de la zona p se mueven hacia la zona

n y los electrones de la zona n hacia la zona p; ambos desplazamientos de cargas constituyen la corriente que circula por el diodo.

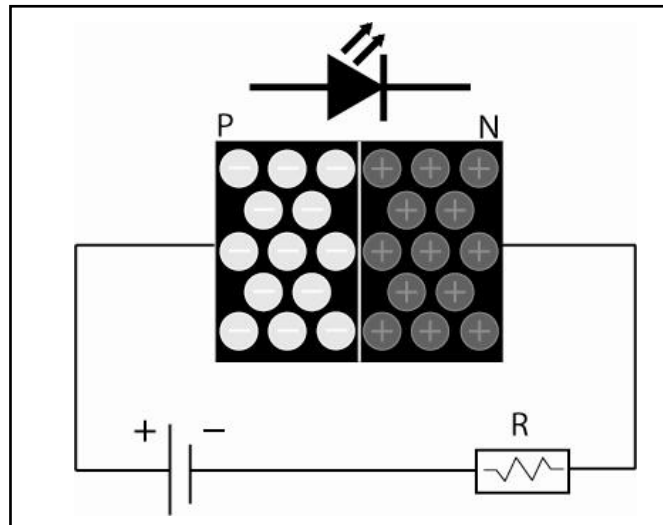


Fig.1.4.1 Representación de un diodo unión PN. (Propia)

Si los electrones y huecos están en la misma región pueden recombinarse, es decir, los electrones pueden pasar a "ocupar" los huecos, "cayendo" desde un nivel energético superior a otro inferior más estable. La emisión espontánea por tanto, no se produce de forma notable en todos los diodos y sólo es visible en diodos como los LED de luz visible, que tienen una disposición constructiva especial con el propósito de evitar que la radiación sea reabsorbida por el material circundante, y una energía de la banda prohibida coincidente con la correspondiente al espectro visible. En otros diodos, la energía se libera principalmente en forma de calor, radiación infrarroja o radiación ultravioleta. En el caso de que el diodo libere la energía en forma de radiación ultravioleta, se puede conseguir aprovechar esta radiación para producir radiación visible, mediante sustancias fluorescentes o fosforescentes que absorban la radiación ultravioleta emitida por el diodo y posteriormente emitan luz visible.

Por lo tanto el silicio en su forma pura es básicamente un aislante. Podemos hacerlo conductor al mezclarlo con pequeñas cantidades de otros elementos, a este proceso se lo denomina “dopaje”. Hay dos tipos de dopaje:

Dopaje N: En este caso el silicio se dopa con Fósforo o Arsénico en pequeñas cantidades; el fósforo y el arsénico tienen 5 electrones en su órbita externa que terminan sobrando cuando se combina en una red de átomos de silicio. Este quinto electrón se encuentra libre para moverse, lo que permite que una corriente eléctrica fluya a través del Silicio. Se necesita solo una pequeña cantidad de dopaje o impurezas para lograr esta corriente, por ejemplo al agregar un átomo de impurezas por cada 10⁸ (1000 millones) átomos de Silicio se incrementa la conductividad en un factor de 10. Los electrones tienen una carga negativa, por eso se llama dopaje tipo N.

Dopaje P: En este caso el silicio se dopa con Boro o Galio en pequeñas cantidades. El Boro y el Galio tienen 3 electrones en su órbita externa por lo que termina faltando un electrón cuando se combina en una red de átomos de Silicio. Este electrón faltante ocasiona que se formen huecos en la red. Estos huecos permiten que se circule una corriente a través del Silicio ya que ellos aceptan de muy buena gana ser “tapados” por un electrón de un átomo vecino, claro que esto provoca que se forme un hueco en el átomo que desprendió dicho electrón, este proceso se repite por lo que se forma una corriente de huecos a través de la red. Es de notar que en todos los casos, lo único que se mueve fuera del átomo son los electrones, pero en este caso dicho movimiento provoca un efecto similar o equivalente al movimiento de huecos. Se necesita solo una pequeña cantidad de dopaje o impurezas para lograr

esta corriente. Los agujeros tienen una carga positiva, por eso se llama dopaje tipo P

Tanto el Silicio dopado N como el Silicio dopado P tienen propiedades conductoras pero a decir de verdad no son muy buenos conductores de ahí el nombre de semiconductor.

Por separado ambos semiconductores no dicen mucho, pero cuando se juntan producen efectos interesantes, especialmente en la unión de ambos.

La energía contenida en un fotón de luz es proporcional a su longitud de onda, es decir su color. Cuanto mayor sea el salto de la banda de energía del material semiconductor que forma el LED, más elevada será a la longitud de onda de luz emitida.

1.5 COMO ESTÁ CONFORMADO.

Existen numerosos encapsulados disponibles para los LED y su cantidad se incrementa año con año a medida que sus aplicaciones se hacen más específicas.

Las partes constitutivas de un LED se puede observar en la figura 1.5.1, la cual representa tal vez el encapsulado más popular de éstos, el T1 $\frac{3}{4}$ de 5mm de diámetro

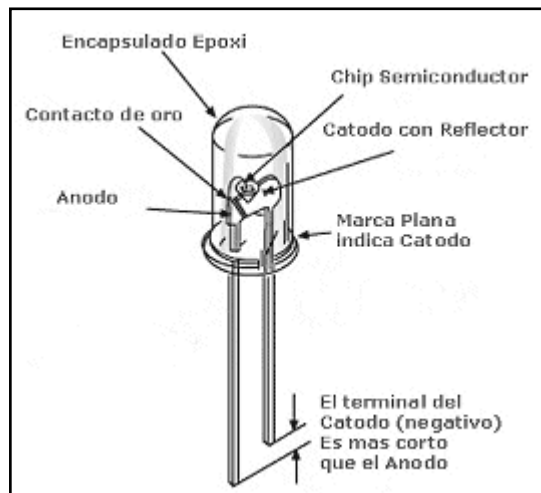


Figura 1.5.1 Partes del diodo LED(LA RED)

Como vemos el LED viene provisto de dos terminales que se extienden por debajo su capsula e indica cómo deben ser conectados al circuito, que tiene aproximadamente 2 a 2,5 cm de largo y generalmente de forma cuadrada. En el esquema podemos observar que la parte interna de la terminal del cátodo es más grande que la del ánodo, esto se debe a que el cátodo está encargado de sujetar al sustrato de silicio, por lo tanto será este terminal el encargado de disipar el calor generado hacia el exterior, ya que el terminal del ánodo se conecta al chip por un delgado hilo de oro, el cual prácticamente no conduce calor.

La parte más importante del LED es el chip semiconductor localizado en el centro del foco.

El chip tiene dos regiones separadas por una juntura. La región P está dominada por las cargas positivas y la N por las negativas. La juntura actúa como una barrera al paso de los electrones entre la P y la N; solo cuando se aplica el voltaje suficiente al chip puede pasar la corriente y entonces los electrones pueden cruzar la juntura hacia la región P.

Si la diferencia de potencial entre las terminales del LED no es suficiente, la juntura presentara una barrera eléctrica al flujo de electrones.

El terminal que sostiene el chip cumple otra misión muy importante, la de reflector, ya que posee una forma parabólica o su aproximación semicircular, este es un punto muy crítico en la fabricación y concepción del LED ya que un mal enfoque puede ocasionar una pérdida considerable de energía o una proyección dispareja.

Un LED bien enfocado debe proyectar un brillo parejo cuando se proyecta sobre una superficie plana. Un LED con enfoque defectuoso se puede identificar porque proyecta formas que son copia del sustrato y a veces se puede observar un aro más brillante en el exterior de círculo, síntoma seguro de que la posición del sustrato se encuentra debajo del centro focal del espejo terminal.

Dentro de las características ópticas del LED aparte de su luminosidad esta la del ángulo de visión, se define generalmente el ángulo de visión como el desplazamiento angular desde la perpendicular donde la potencia de emisión disminuye a la mitad. Según la aplicación que se le dará al LED se necesitara distintos ángulos de visión así son típicos LED con 15, 30, 45, 60 y hasta 90 grados de visión. Generalmente el ángulo de visión está determinado por el radio de curvatura del reflector del LED y principalmente por el radio de curvatura del encapsulado. Por supuesto mientras más chico sea el ángulo y a igual chip semiconductor se tendrá una mayor potencia de emisión y viceversa.

El dispositivo semiconductor está comúnmente encapsulado en una cubierta de plástico o resina epoxi que es el encargado de

protegerlo de las inclemencias ambientales y ayuda a formar el haz de emisión, el cual tiene una mayor resistencia que las de vidrio que usualmente se emplean en las lámparas incandescentes. Aunque el plástico puede estar coloreado, es sólo por razones estéticas, ya que ello no influye en el color de la luz emitida, ya que el color de la luz emitida por el LED depende únicamente del material y del proceso de fabricación

Existen básicamente 4 tipos de encapsulado catalogados por su color.

Transparente o clear water (agua transparente): Es el utilizado en LED de alta potencia de emisión, ya que el propósito de estos LED es fundamentalmente para iluminar; es importante que estos encapsulados no absorban de ninguna manera la luz emitida.

Coloreados o tinted: Similar al anterior pero coloreado con el color de emisión de sustrato similar al vidrio de algunas botellas, se usa principalmente en LED de mediana potencia y/o donde sea necesario identificar el color del LED aún apagado.

Difuso o difused: Estos LED tiene un aspecto más opaco que el anterior y están coloreados con el color de emisión, poseen pequeñas partículas en suspensión de tamaño microscópicos que son las encargadas de desviar la luz, este tipo de encapsulado le quita mucho brillo al LED pero le agrega mucho ángulo de visión ya que los múltiples rebotes de la luz dentro del encapsulo le otorgan un brillo muy parejo sobre casi todos los ángulos prácticos de visión.

Lechosos o Milky: Este tipo de encapsulado es un tipo difuso pero sin colorear, estos encapsulado son muy utilizados en LED bicolors o multicolores. El LED bicolor es en realidad un LED doble con un cátodo común y dos ánodos (3 terminales) o dos LED colocados en

contraposición (2 terminales). Generalmente el primer caso con LED rojo y verde es el más común aunque existen otras combinaciones incluso con más colores.

Resulta difícil distinguir a simple vista, el modelo del LED así como el fabricante, los valores máximos de tensión y corriente que puede soportar y que suministra, serán por lo general desconocidos.

Los LED operan con un voltaje relativamente bajo, entre 1 y 4 volts, la corriente está en un rango entre 10 y 40 mili amperes. Voltajes y corrientes superiores a los indicados pueden derretir el chip del LED. Cuando se utilice un diodo LED en un circuito, se recomienda que la intensidad que lo atraviese no supere los 20 mA, precaución de carácter general que resulta muy válida.

Intensidad y color

Existen pruebas de fábrica para cada LED, obteniendo su intensidad y color. Como las lámparas reflectoras incandescentes, la intensidad luminosa de un dispositivo LED esta especificada en termino de su ángulo de haz de LUZ.

El color del dispositivo LED esta especificada en términos de longitud de onda emitida predominantemente en nanómetros (nm).

El LED de ALLnGap produce colores rojos (de 626 a 630 nm), rojo-naranja (de 615 a 621 nm) y ámbar (de 590 a 592 nm). LED de InGaN producen colores; verde(a 525nm), azul-verde (de 498 a 505 nm) y azul (a 470 nm).

La intensidad luminosa, el color y el voltaje del LED de AllnGap son afectados por la temperatura de la unión P-N del LED. Como la temperatura de la unión P-N aumenta, la intensidad luminosa disminuye,

la longitud de onda dominante cambia hacia longitudes de onda más largas y el voltaje cae.

La intensidad luminosa de los LED de InGaN varía con el manejo de su corriente, mientras la corriente aumenta la longitud de onda dominante se mueve hacia longitudes más cortas.

Longitud de onda de emisión típica de un LED

Para tener una idea aproximada de la relación entre la longitud de onda expresada en nanómetros y su correspondencia con un color determinado, a continuación se presenta un gráfico simplificado del triángulo de Maxwell o Diagrama de Cromaticidad CIE.

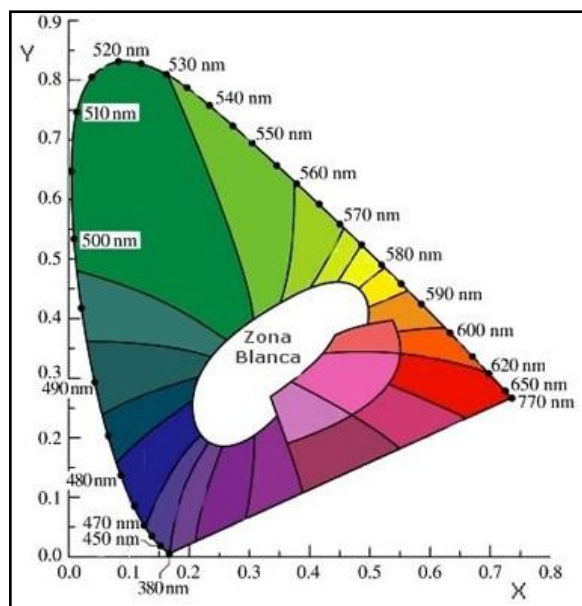


Fig. 1.5.2 Diagrama de Cromaticidad

Cada color se puede expresar por sus coordenadas X e Y. Los colores puros o saturados se encuentran en el exterior del triángulo y a medida que nos acercamos a su centro el color tiende al blanco. El centro de la zona blanca es el blanco puro y suele expresarse por medio de la temperatura de color, en grados Kelvin, de un cuerpo negro. Simplificando podemos decir que un cuerpo negro al calentarse empieza a emitir ondas infrarrojas, al subir la temperatura empieza a tomar un

color rojizo, esto es en los 770 nm, al seguir elevándose la temperatura, el color se torna anaranjado, amarillento y finalmente blanco, describiendo una parábola desde el extremo inferior derecho hacia el centro del triángulo. Por lo tanto cada color por donde pasa dicha parábola puede ser representado por una temperatura equivalente. El centro del triángulo (blanco puro) se corresponde con una temperatura de 6500° K. El tono de los LED blanco viene expresado precisamente en grados kelvin. Una temperatura superior significa un color de emisión blanco – azulado.

1.6 TIPOS DE LED

Los LED tienen diferentes tamaños, formas y colores. Existen LED redondos, cuadrados, rectangulares, triangulares y con diversas formas.

Los principales tipos de LED son: en miniatura, dispositivos de alta potencia y diseños personalizados, como alfanuméricos o multicolor.

Los colores básicos son rojo, verde y azul, aunque podemos encontrarlos naranjas, amarillos, violetas, púrpura y blancos.

LED miniatura o de baja potencia

LED que sirve para señalar algo y vienen en diferentes tamaños 3 mm, 5 mm 10 mm y gigantes de hasta 20 mm Y con diferentes corrientes que oscilan desde 1 mA a más de 20 mA. La escala establece un límite superior en el consumo de energía debido al calor causado por la alta densidad de corriente y la necesidad de un disipador.

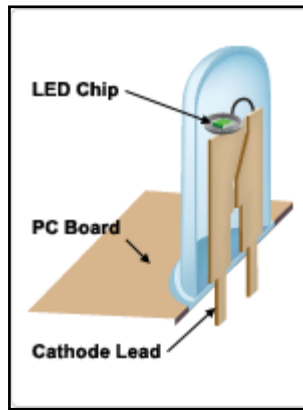


Fig.1.6.1 Partes de un diodo LED baja potencia.

LED de alta potencia

LED de alta potencia (HPLED) que puede conducir corrientes de cientos de mA a más de 1A en comparación con las decenas de mA de los LED miniatura. Pueden producir hasta más de mil lúmenes.

Dado que el calentamiento es destructivo, el HPLED debe ser montado sobre un disipador de calor para permitir el buen funcionamiento. A menudo el HPLED solo puede sustituir una bombilla incandescente de una linterna, o fijarse en una matriz para formar un luminario LED. Algunos fabricantes lograron conseguir que se excedan los 105 lm/w y se pretende en algunos países sustituir las lámparas incandescentes, alógenas y fluorescentes.

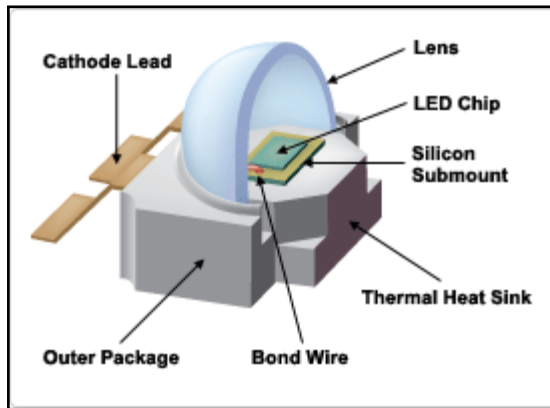


Fig.1.6.2 Partes de un diodo LED de alta potencia.

1.7 POR QUE LOS LED

La realidad del cambio climático hace que el uso de la energía no renovable a escala global se encuentre bajo intenso debate. La iluminación y el movimiento de las máquinas son los usos más importantes de la energía en la humanidad. Hoy, la iluminación se traduce en un 19% del consumo de la electricidad mundial³. La baja eficiencia (aprox. 5%) de las viejas tecnologías y el mal uso en la iluminación hacen evidente la necesidad de introducir mejoras en este sector.

La Iluminación en Estado Sólido (SSL, por sus siglas en inglés) emerge como una tecnología alternativa en iluminación con una amplia variedad de aplicaciones. Los Diodos Emisores de Luz (LED, por sus siglas en inglés) es la tecnología SSL la de mayor disponibilidad en el mercado, ofrece una gran variedad de ventajas sobre las otras tecnologías de iluminación, desde la eficiencia, solidez y longevidad, hasta la capacidad de generar de manera directa una gran cantidad de colores. Los LED actualmente disponibles ya están reemplazando rápidamente a otras fuentes de iluminación, así también es hoy día la tecnología preferida para luces decorativas y diferentes aplicaciones. La

³ International Energy Agency (IEA) KEY WORLD ENERGY STATISTICS 2006

potencia de los LED, como fuente de iluminación general (luz blanca), es actualmente una de las principales promesas para el futuro.

¿Por qué necesitamos alternativas?

Actualmente se utilizan diferentes tecnologías en iluminación. La más antigua, la iluminación incandescente, fue inventada originalmente a fines de 1800 y a excepción de las luces halógenas, el diseño de las lámparas prácticamente no ha cambiado desde 1930. La forma más ineficiente de iluminación eléctrica, es la luz incandescente, posee una eficiencia de conversión eléctrica energía-luz de sólo el 5%. A pesar de esto, es la más utilizada, principalmente en el sector residencial. Consumen el 30% de la energía eléctrica usada para iluminación mientras que sólo producen un 7% de luz efectiva. Hoy se reconoce que es necesario ponerle un final al uso de las lámparas incandescentes. Los grandes fabricantes de lámparas disminuyeron su producción (BBC 2007) y los gobiernos de diferentes países ya presentaron iniciativas para retirar las lámparas de su venta (Coghlan 2007) Las lámparas fluorescentes, la alternativa actual de iluminación de interior, representan el 64% de la iluminación generada eléctricamente y representa el 45% del uso de energía eléctrica para iluminación. La eficiencia de la iluminación fluorescente varía según el tipo de lámpara, aunque generalmente es de 5 y 8 veces mayor a las incandescentes. Todas las lámparas fluorescentes contienen mercurio, aunque en cantidades cada vez menores. La mayoría de las lámparas fluorescentes emiten luz ultravioleta debido al modo en que funcionan.

El otro grupo principal de tecnologías en iluminación, es el de lámparas de descarga, se utilizan en espacios grandes incluyendo exteriores, grandes salas y centros comerciales. Las lámparas de

descarga proveen el 29% de la luz entregada y representan el 25% de la energía eléctrica utilizada en iluminación.

La mayoría de estos tipos de lámparas, sólo producen una limitada variedad de colores (por ejemplo las lámparas de sodio producen el color amarillo). Esto las limita para aplicaciones en donde el color es importante. Algunas lámparas son muy eficientes (mucho más que las lámparas fluorescentes) y brindan la cantidad de luz necesaria para aplicaciones como el alumbrado público. Aún así, todavía se pueden mejorar. Las lámparas de vapor de mercurio, a pesar de ser una vieja tecnología ineficiente que depende de un metal tóxico, son muy utilizadas actualmente. Las lámparas de descarga producen luz no-direccional, haciendo necesarios el uso de reflectores para garantizar que la luz sea dirigida en la dirección deseada. Debido al pobre diseño de luminarias para exterior (incluyendo las de los reflectores), mucha luz se desperdicia resultando en una reducción real de la eficiencia, y en mayor contaminación lumínica.

Está claro que, a pesar de que existe una variedad de tecnologías en iluminación actualmente en uso, ninguna es perfecta. Muchas opciones tienen todavía una eficiencia baja, principalmente en iluminación residencial e iluminación especializada. Muchos productos eficientes deben mejorar otros factores como la calidad del color y su toxicidad. Evidentemente existe la necesidad de otras respuestas a la creciente demanda de luz artificial y la respuesta son los LED.

1.8 VENTAJAS QUE OFRECEN LOS DISPOSITIVOS LED

Los LED son aclamados como el futuro de la iluminación y están cada vez más presentes en nuestro entorno.

Están destinados a jugar un papel esencial en la iluminación, gracias a sus numerosas ventajas: tamaño compacto, elevada vida útil, mínima necesidad de mantenimiento, luz blanca, aumento de la eficiencia fotométrica y amplias posibilidades de diseño para la creación de iluminación dinámica de colores y ambiental.

La tecnología LED ha alcanzado un punto en el que la eficiencia fotométrica y la vida útil convierten a los LED en las fuentes de luz ideales nuevas aplicaciones.

Son una opción muy importante de fuente luminosa para la iluminación arquitectónica y ya están desafiando a las fuentes de iluminación tradicionales, como las del alumbrado público.

Su bajo consumo comparado con otras fuentes de iluminación, incluyendo a las lámparas de bajo consumo y tubos fluorescentes, lo posiciona dentro del grupo de los productos ambientalmente amigables y ecológicos. Sumado a todo esto, nos encontramos con que su precio y disponibilidad en el mercado lo hacen cada vez más accesible al público en general.

Los LED tienen una serie de ventajas respecto a otras fuentes de luz.

- Elevado nivel de brillo e intensidad.
- Elevada eficiencia
- Bajo voltaje y reducidos requisitos de potencia
- Color de baja radiación
- Resistencia a los golpes y vibraciones.
- Sin rayos ultravioleta
- Larga duración de la fuente
- Fácil control y programación.

Beneficios en el uso de los LED

Opciones de diseño innovadoras gracias a la variedad de colores disponibles, sus dimensiones compactas y a la versatilidad de los módulos

Altos niveles de economía gracias al bajo consumo de energía y a su larga vida, asociada con un bajo mantenimiento. Máxima seguridad aún en condiciones adversas.

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En toda investigación es importante vincular la teoría a la práctica (conocimiento empírico), lo que es posible a través de las hipótesis, las cuales nos permiten hacer afirmaciones conjeturales sobre la relación que existe entre dos o más variables.

2.1 HIPÓTESIS.

La iluminación LED permite un ahorro de energía y la consecuente conservación del medio ambiente, que es eficiente o más que la iluminación tradicional.

2.2 INVESTIGACIÓN TEÓRICA.

La investigación teórica sobre la iluminación LED, tiene como propósito principal establecer las leyes que sirven para relacionar determinado orden de fenómenos, en relación a la iluminación LED y su desarrollo.

2.3 TRABAJO EMPÍRICO.

Para poder comprobar las leyes que establece la teoría de los LED, se realizó una luminaria LED y se aplicó un cuestionario a personas de diferentes niveles económicos y grados de escolaridad, con la finalidad de establecer los costos de la tecnología LED y el grado de aceptación de ésta para su aplicación, cuyos resultados se presentan en los apartados correspondientes.

3. LUMINARIOS LED

3.1 Que es un luminario

Los luminarios son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica de las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas.

A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminario y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que deben cumplir los luminarios es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.

El desarrollo de diodos emisores de luz (LED) está progresando a tal ritmo que están ganando rápidamente importancia en el mundo moderno.

Sin embargo, los avances realizados en los últimos años permiten ahora a los LED aplicaciones de iluminación que han sido tradicionalmente el dominio de las lámparas de incandescencia y lámparas de descarga.

3.2 Como está conformada una lámpara LED

Una luminaria LED principalmente está conformada por varios LED de alta potencia, conectados en serie o en paralelo para así formar tiras o módulos de LED. Actualmente existen diferentes tipos por sus formas, tamaños y diseños de luminarios LED. Basan su forma dependiendo de su aplicación.

La integración de un luminario y el entorno de instalación del luminario deben estudiarse para el rendimiento final, incluyendo las cuestiones mecánicas, como el control térmico, los cambios de temperatura y los coeficientes IP, para que los sistemas de iluminación LED funcionen de manera óptima.

Las principales partes de un luminarios LED son:

- Fuente de alimentación o convertidor de corriente
- Circuito impreso o PCB
- LED
- Difusores o lentes.
- Disipadores.

Fuentes de alimentación o convertidores de corriente.

Todos los LED requieren de una fuente de alimentación con una corriente constante. La máxima corriente es definida por cada LED en particular y por el consiguiente flujo luminoso resultante. El amplio rango de LED hace complicada la especificación de sistemas de iluminación para fabricantes o diseñadores, debido a que no solo deben ser definidos los parámetros geométrico y fotométricos, sino también el convertidor apropiado y la electrónica necesaria para obtener el voltaje y la corriente constante, tienen que ser desarrolladas de manera tal, que

el LED seleccionado funcione adecuadamente para la aplicación en particular y pueda ser operado al máximo.

Circuitos impresos o PCB

Es una placa de cobre montada sobre una baquelita o fibra de vidrio, se graban las pistas que interconectarán eléctricamente los componentes del circuito. Es un medio para sostener mecánicamente y conectar eléctricamente componentes electrónicos.



Fig.3.2.1 Luminario LED

El diseño es por medio de la computadora, el diseño electrónico del circuito debe ser transferido a una placa de cobre y finalmente son soldados los LED y diversos dispositivos.

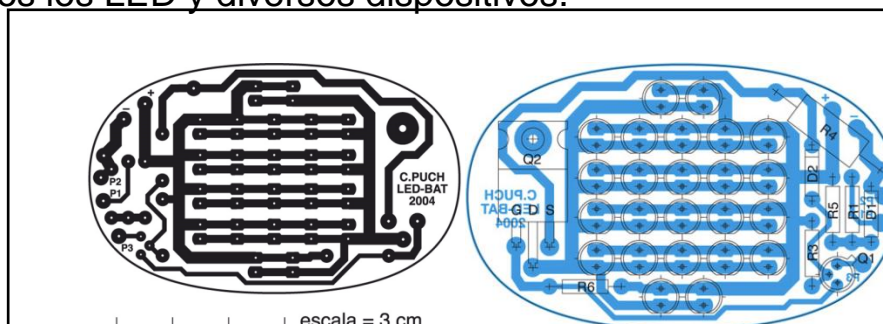


Fig.3.2.2 Circuito impreso

También se han diseñado circuitos impresos sobre bases de aluminio para los LED de alta potencia, para que tengan una mejor disipación del calor.



Fig. 3.2.3 Circuito impreso sobre aluminio y LED de alta potencia.

Difusores o lentes.

Los difusores sirven para mostrar una luminosidad uniforme ya que al contener varios LED se unifica la luz y la hace más suave y uniforme.

Disipadores

Un disipador es un elemento físico, sin partes móviles, destinado a eliminar el exceso de calor de cualquier elemento.

Su funcionamiento se basa en la segunda ley de la termodinámica, transfiriendo el calor de la parte caliente que se desea disipar en el aire. Este proceso se propicia aumentando la superficie de contacto con el aire permitiendo una eliminación más rápida del calor excedente.

Un disipador extrae el calor del componente que refrigera y lo evacúa al exterior. Para ello se necesita una buena conducción de calor a través del mismo disipador, por lo que se suelen fabricar de aluminio por su ligereza, pero también de cobre, mejor conductor del calor, pero más pesado.

En el caso habitual, el disipador está en íntimo contacto con el dispositivo que refrigera, empleando grasa de silicona o láminas termo conductoras para asegurar una baja resistencia térmica entre el componente y el disipador. Para evacuar el calor al ambiente, se aumenta la superficie del disipador mediante aletas o varillas, cuyo diseño varía dependiendo de la circulación forzada del aire o convección natural.

El acabado suele ser negro para mejorar la radiación, pero muchas veces se deja el metal expuesto y únicamente se protege de la corrosión. El acabado no debe aumentar la resistencia térmica.



Fig.3.2.4 Modulo LED (Philips)

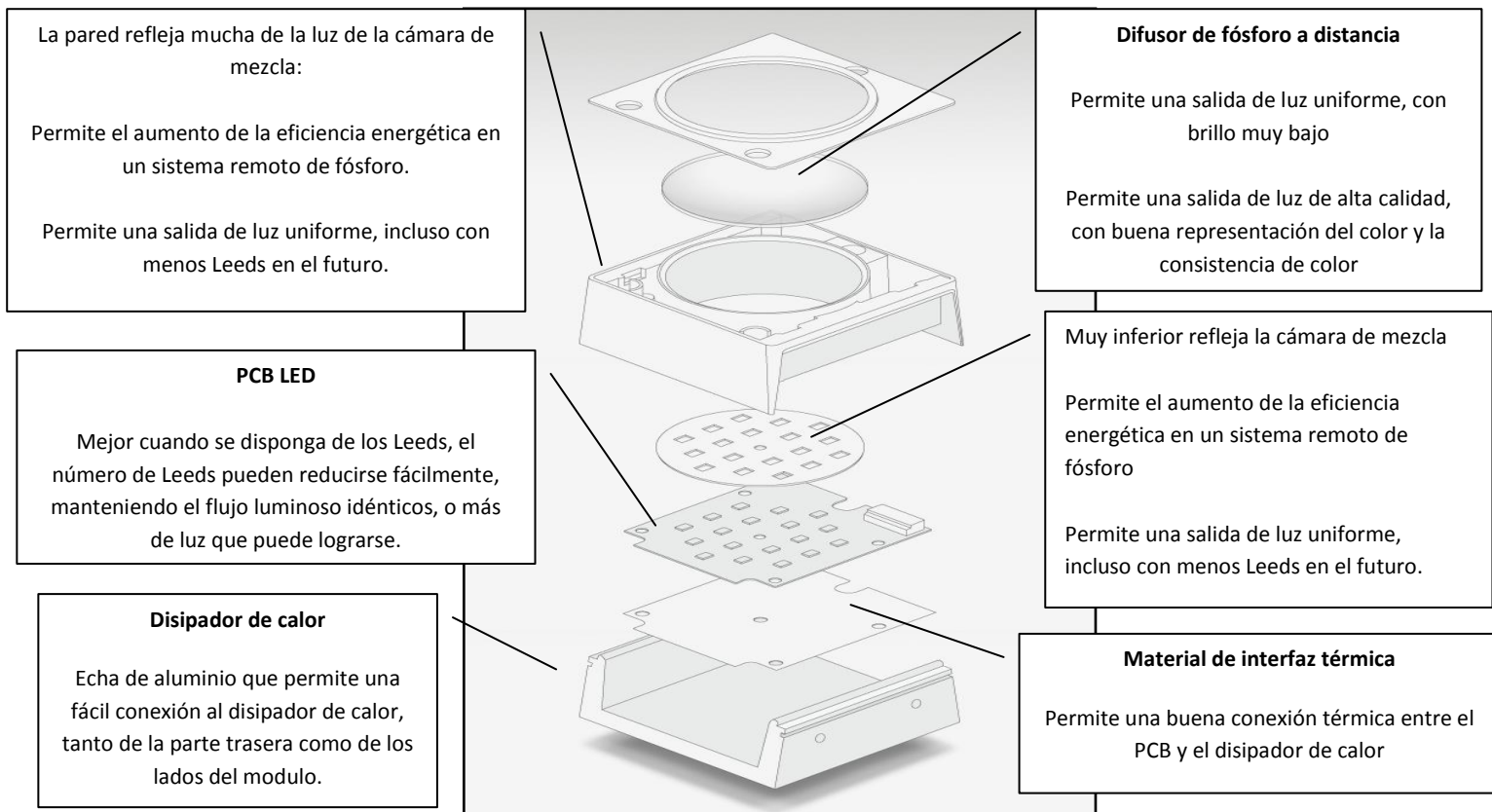


Fig. 3.2.5 Partes que conforman el modulo LED de la fig.3.2.4 (Philips)

Al igual que muchas otras luces, los indicadores LED no se pueden conectar directamente a la red. Los LED tienen que operar a un bajo voltaje estabilizado, que es proporcionada por driver electronics. Sin embargo, los LED no necesitan de encendido y se puede cambiar dentro de milisegundos. Los LED no generan tanto calor como otras lámparas, sin embargo su diseño térmico es importante. Los LED no producen calor cuando operan y ellos mismos son relativamente sensibles a la temperatura. En el aspecto térmico las consideraciones son importantes para el diseño de sistemas de iluminación LED.

Sin embargo, aunque los LED ofrecen indudables ventajas, no solo cuestión de sustituir las fuentes luminosas tradicionales por LED. Los LED están cambiando la fotometría tradicional.

3.3 Tipos de luminarios LED que existe en el mercado

Máster LED

MASTER LED es la sustitución directa en LED para lámparas incandescentes, halógenas y de bajo consumo. Se puede utilizar para iluminación general o de acento y es totalmente regulable.

MASTER LED proporciona hasta 45.000 horas de luz de calidad, al tiempo que reduce significativamente los costos de electricidad y mantenimiento. Es hasta un 80% más eficaz, dura hasta 45 veces más que las lámparas incandescentes convencionales y su instalación es muy sencilla.⁴



Fig. 3.3.1 Luminaria MASTER LED (Philips)

MASTER LED se encuentra disponible en una selección de colores blanco cálido y frío entre 2.700° y 4.200° K. MASTER LED GU.10, GU5.3 y NR63 se han diseñado especialmente para la iluminación de acento y se encuentran disponibles en versiones de 25° y 40°. La versión GU5.3 de baja tensión de 4 W, con una vida útil de 30 años, supone una sustitución directa para las lámparas halógenas de baja tensión de 20 W. Tiene una apertura de haz de 24°, es totalmente regulable y está disponible en 2.700° K y 3.000° K.

⁴ PHILIPS ALUMBRADO Royal Philips Electronics N.V. 2010. Pag11

MASTER LEDbulb 7W E27



Fig.3.3.2 Luminario MASTER LEDbulb (Philips)

Las lámparas MASTER LEDbulb de 7W proporcionan un efecto de luz regulable para un ambiente acogedor y cálido. Su diseño exclusivo irradia una luz cálida en todas las direcciones, convirtiéndolo en una alternativa real a las lámparas incandescentes. Las lámparas MASTER LEDbulb A55 de 6W proporcionan una luz cálida, suave y regulable.⁵

En general, las lámparas MASTER LEDbulbs son ideales para las aplicaciones de iluminación general en el sector de la hotelería, concretamente para áreas públicas como vestíbulos, pasillos o huecos de escalera, donde la luz siempre está encendida.

Las lámparas MASTER LEDbulbs son compatibles con las luminarias existentes gracias a su portalámparas E27 y están diseñadas para la sustitución directa de las bombillas incandescentes de 40W. Asimismo, suponen un gran ahorro energético y minimizan el costo de mantenimiento sin que afecte la calidad de la luz.

Se pueden utilizar con la mayoría de los reguladores de última generación, aportando más eficacia, que ayudará a los hoteleros a recuperar su inversión en tan sólo un año.

Características del producto

⁵ PHILIPS ALUMBRADO Royal Philips Electronics N.V. 2010. Pag10

- 7W para sustituir a las bombillas incandescentes de 40W
- Menor coste de mantenimiento: Vida útil 25 veces superior a la de de 7W
- Regulable en un 10%
- Intercambiable y compatible con las luminarias existentes gracias al casquillo E27 que facilita su instalación
- Sin mercurio ni otros materiales peligrosos

Ventajas del producto

- Efecto de brillo: luz cálida en todo el entorno gracias a las lámparas MASTER LEDbulb de 7W.
- Un 80% de ahorro energético

Aplicaciones

- Hoteles, restaurantes, bares, cafeterías
- Vestíbulos, pasillos, huecos de escalera

MASTER LEDspot MV



Fig.3.3.3 Luminario Master LED spot MV (Philips)

Las lámparas MASTER LEDspot GU10 proporcionan una luz acentuada y suave, de tipo halógeno, ideal para una iluminación puntual (focos, pasillos, expositores, vitrinas). Son ideales para áreas públicas

como vestíbulos, pasillos y huecos de escaleras, donde la luz siempre está encendida.⁶

Las lámparas MASTER LEDspot GU10 suponen un gran ahorro energético y minimizan el coste de mantenimiento sin afectar el brillo y permiten recuperar su inversión en tan solo un año. Estas lámparas son compatibles con la mayoría de las luminarias existentes gracias a su portalámparas GU10 y están diseñadas para la sustitución directa de las lámparas halógenas de 35 y 50W.

Características del producto

- 3W para sustituir a la Twistline esencial halógena de 35W GU10
- 7W para sustituir a la Twistline esencial halógena de 50W GU10
- 7W para sustituir lámparas de tipo spot de 50 a 60W
- Regulable en un 10% en la versión de 7W
- Menor coste de mantenimiento
- Vida útil 11 veces superior a la de de 3W
- Vida útil 22 veces superior a la de de 7W
- Intercambiable y compatible con la mayoría de las luminarias existentes gracias al portalámparas GU10 o E27 que facilita su instalación
- Sin mercurio ni otros materiales peligrosos

Ventajas del producto

- Un 85% de ahorro energético
- Recuperación de la inversión en un año

Aplicaciones

⁶ PHILIPS ALUMBRADO Royal Philips Electronics N.V. 2010. Pag15

- Hoteles, restaurantes, bares, cafeterías
- Vestíbulos, pasillos, huecos de escalera

MASTER LEDspot GU10



Fig.3.3.4 Luminario MASTER LEDspot GU10 (Philips)

Descripción Las lámparas MASTER LEDspot GU10 proporcionan una luz acentuada y suave, de tipo halógeno, ideal para una iluminación puntual (focos, pasillos, rellanos de ascensor, expositores, vitrinas). Son ideales para áreas públicas como vestíbulos, pasillos y huecos de escalera, donde la luz siempre está encendida.

Las lámparas MASTER LEDspot GU10 suponen un gran ahorro energético y minimizan el coste de mantenimiento sin afectar al brillo, y permiten recuperar su inversión en tan solo un año. Estas lámparas son compatibles con la mayoría de las luminarias existentes gracias a su portalámparas GU10 y están diseñadas para la sustitución directa de las lámparas halógenas de 35 y 50W.⁷

Características del producto

- 3W para sustituir a la Twistline esencial halógena de 35W GU10
- 7W para sustituir a la Twistline esencial halógena de 50W GU10
- 7W para sustituir lámparas de tipo spot de 50 a 60W

⁷ PHILIPS ALUMBRADO Royal Philips Electronics N.V. 2010. Pag17

- Regulable en un 10% en la versión de 7W
- Menor coste de mantenimiento
- Vida útil 11 veces superior a la de de 3W
- Vida útil 22 veces superior a la de de 7W

Intercambiable y compatible con la mayoría de las luminarias existentes gracias al portalámparas GU10 o E27 que facilita su instalación

Ventajas del producto

- Un 85% de ahorro energético
- Recuperación de la inversión en un año
- Sin mercurio ni otros materiales peligrosos

Aplicaciones

- Hoteles, restaurantes, bares, cafeterías
- Vestíbulos, pasillos, huecos de escalera

MASTER LEDspotLV



Fig.3.3.5 MASTER LEDspot MR16(Philips)

Las lámparas MASTER LEDspot MR16 proporcionan un haz de luz acentuado y suave, de tipo halógeno/incandescente, que supone una

solución de sustitución ideal para las aplicaciones de iluminación puntual y general.

Son ideales para áreas públicas como recepciones, vestíbulos, pasillos, huecos de escalera y baños, donde la luz siempre está encendida.

El diseño robusto de las lámparas MASTER LEDspot MR16 cuenta con un ángulo de luz de 24° que permite distribuir el haz de luz de forma nítida. Esta lámpara no emite radiación UV ni IR, lo que permite utilizarlo para iluminar objetos sensibles al calor (comida, materiales orgánicos, cuadros, etc.).⁸

Características del producto

Directamente intercambiable

- Menor coste de mantenimiento gracias a su vida útil 22 veces más elevada
- Ángulo de luz de 24° para obtener una distribución nítida del haz
- Luz sin radiación UV ni IR que aporta menos calor y protege los objetos sensibles al calor
- Sin mercurio ni otros materiales peligrosos

Ventajas del producto

- Luz blanca suave
- Hasta un 80% de ahorro energético en comparación con una lámpara halógena estándar de 20W

Aplicaciones

- Hoteles, restaurantes, bares, cafeterías

⁸ PHILIPS ALUMBRADO Royal Philips Electronics N.V. 2010. Pag17

- Vestíbulos, pasillos, huecos de escalera, baños, zonas de recepción

MASTER LEDspotLV 3W GU4 2700K MR11 24D



Fig.3.3.6 MASTER LEDspotLV 3W (Philips)

Características del producto

- Directa, emite intercambiable
- Menor coste de mantenimiento gracias a su vida útil 22 veces más elevada
- Ángulo de luz de 24° para obtener una distribución nítida del haz
- Luz sin radiación UV ni IR que aporta menos calor y protege los objetos sensibles al calor
- Sin mercurio ni otros materiales peligrosos

Ventajas del producto

- Luz blanca suave
- Hasta un 80% de ahorro energético en comparación con una lámpara halógena estándar de 20W

Aplicaciones

- Hoteles, restaurantes, bares, cafeterías

- Vestíbulos, pasillos, huecos de escalera, baños, zonas de recepción.

MASTER LEDspot PAR 38/PAR 30



Fig.3.3.7 MASTER LEDspot PAR 38/PAR 30(Philips)

Gracias a su diseño robusto y a su haz de luz blanca y suave, esta nueva generación de lámparas PAR es ideal para una iluminación puntual y para la iluminación general. Son ideales para áreas públicas como vestíbulos, pasillos y huecos de escalera, donde la luz siempre está encendida.

Las lámparas MASTER LEDspot PAR 38/PAR 30 son compatibles con la mayoría de las luminarias existentes gracias a su portalámparas E27 y están diseñadas para la sustitución directa de las lámparas halógenas de 75W. Estas lámparas suponen un gran ahorro energético y minimizan⁹

⁹ PHILIPS ALUMBRADO Royal Philips Electronics N.V. 2010. Pag17

AccentLED LuxeonR K2



Fig.3.3.8 AccentLED LuxeonR K2 (Philips)

AccentLED LuxeonR K2 es una lámpara LED con una dispersión de haz claramente definida. Es muy apropiada para la iluminación de acento, decorativa o localizada de pequeños objetos a corta distancia (<1 m), por ejemplo en tiendas, hoteles, museos o restaurantes. Su prolongada vida útil hace que sea una solución perfecta para lugares donde se requiera un mínimo mantenimiento. Además, AccentLED ahorra hasta un 80% de energía en comparación con el alumbrado halógeno y no emite UV ni IR.¹⁰

NovallureLED

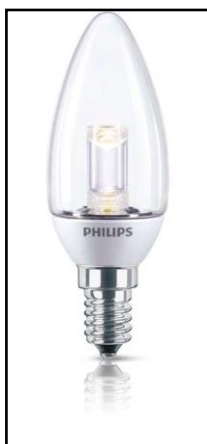


Fig.3.3.9 NovallureLED (Philips)

¹⁰ PHILIPS ALUMBRADO Royal Philips Electronics N.V. 2010. Pag18

NovallureLED es una nueva lámpara de LED muy apropiada para la iluminación en hoteles, museos o restaurantes.

Sus formas tradicionales sóftone y vela, las hacen una solución eficiente frente a las lámparas incandescentes o halógenas, además de su larga vida de 15.000 horas

Descripción familia del producto

Las bombillas Novallure LED de tipo vela y reflejo metálico Novallure LED consiguen efectos luminosos brillantes e incandescentes y resultan idóneos para la iluminación general y decorativa en el sector de hotelería, así como en el hogar.

Montadas a la vista en arañas, apliques de pared o luminarias modernas, las bombillas de vidrio transparente se adaptan a todas las luminarias existentes con soporte E14.

Inspiradas en la información recibida de fabricantes de arañas y diseñadas para realzar el atractivo estético de la araña o luminaria, tanto apagada como encendida, estas lámparas se suministran en un formato esbelto clásico con un exclusivo y atractivo diseño de lente. Generan una luz bella, brillante y cálida que consigue un enorme ahorro energético y reduce al mínimo el coste de mantenimiento.¹¹

Características del producto

- Exclusivo y atractivo diseño de lente
- Efecto luminoso acogedor, brillante
- Menor coste de mantenimiento gracias a su vida útil 15 veces más larga

¹¹ PHILIPS ALUMBRADO Royal Philips Electronics N.V. 2010. Pag

- Sin mercurio ni otros materiales peligrosos

Ventajas del producto

- Luz cálida brillante
- Un 80% de ahorro energético
- Forma clásica, esbelta y de vidrio transparente, se adapta a todas las luminarias existentes con soportes

Aplicación

- Aplicaciones de hostelería y en el hogar
- Arañas, apliques de pared o luminarias modernas

3.4 CONSTRUCCIÓN DE UN LED

Se diseño una luminaria LED que cumple con las expectativas para sustituir un foco incandescente y una lámpara fluorescente. La principal característica de esta luminaria radica en tener un LED de muy alta eficiencia el cual produce 80 lúmenes por watt. El LED tiene como característica principal que está conformado por 9 celdas LED, para hacerlo más eficiente y duradero trae una protección de silicona que a su vez permite una mejor protección para el sobrecalentamiento.

Este LED tiene un ángulo de 120° el cual fácilmente cambiando el diseño de la luminaria se puede dirigir la luz que emite a un área específica o iluminación general.

Unas características de este LED son:

Chip		Características eléctricas y ópticas			Patrón de radiación espacial
Material	Color	Vf(V)		Flux @ 700mA	
		Tip	max		
GalN	Blanco 5000- 8000K	12	15	400-700lm	lambertian

Tabla 3.1 Características de un luminario LED (LUMINET)

4. ANÁLISIS ENTRE UN LUMINARIO LED Y UN TRADICIONAL.

4.1 Comparación de un luminario LED y un tradicional.

La iluminación LED es más eficaz, duradera y versátil que las incandescentes y fluorescentes. Los LED emiten luz en una determinada dirección, mientras que una bombilla incandescente o fluorescente emite luz y el calor en todas las direcciones.

Lámpara incandescente

La lámpara incandescente es la de más bajo rendimiento luminoso de las lámparas utilizadas: de 12 a 18 lm/W, Lúmenes por Watt de potencia y la que menor vida útil o durabilidad, tiene unas 1000 horas, pero es la más difundida, por su bajo precio y el color cálido de su luz.

No ofrece muy buena reproducción de los colores, ya que no emite en la zona de colores fríos, pero al ser su espectro de emisiones continuo logra contener todas las longitudes de onda en la parte que emite del espectro. Su eficiencia es muy baja, ya que solo convierte en trabajo (luz visible) alrededor del 15% de la energía consumida. Otro 25% será transformado en energía calorífica y el 60% restante en radiación no perceptible, luz ultravioleta y luz infrarroja, que acaban convirtiéndose en calor.

Lámparas fluorescentes.

Las lámparas fluorescentes tienen un rendimiento luminoso que puede estimarse entre 50 y 90 lúmenes por watt (lm/W).

Una cuestión curiosa es que la luminosidad de la lámpara depende no solamente del revestimiento luminiscente, sino de la superficie

emisora, de modo que al variar la potencia varía el tamaño, por ejemplo, la de 20W mide unos 60 cm, la de 40W, 1,20 m y la de 60W 1,50m. (Actualmente serían de 18, 36 y 58 W respectivamente).

Su 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.

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 8000° K.

Su índice de rendimiento de color habitualmente va de 62 a 93, siendo el valor de 100 la representación correcta de colores en los objetos iluminados y 70 un valor considerado aceptable.

¿Cómo son los productos de iluminación LED de iluminación diferente de otros, como fluorescente o incandescente?

La Bombilla de luz incandescente tiene que esperar hasta que la electricidad que pasa a través de un filamento metálico lo vuelva tan caliente que brilla. En las bombillas incandescentes en el 90% de su energía se pierden como calor. La iluminación LED utiliza la luz y la energía más eficientemente.

Por ejemplo, una incandescente o fluorescentes compactas (CFL) dentro de la bombilla de una cavidad se pierde residuos alrededor de la

mitad de la luz que produce, mientras que un receso en la luz con LED sólo produce luz cuando es necesario.

Los LED están siendo utilizados cada vez más para iluminar habitaciones de exposiciones, almacenes y luces de tránsito aunque es poca la gente que actualmente las compra.

Y aunque las luces fluorescentes serán las que se utilicen por un buen tiempo, la industria ya se ponderando las múltiples aplicaciones de las lámparas LED.

Pueden fabricarse en muchas formas y tamaños además de que no utilizan mercurio y funcionan mejor en climas fríos por el tipo de iluminación cálida que proveen.

En una CFL, una corriente eléctrica se maneja a través de un tubo que contenga los gases. Esta reacción produce la luz ultravioleta que se transforma en luz visible por el revestimiento fluorescente (llamado fósforo) en el interior del tubo. Una CFL tiene emisiones de aproximadamente el 80% de su energía como calor.

Una pequeña cantidad de calor que se libera hacia atrás, en un disipador de calor, en un producto bien diseñado, los LED son básicamente fresco al tacto.

Los LED actualmente se encuentran en pleno desarrollo para diversas aplicaciones, aunque ya es posible afirmar que en un futuro, las luces LED podrían incluso desplazar a la iluminación fluorescente.

Si este tipo de iluminación sigue dando señales de ser mejor que cualquier otro tipo de foco, es probable que más adelante las compañías como **Osram, Sylvania, Philips y empresas independientes** produzcan luminarias con luces LED que utilicen 6

watts en lugar de los típicos 15 watts de las luces incandescentes, teniendo la misma intensidad de iluminación.

Comparativo

La obtención de una alta eficiencia energética basada en la tecnología LED se asienta principalmente en los siguientes puntos:

A su geometría óptica adecuada, es decir, su dimensión reducida y el hecho de que solo irradian en uno de los hemisferios permiten optimizar la geometría óptica de forma relativamente simple y extremadamente eficaz, maximizando de esta forma el factor de utilización, o sea, la capacidad de convertir el flujo luminoso en iluminación útil en el plano que se pretende iluminar.

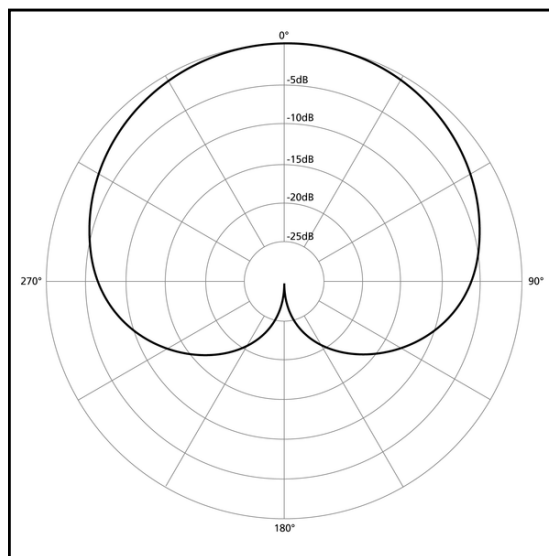


Fig.4.1.1 Curva de candela (HOLOPHANE)

Lo cual se traduce en una reducción del consumo energético, ya que en comparación con las tecnologías de lámparas fluorescentes, son necesarios menos lúmenes para alcanzar los mismos niveles de iluminación.

El otro punto es su Espectro luminoso optimizado. Una de las grandes ventajas en la utilización de la tecnología LED está en el hecho

de que su respuesta espectral esta sintonizada con la sensibilidad del ojo humano en la región mesópica, lo que potencia de forma clara y significativa su desempeño.

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.

La gran ventaja de las luminarias fluorescentes frente a otro tipo de lámparas, como las incandescentes, es su eficiencia energética, alcanza a los 104 lm/W, pero los LED de luz blanca con una eficiencia luminosa de 150 lm/W, utilizando para ello una corriente de polarización directa de 20 mA, es aproximadamente 1,7 veces superior a la de la lámpara fluorescente con prestaciones de color altas (90 lm/W) y aproximadamente 11,5 veces la de una lámpara incandescente (13 lm/W). Su eficiencia es incluso más alta en relación a la lámpara de vapor de sodio de alta presión (132 lm/W), que está considerada como una de las fuentes de luz más eficientes. Otra gran ventaja de las lámparas fluorescentes es que tienen una larga vida útil, superior a las 8000 horas contra las lámparas de LED que tienen una duración de 50,000.

Pero, el uso de las lámparas y tubos fluorescentes tiene implicaciones ambientales, ya que contienen Mercurio, un poderoso contaminante. Cada lámpara contiene miligramos de dicho metal. Un estudio técnico realizado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) sobre un total de 600 lámparas fluorescentes de las denominadas de bajo consumo, de distintas marcas, permitió determinar que en gran parte de los casos no consumen menos que las bombitas

incandescentes, iluminan poco y duran menos que lo que prometen en sus empaques.

La iluminación con LED presenta indudables ventajas: fiabilidad, mayor eficiencia energética, mayor resistencia a las vibraciones, mejor visión ante diversas circunstancias de iluminación, menor disipación de energía, menor riesgo para el medio ambiente, capacidad para operar de forma intermitente de modo continuo, respuesta rápida, etc.

Asimismo, con LED se pueden producir luces de diferentes colores con un rendimiento luminoso elevado, a diferencia de muchas de las lámparas utilizadas hasta ahora, que tienen filtros para lograr un efecto similar (lo que supone una reducción de su eficiencia energética). Todo ello pone de manifiesto las numerosas ventajas que los LED ofrecen.

Comparación relativa de la eficacia y los Lúmenes entre lámparas de LED y lámparas fluorescentes.

Estas tablas nos muestran la salida en lúmenes de ambas lámparas en relación a los Watts que consumen, y con estos datos obtenemos la eficacia de la lámpara expresada en Lm / W.

4.2 Resultados de la comparación entre luminarios.

La obtención de una mejor calidad de iluminación recurriendo a la tecnología LED es conseguida fundamentalmente mediante dos factores clave:

- Elevado índice de reproducción cromático (IRC).
- Amplio abanico de temperaturas de colores disponibles.

Índice de reproducción cromática

Un alto nivel de IRC equivale a una mejor percepción de los colores reales de los objetos, lo que se traduce en una mejor calidad de iluminación y, en consecuencia, en una mayor seguridad y percepción de seguridad. Las imágenes siguientes ilustran claramente las diferencias existentes entre un escenario de iluminación pública vial basado en tecnología LED (IRC>75) y otro más tradicional, basado en la tecnología HPS (IRC=23).

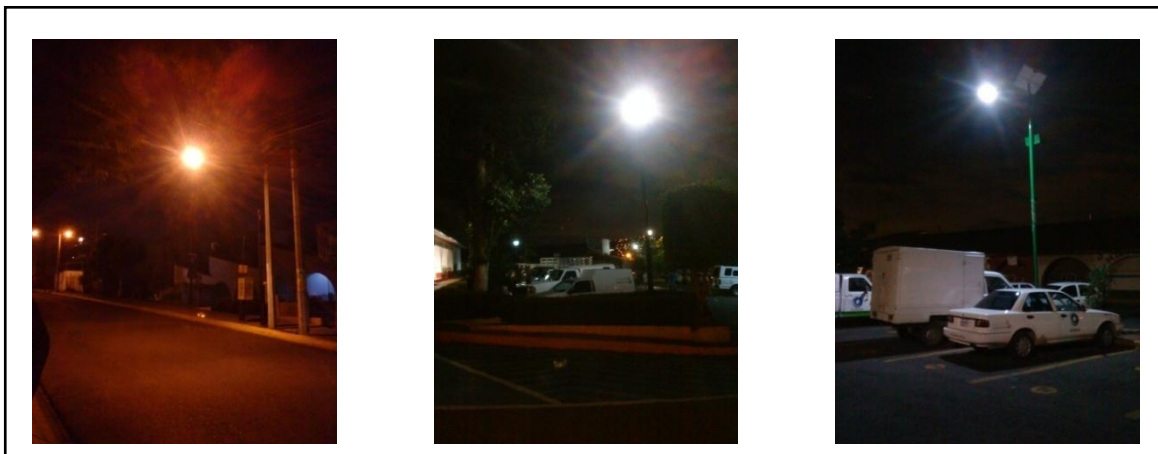


Fig.4.2.1 Izquierda Vapor de sodio. Centro Aditivos metálicos. Derecha LED (Propia)

Mayor eficiencia energética

La obtención de una alta eficiencia energética basada en la tecnología LED se asienta principalmente en los siguientes casos:

Geometría óptica adecuada

Su dimensión reducida y el hecho de que solo irradian en uno de los hemisferios permiten optimizar la geometría óptica de forma relativamente simple y extremadamente eficaz, maximizando de esta

forma el factor de utilización, o sea, la capacidad de convertir el flujo luminoso en iluminación útil en el plano que se pretende iluminar (cuantificando en lux/lm). Este factor puede también ser evaluado en términos de luminancia ((cd/m²)/lm), dependiendo de la aplicación.

Esto contribuye de manera decisiva a la reducción del consumo energético, ya que en comparación con las tecnologías convencionales habitualmente utilizadas, es necesaria menos lúmenes para alcanzar los mismos niveles de iluminación. Concretamente, la tecnología LED presenta un factor de utilización que es aproximadamente el doble del conseguido con el uso de la tecnología HPS (sodio alta presión).

Como consecuencia de la obtención de un factor de utilización elevado, los niveles de deslumbramiento son por norma extremadamente reducidos, una cuestión central en términos de seguridad vial. Lo mismo pasa con los niveles de contaminación lumínica, lo que se traduce directamente en una mejor calidad de vida.

Espectro luminoso optimizado

En general, debido a los niveles de luminancia habitualmente utilizados, la iluminación pública nos coloca en la región de visión mesópica.

Las propiedades de todas las fuentes de luz son actualmente cuantificadas basándose en la respuesta fotópica del ojo humano. En condiciones mesópicas, dicha cuantificación está totalmente desajustada de los valores de desempeño real.

Una de las grandes ventajas en la utilización de la tecnología LED está en el hecho de que su respuesta espectral esta sintonizada con la

sensibilidad del ojo humano en la región mesópica, lo que potencia de forma clara y significativa su desempeño.

TABLA 4.1 COMPARATIVA ENTRE LUMINARIAS

	Lámpara incandescente	Lámpara fluorescente	Vapor de sodio	LED
Vida útil de funcionamiento	1000 horas	Entre 5000 y 15000 horas	Entre 5.000 y 15.000	50.000 horas
Rendimiento luminoso	10 a 15 lm/W	50 a 90 lm/W	80 a 150 lm/W	45 a 150 lm/W
Eficiencia energética lumínica	10%	45%	35%	90%
Temperatura de color		Entre los 3000 K y los 6500 K	3000 a 6000 K	4579 K
Utilización de energías renovables		Su bajo consumo permite disponer de acumuladores y utilizar las luminarias durante horas.	Alto consumo, no es viable	Su eficiente consumo permite disponer de acumuladores y utilizar las luminarias durante días
Carga inductiva en la red	NO	NO	NO	SI
Resistencia a impactos y vibraciones	NO	NO	NO	Si. Dispone de partes móviles y es modular
Efectos de desgaste	Ningún parpadeo	Parpadeo constante antes de su consumo. Tarda en dar su máxima potencia	Parpadeo constante antes de su consumo. Tarda en dar su máxima potencia	Ningún parpadeo
Rendimiento a bajas temperaturas	Funcionamiento normal	Aumenta el tiempo de encendido y baja la luminosidad un 5 - 10%	Aumenta el tiempo de encendido y baja la luminosidad un 5 - 10%	Puede incluso aumentar la luminosidad
Tiempo de encendido	Instantáneo	Se encienden tras varios segundos. Máxima luminosidad tras varios minutos	Se encienden tras varios segundos. Máxima luminosidad tras varios minutos	Instantáneo
Tipo de luz	Luz cálida	Luz blanca con parpadeos. Produce fatiga ocular	Luz amarillenta. Provoca fatiga visual, distorsión de colores, estados de ánimo depresivos y somnolencia.	Luz clara (tono blanco). Reduce la fatiga visual, reduce el tiempo de reacción, reproducción real de los colores
Precio	Muy bajo	Bajo	Caro	Muy caro

¿Qué tanto por ciento de ahorro ofrece este tipo de nuevas lámparas?

Si sustituyes lámparas incandescentes de 100 watts por las nuevas de luces LED solamente se necesitarás 10 watts de consumo, hablamos que el ahorro es del 90% de energía, además que la iluminación es mejor. En caso de que sustituyas focos ahorradores por LED, el ahorro que tendrás será del 60% aproximadamente.

5. COMBINACIÓN DE TECNOLOGÍAS

5.1 Las energías renovables.

Las fuentes renovables de energía se basan en los flujos y ciclos naturales del planeta. Son aquellas que **se regeneran** y son tan abundantes que perdurarán por cientos o miles de años, las usemos o no; además, usadas con responsabilidad no destruyen el medio ambiente. La electricidad, calefacción o refrigeración generadas por las fuentes de energías renovables, consisten en el aprovechamiento de los recursos naturales como el sol, el viento, los residuos agrícolas u orgánicos. Incrementar la participación de las energías renovables, asegura una generación de electricidad sostenible a largo plazo, reduciendo la emisión de CO₂. Aplicadas de manera socialmente responsable y promover el desarrollo de tecnologías locales.

Energía eólica

Es la fuente de energía que se está aprovechando más rápidamente en el mundo y podría generar para el año 2020 el 12% del consumo de electricidad mundial. La energía eólica requiere condiciones de intensidad y regularidad en el régimen de vientos para poder aprovecharlos. Se considera que vientos con velocidades promedio entre 5 y 12.5 metros por segundo son los aprovechables. El viento contiene energía cinética (de las masas de aire en movimiento) que puede convertirse en energía mecánica o eléctrica por medio de aeroturbinas, las cuales están integradas por un arreglo de aspas, un generador y una torre, principalmente.



Fig.5.1.1 Aeroturbina (SENER)

Energía solar

La energía solar que recibe nuestro planeta es resultado de un proceso de fusión nuclear que tiene lugar en el interior del sol. Esta radiación solar se puede transformar directamente en electricidad (solar eléctrica) o en calor (solar térmica). El calor, a su vez, puede ser utilizado para producir vapor y generar electricidad.

La energía solar se transforma en electricidad mediante células fotovoltaicas, aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores. El material base para la fabricación de la mayoría de las células fotovoltaicas es el silicio. La eficiencia de conversión de estos sistemas es de alrededor de 15%. Aun así, un metro cuadrado puede proveer potencia suficiente, un promedio de 1500 watts a pleno Sol en un día de verano y el cielo despejado. Para poder utilizar por las noches la energía eléctrica generada por sol, requieren baterías de celdas fotovoltaicas que acumulan la energía eléctrica generada durante el día. En la actualidad se están desarrollando sistemas fotovoltaicos conectados directamente a la red eléctrica, evitando así el uso de baterías, por lo que la energía que generan es de uso inmediato.



Fig.5.1.2 Panel solar fotovoltaico (SOLAR)

Los sistemas fotovoltaicos son excelentes para proveer de iluminación eléctrica, encender los aparatos normales de cualquier casa y pequeñas bombas de agua. No se recomiendan el uso de calentadores eléctricos o aires acondicionados, debido a que estos consumen demasiada energía eléctrica.

La ventaja principal del panel solar es su producción de energía constante, su larga vida y su mínimo mantenimiento.

Las fotoceldas las podemos encontrar en diferentes tamaños y se catalogan por su producción de watts por hora. Si tenemos una fotocelda de 50 watts, con 5 horas de sol producirá 250 watts-hr.

En México, el potencial de estas fuentes de energía es enorme. El sol nos envía un volumen de energía cuatro veces mayor al nivel nuestro consumo actual, y es la fuente de todas las energías. En México, el recurso solar es de los más altos en el mundo, como se muestra en el cuadro siguiente.

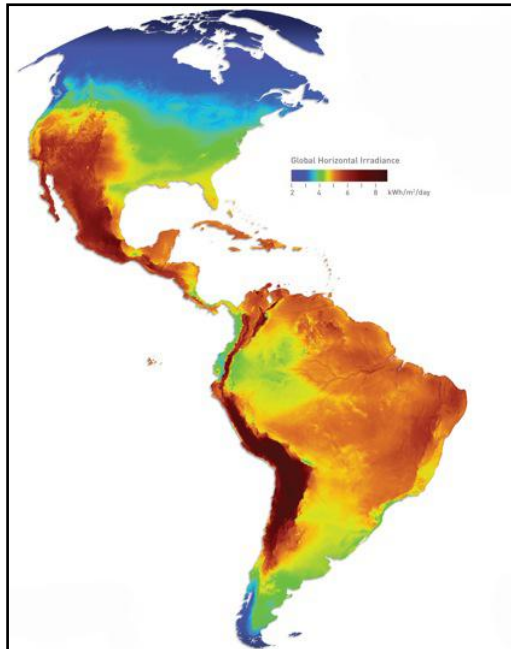


Fig.5.1.2 Mapa de irradiación solar (SENER)

Debido a que la posición del sol varía durante el año (más alto en el verano y abajo en el invierno), es recomendable darle un ajuste al ángulo de posición de las fotoceldas, en relación a la estación del año en que nos encontremos. La regla para esto es colocar las celdas siempre perpendiculares hacia el sur y a un ángulo de tu latitud + 15 grados en invierno y latitud - 15 grados en verano.

Existen muchos componentes para completar un sistema de energía solar, pero los cuatro principales son: foto celdas, controladores de carga, baterías, convertidor de corriente e Inversores.

Las foto celdas son montadas sobre una estructura y la corriente directa que produce es dirigida por un cable al controlador antes de ir al banco de baterías donde es guardada.

Las dos funciones principales del controlador es prevenir que las baterías se sobrecarguen y eliminar el flujo de corriente de las baterías a las

fotos celdas durante la noche. El banco de baterías guarda la energía producida por las fotos celdas durante el día para usarse en cualquier tiempo de la noche o del día. El Inversor toma la corriente del banco de baterías y convierte la corriente DC a corriente AC para poder encender cualquier aparato AC.

Energía solar térmica

Un equipo sencillo permite demostrar que el agua puede ser calentada con energía solar, en sustitución del gas.

Los sistemas solares térmicos pueden clasificarse en planos o de concentración o enfoque. Los sistemas solares planos son dispositivos que se calientan al ser expuestos a la radiación solar y transmiten el calor a un fluido (agua, por ejemplo). Con el colector solar plano se pueden calentar fluidos a temperaturas de hasta 200 ° C pero, en general, se aprovecha para calentar hasta los 75 ° C.

Los sistemas solares de concentración son aquellos que funcionan enfocando la radiación solar en un área específica, en un punto o a lo largo de una línea. En algunas centrales solares termoeléctricas concentran la radiación solar utilizando espejos y mediante distintas tecnologías proporcionan calor a media o alta temperatura (en casos especiales, hasta miles de grados). Ese calor se utiliza para generar electricidad, del mismo modo que en una central termoeléctrica. El calor solar recogido durante el día se puede almacenar de tal forma que durante la noche o cuando está nublado se puede igualmente estar generando electricidad. Este conjunto de dispositivos requiere de procedimientos o mecanismos de seguimiento, ya que la línea de incidencia del sol varía durante el día y durante el año.

5.2 Adaptación de las energías renovables a los LED.

La era de la energía producida con recursos naturales no renovables debe llegar a su fin. Existe una necesidad URGENTE de cambiar su producción con tecnologías que aprovechen las fuentes renovables, como el sol, el viento, el agua.

El uso de las energías renovables puede contribuir a un ahorro de recursos naturales muy importantes y coadyuva a la protección del planeta.

Y si estas se combinan con la tecnología LED puede llegar a dar grandes resultados en el ahorro de energía.

Opción Solar

La combinación de las luminarias LED con paneles solares ahorra hasta 100% de energía. Durante el día el panel solar recibe la energía de la luz solar y la convierten directamente en energía eléctrica, que es acumulada en baterías. Esta energía almacenada sirve para alimentar la luminaria LED durante la noche. Un sistema electrónico de control enciende la lámpara al anochecer y la apaga al amanecer, también regula la carga y descarga de las baterías.

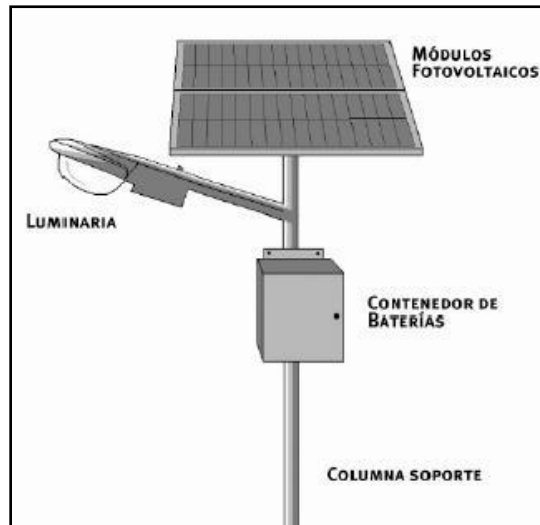


Fig.5.2.1 Diseño de un luminario LED con panel solar (LUMINET)

El sistema de alumbrado es totalmente autónomo ya que genera la propia energía que consume, por lo tanto, no se requieren cableados y no es necesario para su instalación tender líneas aéreas, cavar zanjas, romper pavimentos.

No consume energía eléctrica de la red y en consecuencia no se necesitan transformadores, medidores ni otros elementos.

Esta tecnología permite construir luminarias LED que remplazan la tecnología existente para iluminación en general, con ventajas como la conexión directa a sistemas Solares Fotovoltaicos de 12 Volts.

En el esquema del conjunto se puede observar la luminaria, los paneles solares y el contenedor de las baterías, instalados sobre una columna. Esta disposición es la más adecuada para iluminar calles, parques, etc.

En otras aplicaciones, por ejemplo en la iluminación de áreas protegidas por un cerco perimetral, las luminarias se instalarán sobre

columnas, mientras que el generador eléctrico solar y el banco de las baterías (comunes para todas las luminarias) se instalarán sobre el piso.

La duración: de los diodos de luz es muy larga, pueden estar prendidos, emitiendo luz, durante 100,000 horas, eso es igual a seis años de funcionamiento continuo. Tal durabilidad es 50 veces mayor que la de una bombilla incandescente y 15 veces mayor que la iluminación fluorescente o de HID. Encendido instantáneo ya que no se usan Balastro o transformador

La alta eficiencia de la Luz de LED evita la producción de calor y el riesgo de incendios por ruptura o explosión de partículas incandescentes, común en la iluminación de HID y las lámparas incandescentes.

Ahorro de energía: una eficiencia 10 a 17 veces mayor a las lámparas incandescentes y en muchos casos dos veces mayor a la eficiencia de las lámparas fluorescentes

Retorno de inversión más alto Garantizado: La Iluminación de LED ofrece un retorno de inversión garantizado antes del primer o segundo año de operación, al cuantificar el ahorro energético, de reemplazos y mantenimiento.

Sistemas híbridos

En la actualidad se están desarrollando sistemas híbridos para aprovechar al máximo la eficiencia de la energía renovable y este consta de un sistema de paneles solares y un sistema de energía eólica. Este sistema almacena la energía del sol y el viento mediante la transformación de su aspecto durante todo el día y por la noche aprovechando la iluminación LED

y solo cuando es necesario, a través de sensores de proximidad haciéndolo más eficiente.



Fig.5.2.3 Sistema de iluminación híbrido. (Philips)

Este sistema tiene la forma de una flor, cuando el sol brilla abre sus paneles como si fueran pétalos, con lo que captura mayor energía, los paneles continuamente se orientan en la dirección del sol.



Fig.5.2.4 Paneles solares de sistema híbrido. (Philips)

El sistema inteligente también aprovecha los días nublados y ventosos. Cuando el viento empieza a soplar, modifica su estructura para atrapar el viento. Los pétalos progresivamente rotan y trasladan el movimiento a un generador que lo convierte en energía.



Fig.5.2.5 Sistema de iluminación autosuficiente. (Philips)

Y cuando el sol brilla el dispositivo progresivamente y deja de rotar, se abre de nuevo para atrapar los rayos solares.

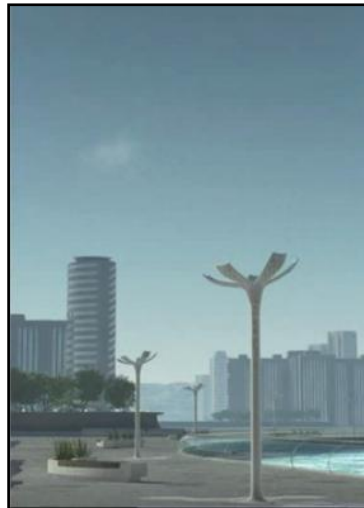


Fig.5.2.6 Sistema de iluminación híbrido. (Philips)

Este sistema almacena su energía para su propio consumo pero si hay en excedente la suministra a la red eléctrica.

Cuando es de noche los pétalos se cierran, ilumina el espacio mediante iluminación LED y reduce su nivel de iluminación al mínimo cuando no hay

nadie alrededor y se aumenta su intensidad al paso de por movimiento que detecta.



Fig.5.2.7 Sistema de iluminación híbrido. (Philips)



Fig.5.2.8 Sistema de iluminación híbrido. (Philips)

Este sistema tan eficiente de luminaria no requiere alimentación de la red eléctrica.

6. EL FUTURO DE LOS LED EN MÉXICO

6.1 Aplicación de un cuestionario sobre la tecnología LED.

6.1.1 Características del cuestionario

La aplicación de nuevas tecnologías en México enfrenta diversidad de obstáculos, debido fundamentalmente a dos factores: el económico y el cultural. En lo económico el grueso de la población no cuenta con recursos económicos para incorporarse de manera inmediata al uso de las nuevas tecnologías, sobre todo cuando éstas al llegar a México tienen precios fuera del alcance de la mayor parte de la población y tendrá que pasar un periodo muy largo para que sus precios bajen y sean accesibles. Debemos recordar los precios de los primeros hornos de micro ondas, videocaseteras, pantallas planas y otros muchos artículos. Que por otro lado dejan de ser tecnología de vanguardia en los países desarrollados y se introducen masivamente en los países subdesarrollados.

En lo cultural se requiere de mucho tiempo para que la gente cambie de manera de pensar respecto a la nueva tecnología, prevalecen esquemas en los que se duda mucho de la nueva tecnología por ejemplo, la gente no usa actualmente la tubería de plástico, continúa utilizando la de cobre, por su idea que dura más, aún cuando la de plástico es más barata, tanto en su compra como su instalación; en el caso de los calentadores solares para el baño también siguen la misma suerte, no se piensa en el mediano plazo, siempre es al corto plazo. Sucede lo mismo con las nuevas tecnologías en general.

Por todo lo anterior, se elaboró el presente cuestionario que nos puede dar una idea de la forma de pensar de 50 personas respecto a la posibilidad de utilizar la tecnología LED. Las preguntas fueron elaboradas de la manera más sencilla posible.

En términos generales se le explica a la gente el objetivo del cuestionario y la importancia que tiene para la introducción de la tecnología LED en México, sobre todo los ahorros de energía con el uso de los diferentes sistemas y los precios entre una tecnología y otra. Asimismo se les informa sobre los problemas que enfrenta el medio ambiente con el uso de recursos no renovables para la generación de energía.

CUESTIONARIO

Nombre _____ Edad _____

1. ¿Sabe usted lo que es un LED?

Si _____ No _____ (Si la respuesta es Sí, pase a la pregunta N° 2. Si la respuesta es No, pase a la pregunta N° 3)

2. ¿En qué aparatos ha visto los LED?

Información para realizar la siguiente pregunta.

(Resumen de la tecnología LED, ventajas, protección del medio ambiente, eficiencia de la tecnología, su inversión y tiempo de recuperación de la inversión)

3. ¿Le preocupa el calentamiento global? Si ___ No ___

4. ¿Aplicaría la tecnología LED en su casa o negocio? Si _____ No _____

5. ¿Por qué? _____

6. ¿Cuál es su ingreso mensual? _____

7. ¿Qué grado de escolaridad tiene? _____

8. ¿Utiliza altas cantidades de energía eléctrica? _____

6.1.2 POBLACIÓN MUESTRA

Se aplicó a 50 personas con las características siguientes.

- 10 profesionistas de educación superior e ingresos superiores a \$ 30,000.00 mensuales
- 10 amas de casa de escasos recursos
- 10 burócratas del orden público federal con ingresos de \$ 8,000.00 a \$ 15,000.00 mensuales
- 10 comerciantes con ingresos superiores a \$ 50,000.00 mensuales
- 5 obreros con ingresos de \$ 8,000.00 a \$ 10,000.00
- 5 campesinos con ingresos de \$ 2,500.00 a \$ 5,000.00

Resultados

De la población a la que se le aplicó se encontró lo siguiente:

- De los 10 profesionistas a los que se les aplicó: 3 respondieron que estaban dispuestos a aplicar la tecnología LED. 7 no estaban dispuestos a su aplicación debido al alto costo de inversión.
- De las 10 amas de casa, solo una estuvo dispuesta a la aplicación de la tecnología LED, las 9 restantes indicaron que la inversión era muy alta.
- Los 10 burócratas respondieron que no estaban dispuestos a su aplicación.
- De los 10 comerciantes, 8 indicaron que estaban dispuestos a aplicar la tecnología, los 2 restantes no estaban dispuestos a su aplicación.
- Los 5 obreros respondieron que no estaban dispuestos a su aplicación.
- Los 5 campesinos respondieron que no estaban dispuestos a su aplicación.

Como podrá observarse la aplicación de la tecnología LED entre los mexicanos depende inicialmente de las posibilidades económicas de la población, aunado la falta de una cultura que le permita ver a futuro de los posibles ahorros económicos y de recursos naturales para la protección del medio ambiente.

Aquellas personas que son más accesibles al uso de nuevas tecnologías son los comerciantes, debido a que ven en beneficios al corto plazo y a que sus empresas pueden absorber los costos de los cambios tecnológicos, sobretodo cuan sus empresas utilizan altas cantidades de energía eléctrica.

6.2 EL FUTURO DE LOS LEDS EN MÉXICO

En México la tecnología LED enfrenta problemas económicos y culturales, el año pasado Illuminet le informó a Greenpeace, la organización ambientalista más importante en el mundo, que promueve en su sección México una campaña para el cambio de focos incandescentes por lámparas ahorradoras de energía. La iniciativa busca ahora que el Congreso apruebe una ley que prohíba la comercialización de los incandescentes a partir del 1 de enero de 2012; en México consumimos 210 millones de focos anualmente para uso residencial.

La campaña utiliza el slogan “Cuantos diputados se necesitan para cambiar un foco. ¿Tú sabes?”, y solicita el apoyo de la ciudadanía mediante firmas de quienes estén de acuerdo con la solicitud. En su página web se informa que la Cámara de Diputados deberá dictaminar en sentido positivo la

modificación al artículo 7 de la “Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía”, antes del 29 de abril de 2010, día que concluye el periodo de sesiones en la cámara.¹²

Entonces, si los diputados votan a favor y la ley entra en vigor en 2012, se dejarían de emitir 8.6 millones de toneladas de bióxido de carbono (CO₂) y se contribuiría a mitigar el 1.4 por ciento de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero, principales causantes del cambio climático; México ocupa el lugar número 13 dentro de los primeros 25 países emisores de gases de efecto invernadero lanzados a la atmósfera.

De igual forma, Greenpeace México pide que a través de la presión del Congreso, la industria se comprometa a diseñar, fabricar y vender productos más sustentables, como los focos ahorradores que desperdician una mínima cantidad de energía. Asimismo, se informa que la campaña de Eficiencia Energética, iniciada en enero de 2009, ha empezado a arrojar importantes resultados, por ejemplo, al sustituir los focos de diversos mercados populares de la República, y dos de ellos, en León y Aguascalientes, son ahora totalmente eficientes; también se cambiaron los focos en algunos edificios de gobierno, luego de haber realizado un ranking de dependencias que reveló que el 96.58 por ciento de los edificios del gobierno federal son iluminados de manera ineficiente.

Por supuesto que Illuminet está a favor de cualquier medida que tenga que ver con la reducción de gases de efecto invernadero y apoyará en lo posible a Greenpeace México; sin embargo, valdría la pena saber qué sucederá con todos los focos incandescentes de desecho, es decir, ¿cuál

¹² http://www.greenpeace.org/mexico/participa-como-ciberactivist/eficiencia_energetica

será su confinamiento? Se trata de desechos que igualmente merecen atención.

Solo con una política del Gobierno del Estado Mexicano, que sea capaz de contribuir al uso de la tecnología LED, será posible la introducción en el corto plazo, de lo contrario tardará entre 10 ò 15 años para su aplicación masiva en nuestro país. Asimismo, el Congreso de la Unión deberá participar en políticas ambientalistas para hacer más viable la introducción de la tecnología LED.

CONCLUSIONES

- La tecnología LED representa la alternativa más viable para el ahorro de energía, en comparación con los sistemas tradicionales que datan de 1800.
- La tecnología LED en combinación con los sistemas de generación de energía renovable, representan el futuro de la humanidad.
- En México la tecnología LED tardará en promedio 10 ò 15 años para introducirse, debido a la carencia de recursos económicos de la población y a la falta de conciencia sobre la protección al medio ambiente, pero sobre todo a los costos tan altos que establecen la transnacionales poseedoras de las patentes para vender sus productos LED a los países subdesarrollados.
- El trabajo que requieren realizar los estudiosos mexicanos en materia LED debe ser producto de una política institucional, capaz de financiar proyectos que permitan abaratar dicha tecnología y poderla hacer accesible a una población numerosa, lo que permitirá que vean reflejado en sus consumos de energía costos más bajos.
- Solo con una política del Gobierno Mexicano para la introducción de la tecnología LED en forma masiva, podrá contribuir nuestro país a la conservación del medio ambiente a nivel mundial, pues deberá hacer más accesible la tecnología para nuestra población, con precios más adecuados al bolsillo de los mexicanos.

BIBLIOGRAFÍA

- I.E.S Lighting handbook. Ninth edition. Edit Illuminating Engineering Society of North America, 1993
- Circuitos integrados y dispositivos semiconductores. Deboo, Gordon. Edit Maracombo, 1979
- Principios de electrónica. Paul E. Gray Edit. Reverte, 1973
- Circuitos electrónicos. Donald L. Schilling. Edit Boixareu, 1973
- Light emitting Diodes. A.A. Bergh. Edit. Oxford, 1976
- Disminución de los costos energéticos en las empresas. Amaya Martínez Garcia. Edit. FC Editirial, 2006
- La situación del mundo 2008. Ed. Icaria. Edit Worldwatch Institute, 2008
- Indoor Luminaries Catalogue. Philips Electronics, 2009