

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA  
RECINTO UNIVERSITARIO "RUBÉN DARÍO"  
FACULTAD DE CIENCIAS EN INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA**



Seminario de Graduación

Tema:

"Sistema de Iluminación con lámparas LEDs alimentadas por inducción electromagnética aplicado en el laboratorio de Electrónica Básica de La Unan - Managua"

Subtema: "Sistema de iluminación usando tecnología LEDs"

*Integrantes: **Gilmardes Antonio Calvo Hernández***

***Rosendo Luis Mendoza Torrez***

*Tutor: **Msc. Milciades Delgadillo***

*Asesor Tecnológico: **Reynaldo Espino***

**Managua - Nicaragua**

## **Dedicatoria**

Este trabajo lo dedico.

Primeramente a Dios por darnos la salud, las fuerzas y el conocimiento para culminar este trabajo, a nuestros padres por darnos su apoyo en los momentos difíciles porque gracias a ellos hoy podemos dar este pasó en nuestras vidas, a nuestros amigos por brindarnos su ayuda.

Este trabajo está dedicado a todas las personas que con solo una palabra nos dieron ánimo.

GRACIAS

## **Agradecimiento**

Agradezco a:

A Dios por darme la vida y las fuerzas para concluir el presente trabajo, a nuestros padres porque si no fuera por ellos no estuviéramos aquí, a Msc. Milciades Delgadillo por su ayuda en la elaboración y redacción del trabajo de seminario de graduación, a Msc. Javier Mendoza por darnos un poco de su tiempo, consejo y materiales para la elaboración del circuito electrónico, al Ing. Alfredo Canales por darnos valiosos consejos que nos sirvieron de gran manera para culminar nuestro trabajo. Y con mucho agradecimientos al Msc. Bismarck Santana por la oportunidad que nos ha brindado y la paciencia que nos a tenido

# Índice

Resumen	1
1. Introducción	2
2. Antecedentes	3
3. Justificación	5
4. Objetivos	6
4.1. Objetivo General	6
4.2. Objetivos Específicos	6
5. Desarrollo	7
5.1 Tecnologías de iluminación	7
5.1.1. Lámparas Fluorescentes	7
5.1.2. Lámparas LED	9
5.2. El espectro electromagnético	10
5.3. Temperatura de color	12
5.4. Reflectancias	13
5.5. Magnitudes y unidades	14
5.5.1. Luminancia	14
5.5.2. Lux	15
5.5.3. Lumen	15
5.5.4. Candela	16
5.6 Características físicas de los LED	16
5.6.1. Principio físico	17
5.6.2 Teoría de banda	17
5.6.3 Ángulo de vista	18
5.6.4 Luminosidad	18
5.7. Estructura de un LED	19

5.8. Estudio de carga de las lámparas Fluorescentes del Laboratorio de Electrónica básica de la UNAN-Managua	21
5.8.1 Etapas para el cálculo de lámparas	22
5.8.2 Calculo de flujo luminoso total necesario	22
5.8.3 Calculo de índice del local	23
5.8.4 Coeficiente de utilización	24
5.8.5 Factor de mantenimiento	26
5.9 Driver de circuito electrónico para lámparas LEDs	30
5.9.1 Características del LEDs que usaremos en el driver	30
5.9.2 ¿Cómo funciona el driver del LED?	31
5.9.3 Cálculos en lámparas LEDs	33
5.10 Bobina excitadora para el circuito emisor	35
5.10.1 Como construir una bobina excitadora	36
5.10.2 Calculo en bobinas	38
5.10.3 Cómo hacer las bobinas y cargador superior	39
5.10.4 Cálculos radiación de las bobinas primarias y secundaria	41
5.10.4.1 La inducción magnética	41
5.10.4.2 El flujo magnético	42
5.10.4.3 La intensidad del campo magnético	43
5.10.4.4 La fuerza magnetomotriz	43
5.10.4.5 La reluctancia	44
5.10.4.6 La permeabilidad magnética	44
5.11 Costos	46
5.11.1 Comparación de costos de instalación de lámparas fluorescentes y lámparas LEDs alimentadas por inducción electromagnética.	46
5.12 Efecto probados ante una onda electromagnética (OEM)	48
5.12.1 Otros efectos estudiados	48
6. Conclusiones	50
7. Bibliografía	51
8. Recomendaciones	53
Anexo I	54

Anexo II	67
Anexo III	70

## Índice de figuras

### I. Figuras

1. Figura 1. Campo electromagnético	11
2. Figura 2. Longitud espectral	11
3. Figura 3. Efecto Purkinje	12
4. Figura 4. Iluminancia	14
5. Figura 5. Demostración de ángulo solido	15
6. Figura 6. Estructura de un LEDs	19
7. Figura 7. LEDs de 3 watt	31
8. Figura 8. Circuito driver del LED	32
9. Figura 9. Longitud de bobina	38
10. Figura 10. Bobina secundaria	44
11. Figura 11. Carga superior	44
12. Figura 12. Elaboración de la bobina primaria	45
13. Figura 13. Prueba de emisor con una lámpara fluorescentes	45
14. Figura 14. Prueba de emisor con una lámpara LED	46

### II. Esquemas

1. Esquema de funcionamiento y elementos de lámpara fluorescente tubular	7
2. Esquema 2. Medias del local	21
3. Plano de trabajo e iluminación indirecta	23
4. Circuito de bobina excitadora	37

### III. Tablas

1. Tabla 1. Temperaturas de color de algunas fuentes	13
2. Tabla 2. Refractante de algunos colores y materiales	14

3. Tabla 3. Índice del local por sistema de iluminación	23
4. Tabla 4. Factor de utilización	25
5. Tabla 5. Factor de mantenimiento	26
6. Tabla 6. Tarifa vigente del 1 de agosto del 2013 por la distribuidora disnorte dissur	28
7. Tabla 7. Promedio de iluminación y medida del laboratorio	29
8. Tabla 8. Tipos de fuentes	32
9. Tabla 9. Costo de ahorro de las lámparas de LED	35
10. Tabla 10. Costo del sistema lámparas fluorescentes	46
11. Tabla 11. Costo del sistema de lámparas LEDs	47

## **Resumen**

### **Resumen del tema.**

A través de las nuevas tecnologías de iluminación como es los LED, se desea como hace más de 100 años la trasmisión de energía inalámbrica descubierta por Nikola Tesla, en el cual pudo encender bombillos a más de 20km de distancia desde una planta emisora en el cual llamo bobina tesla, por el cual utilizamos como principio de nuestro trabajo usando una bobina excitadora para realizar las trasmisión de la energía inalámbrica para alimentar lámparas LED.

### **Resumen del Subtema.**

Las lámparas de LEDs son la más reciente tecnología y están presentes en los celulares, automóviles, motocicletas, lámparas de mano, monitores, TV, Radios, etc. Aproximadamente 17% del consumo de energía eléctrica total corresponde a Iluminación artificial. Debido a que gran parte de la generación de energía eléctrica se lleva a cabo mediante la utilización de recursos naturales no renovables, es necesario manifestar su utilización y fomentar su ahorro, de tal modo que el consumo de energía eléctrica promedio por persona se reduzca. Es por esto que la implementación y uso de Sistemas de iluminación artificial más eficientes y que generen luz de mejor calidad.

De gran importancia en la actualidad y para un mejor futuro. Existen varias tecnologías de iluminación artificial, sin embargo, las más utilizadas actualmente tienen desventajas y limitaciones importantes en cuanto a su desempeño. Primeramente las lámparas incandescentes, son las más antiguas y de uso más simple ya que sólo requieren de conectarse a la línea eléctrica para su funcionamiento, sin embargo, son las menos eficientes, gran parte de la energía eléctrica que consumen se transforma en calor y en radiación infrarroja, y sólo una pequeña parte del total se transforma en luz visible. Posteriormente se crearon las lámparas de descarga eléctrica, que son más eficientes que las anteriores, sin embargo, son más complicadas de instalar y poner en funcionamiento, debido a que requieren de un sistema de encendido y control más complejo. Aun así solo el 25% de su radiación es luz visible y el resto de la energía se pierde en radiación infrarroja y calor, además de que este tipo de lámparas contienen en su interior gases nocivos a los seres vivos (Mercurio) y son frágiles a impactos.

## **1. Introducción**

El mundo atraviesa actualmente problemas de consumo energético, día a día se busca la manera de reducir el consumo energético. En este trabajo se presenta una solución a este problema el cual es:

La tecnología LEDs se está poniendo hoy en día a flote, por lo que en la actualidad se pretende sustituir las lámparas tradicionales (incandescentes o fluorescentes) por la razón de su mayor consumo de potencia, haciendo que los LEDs (diodo emisor de luz) pasen a un primer plano ya que su consumo de potencia es aproximado a un 50% menos que las lámparas tradicionales. La tecnología LEDs se está empleado en la gama de televisores haciéndoles más nítidas las imágenes y menos volumen en su diseño, en semáforos haciéndoles a estos que consuman menos potencia y sean más visibles y duraderos que los semáforos normales. La potencia de los LEDs, como fuente de iluminación general (luz blanca), es actualmente una de sus principales promesas de cara al futuro.

En este documento se presenta un sistema de iluminación utilizando tecnología LEDs basado en un circuito de que nos permita determinar la eficiencia energética entre las lámparas fluorescentes que presenta el local que implementaremos dicho sistema.

Observando el problema energético que enfrentamos actualmente nace este proyecto como una alternativa para bajar el consumo energético en el laboratorio de Electrónica Básica de la UNAN – Managua.

## 2. Antecedentes

La transferencia de energía ya tienes más de 100 años de existir el propulsor de esta tecnología Nikola Tesla con los primeros pasos de este tipo de innovación el cual era transmitir y encender sin necesidad de hilos que conectaran las bujías con la fuente a más de 50 km.

Este proyecto la **Torre Wardencllyffe**, también conocida como la **Torre Tesla**, fue una torre-antena de telecomunicaciones inalámbricas pionera diseñada para la telefonía comercial transatlántica, retransmisiones de radio y para demostrar la transmisión de energía sin cables conectores entre los años 1901 y 1917. Tesla consiguió ponerla en marcha en varias ocasiones con un rotundo éxito, pero en dos de ellas las instalaciones rebasaron la potencia límite y ardieron parcialmente.

A partir de este gran comienzo proporcionado por el señor Tesla mucho científicos han continuado su trabajo tales como: Los físicos André Kurs, Robert Moffatt, y Marin Soljagic, del **MIT**, acaban de publicar un estudio en Applied Physics Letters explicando un nuevo enfoque al problema de la transferencia inalámbrica de energía que podría sentar las bases para desarrollar un sistema comercialmente viable. Tal como explican los científicos del MIT, el nuevo sistema inalámbrico podría llenar la brecha que existe entre los sistemas inductivos de corto alcance y los largo alcance basados en radiación, que son muy sensibles a las obstrucciones, requieren de complejos sistemas en el emisor receptor, y plantean preocupantes riesgos de seguridad.

Actualmente se vive una constante evolución en lo que es el mundo electrónico da unos enormes pasos hacia nuevas y mejoras como lo es el popular fabricante de baterías, **Duracell**, ha presentado un dispositivo cargador para terminales móviles que realiza la carga de los terminales colocados sobre la superficie del mismo sin necesidad de hacer uso de ningún tipo de cable específico, recibe el nombre de myGrid.

Según Duracell, el cargador myGrid es tan rápido como lo son los cargadores estándar que necesitan utilizar el conector de alimentación adecuado para alimentar al terminal móvil y pueden recargar la batería de distintos tipos de gadgtes de forma inalámbrica, en entre los que se incluye los de fabricantes como Apple, Nokia, Motorola y RIM, así como reproductores MP3 portátiles como el iPod.

Toyota Motor Corporation (TMC) ha llegado a un acuerdo de colaboración tecnológica con la empresa WiTricity, con sede en Massachusetts (Estados Unidos), en relación a la aplicación práctica de los sistemas inalámbricos de recarga de automóviles y el impulso para conseguir su uso generalizado. La compañía japonesa tiene previsto participar en una ampliación de capital de WiTricity.

La tecnología de recarga de WiTricity emplea la resonancia, que permite cargar la batería sin necesidad de contacto directo. Actualmente existe otra tecnología de recarga inalámbrica, la electromagnética, que sí requiere el contacto directo entre dispositivos y que está empezando a consolidarse para los teléfonos móviles y otros cargadores. Toyota Motor Corporation cree que la recarga inalámbrica mediante resonancia es adecuada para automóviles y pretende fomentar su aplicación práctica.

Es por esto la necesita de mejorar, innovar y experimentar en este mundo electrónico tan evolucionado en que vivimos.

### 3. Justificación

El estudio realizado fue motivado por las innovaciones que están presentes actualmente, la tecnología experimenta nuevos y novedosos avances, como es la transferencia de energía inalámbrica, por eso he aquí las lámparas LEDs alimentadas por inducción electromagnética.

Para la realización del sistema de iluminación a través de LEDs constara de dos partes fundamentales las cuales serán: un Emisor y un Receptor. En la parte del emisor necesitaremos 2 bobinas y un circuito electrónico; primero, las dos bobinas funcionarán como un flyback donde una de las bobinas será un primario y la otra será el secundario, estas estarán en forma de espira acompañadas de un circuito electrónico el cual alimentara dichas bobinas.

Este circuito electrónico nos brindara el voltaje y corriente necesaria en la bobina primaria en el cual circulará una determinada corriente que creará una onda electromagnética, ahí entra en funcionamiento la bobina secundaria, en el que tomará esta onda y la amplificará a una mucho mayor, es decir de mayor campo electromagnético.

La segunda etapa la receptora, está constituido por una bobina que captará las ondas electromagnéticas tomando el campo eléctrico de esta onda generada por el emisor, además a los extremos del cable de la bobina estarán conectados a un puente ratificador, el campo eléctrico emitido es una onda alterna, al captarlo la bobina toma la onda y captura la carga eléctrica, un puente rectificador limpiara la carga y tendremos una carga continua, en el cual con esta carga se alimentaran un serie de diodos LEDs de potencias de 1 a 3 watts, para la alimentación de estos antes mencionado.

Además de establecer una comparación entre la eficiencia de las lámparas LEDs y las lámparas fluorescentes que están instaladas en el laboratorio de Electrónica Básica, conllevando al determinar el mejor sistema eficiente energético través del estudio realizado.

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo General**

- Implementar un sistema de iluminación basado en inducción electromagnética para alimentar lámparas de LEDs a través de carga inalámbrica en el laboratorio electrónica básica en la UNAN – Managua

### **4.2 Objetivo Específico**

- Comparación entre el consumo eléctrico de un sistema de iluminación de lámparas fluorescentes y lámparas LEDs.
- Diseñar circuito de inducción electromagnética para alimentación de un sistema de iluminación LEDs.
- Implementar el uso de lámparas ahorrativas de LEDs ya que estos tienen una muy buena luminosidad y duración de vida prolongada.

## 5. Desarrollo

### 5.1 Tecnologías de iluminación

**5.1.1 La lámpara fluorescente**, también denominada tubo fluorescente, es una lámpara de vapor de mercurio a baja presión, utilizada para la iluminación doméstica e industrial. Está formada por un tubo o bulbo fino de vidrio revestido interiormente con una sustancia que contiene fósforo y otros elementos que emiten luz al recibir una radiación ultravioleta de onda corta emitida por el gas de Mercurio la electricidad. El tubo contiene una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, sometidos a una presión ligeramente inferior a la presión atmosférica. Asimismo, en los extremos del tubo existen dos filamentos hechos de tungsteno. Operan pasando corriente alterna a través de un vapor de mercurio para generar luz ultravioleta. Esta luz es invisible y debe procesarse para volverla visible. Para ello se utiliza un recubrimiento interno de fósforo en el tubo de la lámpara, que al absorber la luz ultravioleta produce el brillo o fluorescencia visible.



**Esquema 1. Esquema de funcionamiento y elementos de lámpara fluorescente tubular**

Los elementos primordiales de la lámpara fluorescente son:

- ❖ Tubo de descarga: El cuerpo o tubo de descarga de las lámparas fluorescentes se fabrica de vidrio, con diferentes longitudes y diámetros. La longitud depende, fundamentalmente, de

la potencia en watt (W) que desarrolle la lámpara. El diámetro, por su parte, se ha estandarizado a 25,4 mm (equivalente a una pulgada) en la mayoría de los tubos. Los más comunes y de uso más generalizado tienen forma recta, aunque también se pueden encontrar con forma circular. La pared interior del tubo se encuentra recubierta con una capa de sustancia fosforescente o fluorescente, cuya misión es convertir los rayos de luz ultravioleta (que se generan dentro y que no son visibles para el ojo humano), en radiaciones de luz visible. Para que eso ocurra, su interior se encuentra relleno con un gas inerte, generalmente argón (Ar) y una pequeña cantidad de mercurio (Hg) líquido. El gas argón se encarga de facilitar el surgimiento del arco eléctrico que posibilita el encendido de la lámpara, así como de controlar también la intensidad del flujo de electrones que atraviesa el tubo.

- ❖ Filamentos: La mayoría de los tubos fluorescentes rectos poseen en cada uno de sus extremos un casquillo con dos patillas o pines de contactos eléctricos externos, conectadas interiormente con los filamentos de caldeo o de precalentamiento. Estos filamentos están fabricados con metal de tungsteno, conocido también por el nombre químico de wolframio (W), recubiertos de calcio (Ca) y magnesio (Mg) y su función principal en los tubos de las lámparas fluorescente es calentar previamente el gas argón que contienen en su interior para que se puedan encender.
- ❖ Encendedor o Starter: Las lámparas fluorescentes por precalentamiento utilizan un pequeño dispositivo durante el proceso inicial de encendido llamado Encendedor(starter).Este dispositivo se compone de una lámina bimetalica encerrada en una cápsula de cristal rellena de gas neón (Ne). Esta lámina tiene la propiedad de curvarse al recibir el calor del gas neón cuando se encuentra encendido con el objetivo de cerrar un contacto que permite el paso de la corriente eléctrica a través del circuito en derivación donde se encuentra conectado el encendedor.
- ❖ Limitador de corriente: El balasto electromagnético fue el primer tipo de inductancia que se utilizó en las lámparas fluorescentes. Consta de un transformador de corriente o reactancia inductiva, compuesto por un enrollado único de alambre de cobre.

La duración típica de una lámpara fluorescente es de 10.000 horas, que equivale aproximadamente a un año usándola 24 horas diarias. Si bien la eficiencia de estas lámparas es muy superior a las de filamento, una buena parte de la energía se pierde de todas maneras generando la luz ultravioleta y convirtiéndola en luz visible.

Por otra parte, normalmente no se mencionan los riesgos para la salud que estas lámparas presentan, pero son varios:

- Emisión de luz ultravioleta por deficiencia del recubrimiento interno. Muy dañina para el ojo humano y puede producir ceguera.
- Radiación permanente originada en la corriente alterna que se suministra al vapor de mercurio. Produce dolores de cabeza, desorientación y tiene efectos secundarios crónicos que hasta ahora se están descubriendo.
- Exposición al mercurio en caso de rotura. El mercurio es letal para el ser humano y aunque los fabricantes sostienen que la dosis no es dañina, sigue siendo un riesgo presente y evidente.
- Ruido. Los transformadores que se utilizan en estas lámparas son generalmente ruidosos y pueden llegar a perturbar notablemente la tranquilidad de las personas que se encuentran cerca.

**5.1.2 Lámparas de LED:** Operan enviando corriente a través de un diodo emisor de luz y son en este momento la mejor alternativa de iluminación. Sus ventajas son múltiples y las relacionamos a continuación:

- Emiten solo luz visible de alta intensidad, en toda la gama posible. En un solo color o multicolor. Con una sola de las últimas, se pueden producir cerca de 16.7 millones de combinaciones de colores.
- Una lámpara de LED puede generar 100 Lumen por Vatio, contra 17,5 de una de filamento y 30 promedios de una fluorescente. Esta medida refleja su eficacia, que es cerca de 6 veces superior a la de filamento y 2 a 3 veces superior a la fluorescente.
- Vida útil de 60.000 horas mínimo, que equivale a casi 7 años con 24 horas de uso diario continuo. Catorce (14) años si se usara solo 12 horas diarias.

- No presenta ninguno de los riesgos de salud o problemas mencionados para las otras tecnologías. Generan una luz fría, libre de radiaciones o cualquier tipo de emisiones ajenas a la luz visible.
- Son elementos muy pequeños de estado sólido que a su vez se integran en materiales muy resistentes. Las lámparas de LED no utilizan vidrio, ni materiales quebradizos, de manera que su manipulación no ofrece ningún riesgo.
- Permiten completo control del nivel de iluminación. Por su forma de operación, este control es inherente y es una función que se ofrece sin costo adicional.
- Son biodegradables y no contienen mercurio, tungsteno, gases, ni elementos o sustancias que puedan ser perjudiciales para la salud o no sean absorbidos naturalmente.
- Por su reducido consumo eléctrico, esta tecnología ha permitido la utilización y masificación de tecnologías alternas de generación de energía, como la solar, para la iluminación y señalización de centros urbanos y rurales. La combinación de energía solar con LEDs es una solución económica e inmediata para la creciente escasez de energía a nivel global.
- Dada su extraordinaria eficiencia y duración, es la tecnología más rentable entre todas las existentes.

### **5.2 El espectro electromagnético**

James C. Maxwell (Edimburgo, Escocia, 13 de junio de 1831 – Cambridge, Inglaterra, 5 de noviembre de 1879), fue quien descubrió las ondas electromagnéticas. Sintetizando todas las anteriores observaciones, experimentos y leyes sobre electricidad, magnetismo y aun sobre óptica, en una teoría consistente. Las ecuaciones de Maxwell demostraron que la electricidad, el magnetismo y hasta la luz, son manifestaciones del mismo fenómeno: el campo electromagnético.

El universo por doquier se encuentra rodeado por Ondas Electromagnéticas de diversas longitudes. La luz es la porción de este espectro que estimula la retina del ojo humano permitiendo la percepción de los colores. Esta región de las ondas electromagnéticas se llama Espectro Visible y ocupa una banda muy estrecha de este espectro.

Cuando la luz es separada en sus diversas longitudes de onda componentes es llamada Espectro. Si se hace pasar la luz por un prisma de vidrio transparente, produce un espectro formado

por los colores rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta. Este fenómeno es causado por las diferencias de sus longitudes de onda. El rojo es la longitud del onda más larga y el violeta la más corta. El ojo humano percibe estas diferentes longitudes de onda como colores.

El espectro visible para el ojo humano es aquel que va desde los 380nm de longitud de onda para el color violeta hasta los 780 nm para el color rojo. Fuera de estos límites, el ojo no percibe ninguna clase de radiación.

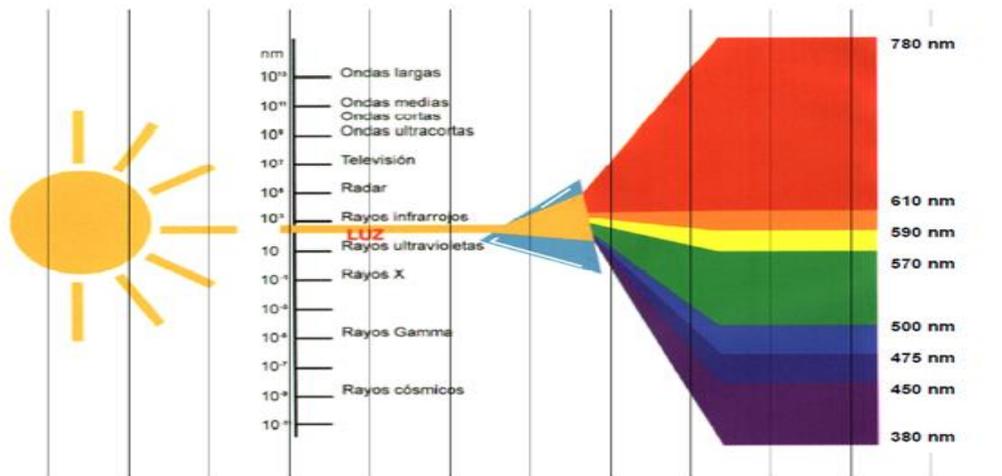


Figura 1. Campo electromagnético

El ojo tiene su mayor sensibilidad en la longitud de onda de 555 nm que corresponde al color amarillo verdoso y la mínima a los colores rojo y violeta. Esta situación es la que se presenta a la luz del día o con buena iluminación y se denomina “visión fotópica” (actúan ambos sensores de la retina: los conos, fundamentalmente sensibles al color y los bastoncillos, sensibles a la luz).

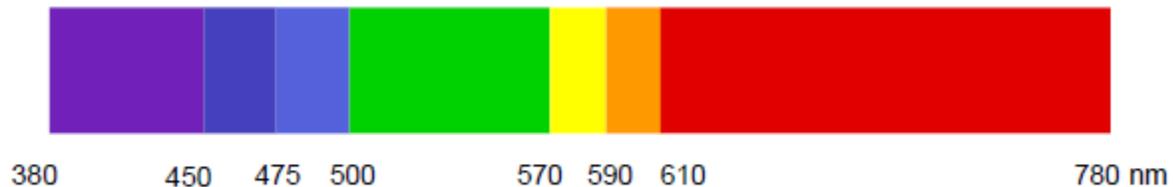
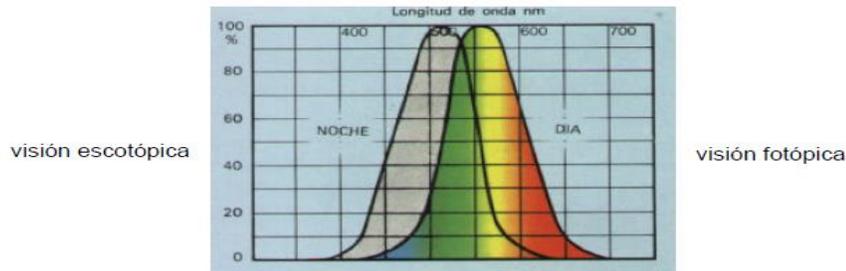


Figura 2. Longitud espectral visible para el ojo humano

En el crepúsculo y la noche, (“visión escotópica”) se produce el denominado **Efecto Purkinje**, que consiste en el desplazamiento de la curva VI hacia las longitudes de onda más bajas, quedando la sensibilidad máxima en la longitud de onda de 507 nm. Esto significa que, aunque no

hay visión de color, (no trabajan los conos) el ojo se hace relativamente muy sensible a la energía en el extremo azul del espectro y casi ciego al rojo; es decir que, durante el Efecto Purkinje, de dos haces de luz de igual intensidad, uno azul y otro rojo, el azul se verá mucho más brillante que el rojo.

Es de suma importancia el tener en cuenta estos efectos cuando se trabaje con bajas iluminancias.



**Figura 3. Efecto Purkinje**

### 5.3 Temperatura de color

Según Lord Kelvin, mejor conocido como William Thomson científico matemático la temperatura de color se mide en “Grados Kelvin” (K) y es la referencia para indicar el color de las fuentes luminosas (salvo aquellas que tengan de por sí un color señalado). Cuando un metal es calentado, pasa por una gama de colores que van desde el rojo al azul, pasando por el rojo claro, naranja, amarillo, blanco y blanco azulado.

A los efectos de la temperatura de color, se habla de un “radiante teórico perfecto” denominado “cuerpo negro”. El cero de la escala Kelvin equivale a  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ , lo que significa que exceden a la escala centígrada en  $273\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Así por ejemplo, una lámpara de 6500 K equivale al color que toma el “cuerpo negro” cuando es calentado a una temperatura de  $6500 - 273 = 6227\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Las lámparas incandescentes tienen una temperatura de color comprendida entre los 2700 y 3200 K. Las lámparas fluorescentes ofrecen una amplia gama de temperaturas de color entre los 2700 K y los 6500 K.

En la siguiente tabla se representan algunas temperaturas de color:

Cielo Azul	10000 a 30000
Cielo nublado	7000
Luz solar a medio día	5200
Luna	4100
Lámparas fluorescentes	
Luz día	6500
Blanco neutro	4000
Blanco cálido	3000
Blanco cálido de lujo	2700
Lámparas incandescentes	
Luz de día 500w	4000
Standard	2700 a 3200
Luz de una vela	1800

**Tabla 1. Temperatura de calor de algunas fuentes En grados Kelvin (valores aproximados)**

#### 5.4 Reflectancias

Según en 1657 **Pierre de Fermat** anunció el principio del tiempo mínimo y a partir de él dedujo la ley de la reflectancia. El poder reflectante de las superficies que rodean a un local, juega un papel muy importante en el resultado final del proyecto de iluminación. Las luminarias emiten la luz de diversas formas según su tipo de distribución luminosa.

Cuando esta emisión luminosa es del tipo abierta, habrá una gran parte de la luz que llegará en forma directa al plano de trabajo, es decir sin obstáculos; pero habrá también una porción importante de esa emisión que caerá sobre las paredes. Esa parte de la luz emitida por la luminaria, podrá ser reflejada y aprovechada en mayor o menor grado según el poder reflectante de esas superficies.

**Poder reflectante de algunos colores y materiales**

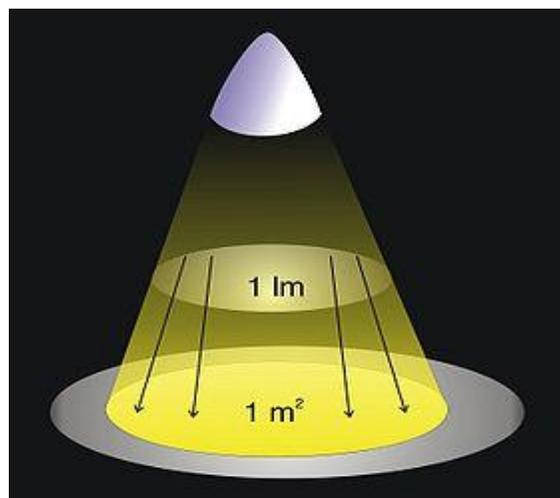
Color	Refl. %	Material	Refl. %
Blanco	70-75	Revoque claro	35-55
Crema claro	70-80	Revoque oscuro	20-30
Amarillo claro	50-70	Hormigón claro	30-50
Verde claro	45-70	Hormigón oscuro	15-25
Gris claro	45-70	Ladrillo claro	30-40
Celeste claro	50-70	Ladrillo oscuro	15-25
Rosa claro	45-70	Mármol blanco	60-70
Marrón claro	30-50	Granito	15-25
Negro	4-6	Madera clara	30-50
Gris oscuro	10-20	Madera oscura	10-25
Amarillo oscuro	40-50	Vidrio plateado	80-90
Verde oscuro	10-20	Aluminio mate	55-60
Azul oscuro	10-20	Aluminio pulido	80-90
Rojo oscuro	10-20	Acero pulido	55-65

**Tabla 2. Refractante de algunos colores y materiales**

**5.5 Magnitudes y Unidades**

**5.5.1 Luminancia:** Relación entre la intensidad luminosa de una superficie en una dirección determinada y el área de proyección de la misma sobre un plano perpendicular a la dirección que se está considerando.

Dimensión de un color por la que se aprecia su luminancia, ya que los estímulos visuales están ordenados desde lo más oscuro a lo más luminoso.



**Figura 4. Luminancia**

La iluminación E de una superficie A se define como el flujo luminoso F por unidad de área.

$$E = \frac{F}{A}$$

**5.5.2 Lux:** Unidad derivada del Sistema Internacional de Medidas para la **iluminancia o nivel de iluminación**. Se usa en fotometría como medida de la intensidad luminosa, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano.

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2 = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr/m}^2$$

**5.5.3 Lumen:** Es una medida estándar del flujo luminoso de una fuente de luz. Es una unidad derivada SI, basada en la candela. Se puede definir como el flujo luminoso emitido sobre una unidad de ángulo sólido (1 sr), por una fuente puntual isotrópica que tiene una intensidad luminosa de una candela. El lumen unitario es por tanto igual a,  $\text{cd} \cdot \text{sr}$ . La abreviatura es lm y el símbolo es  $\phi_y$ . En términos de potencia radiante (llamada también flujo radiante) se puede expresar como:

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr} = 1 \text{ lx} \cdot \text{m}^2$$

$$1 \text{ lm} = \left( \frac{\text{potencia radiada en vatios}}{\text{vatios} \cdot \text{eficiencia luminosa}} \right) \left( 683 \frac{\text{lumen}}{\text{watt}} \right)$$

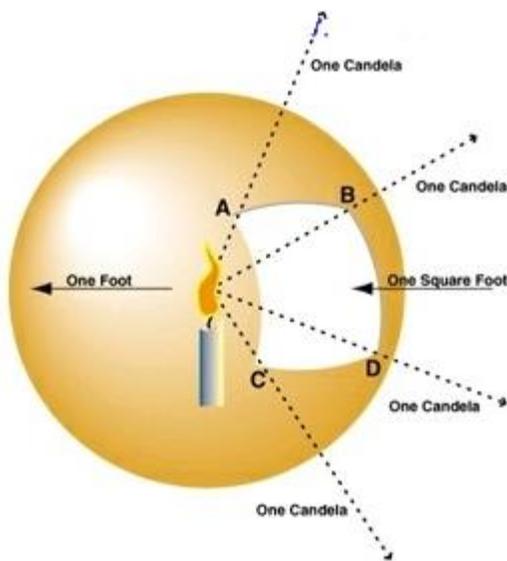
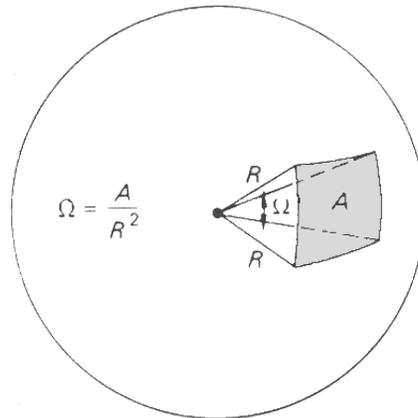


Figura 5. Demostración de ángulo

Para comprender la definición de un lumen en términos de la fuente patrón, debemos primero desarrollar el concepto de un ángulo sólido. Un ángulo sólido en estereorradianes (sr) se define en la misma forma que un ángulo plano se define en radianes. En la figura el ángulo  $\theta$  en radianes es:  $RS = \theta \text{ rad}$

Donde S es la longitud del arco y R es el radio. En forma similar se define el ángulo sólido  $\Omega$  en la siguiente figura. Éste puede imaginarse como la abertura del

extremo de un cono subtendido por un segmento de área sobre la superficie esférica.



En general, el ángulo sólido en estereorradianes está dado por:

$$\Omega = \frac{A}{R^2} \text{ sr}$$

Lux = lumen Es decir: E Flujo luminoso = Ø

#### 5.5.4 Candela

**Benjamín Thompson** fue un médico físico inventor estadounidense, en los experimentos que llevo a cabo para determinar las mejores condiciones de iluminación de los asilos para los pobres, Thompson estableció la candela como unidad patrón para medir la iluminación.

La candela (símbolo cd) es la unidad básica del SI de **intensidad luminosa** en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática. De frecuencia  $540 \times 10^{12}$  hercios y de la cual la intensidad radiada en esa dirección es 1/683 vatios por estereorradián.

La intensidad luminosa  $I$  de una fuente de luz es el flujo luminoso  $F$  emitido por unidad de ángulo sólido  $\Omega$ .

$$I = \frac{F}{\Omega}$$

#### 5.6 Características físicas de los LEDs

En 1927 **Oleg Lósev** publicó los detalles del primer diodo emisor de luz en un memorable informe, que se publicó en la revista telefónica de Rusia, bajo el título de “*Detector Luminoso de Carburo de Silicio y Detección con Cristales*”. Este fue el primer estudio divulgado a cerca de los

LED en el periodo de 1924 a 1941. publicó una serie de artículos, detallando las funciones de un dispositivo, que él mismo había desarrollado, que generaba luz mediante electroluminiscencia, cuando los electrones emiten luz al caer a un nivel de energía inferior (según las teorías del efecto fotoeléctrico desarrolladas por **Albert Einstein**).

### 5.6.1 Principio físico

El fenómeno de emisión de luz está basado en la teoría de bandas, por la cual, 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. Fotón: partícula invisible que viaja a la velocidad de la luz.

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

A diferencia de las lámparas de incandescencia cuyo funcionamiento es por una determinada tensión, los LED funcionan por la corriente que los atraviesa. Su conexión a una fuente de tensión constante debe estar protegida por una resistencia limitadora.

### 5.6.2 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, que sólo pueden salvar los electrones en caso de que se les comunique 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 que, saltando la banda prohibida, 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).

### **5.6.3 Ángulo de vista**

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 LEDs con 4, 6, 8, 16, 24, 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 sustrato semiconductor se tendrá una mayor potencia de emisión y viceversa.

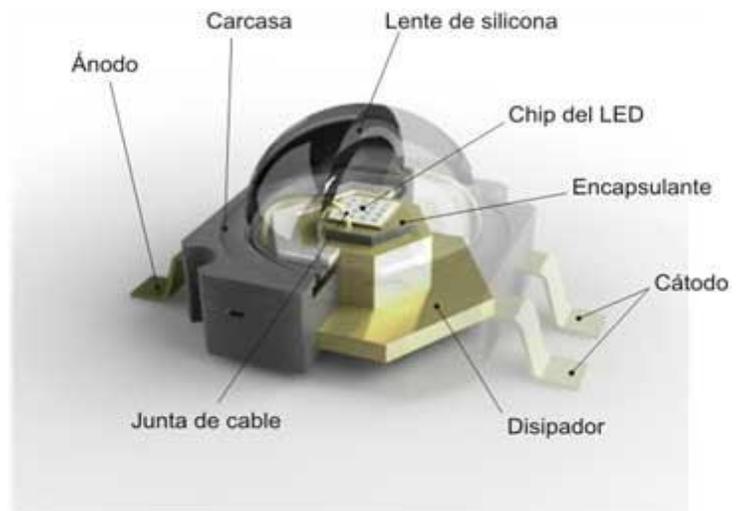
### **5.6.4 Luminosidad**

La intensidad luminosa en el eje y el brillo están intensamente relacionados. Tanto si el LED es puntual o difusor, el brillo es proporcional a la superficie de emisión. Si el LED es puntual, el punto será más brillante, al ser una superficie demasiado pequeña. En uno difusor la intensidad en el eje es superior al modelo puntual.

## 5.7 Estructura de un LED

Existen numerosos encapsulados disponibles para los LEDs y su cantidad se incrementa de año en año a medida que las aplicaciones de los LEDs se hacen más específicas.

**Ánodo:** El ánodo es un electrodo en el que se produce una reacción de oxidación, mediante la cual un material, al perder electrones, incrementa su estado de oxidación.



**Figura 6. Estructura de un LED**

**Carcasa:** En general se denomina carcasa a un conjunto de piezas duras y resistentes, que dan soporte (internas) o protegen (externas) a otras partes de un equipo.

**Lente de Silicona:** cubierta de plástico de mayor resistencia.

**Disipador:** Un disipador es un instrumento que se utiliza para bajar la temperatura de algunos componentes electrónicos.

**Cátodo:** Un cátodo es un electrodo en el que se genera una reacción de reducción, mediante la cual un material reduce su estado de oxidación al aportarle electrones.

Como vemos el LEDs viene provisto de los dos terminales correspondientes que tienen aproximadamente 2 a 2,5 cm de largo y sección generalmente de forma cuadrada.

En el esquema podemos observar que la parte interna del terminal del cátodo es más grande que el ánodo, esto es porque 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.

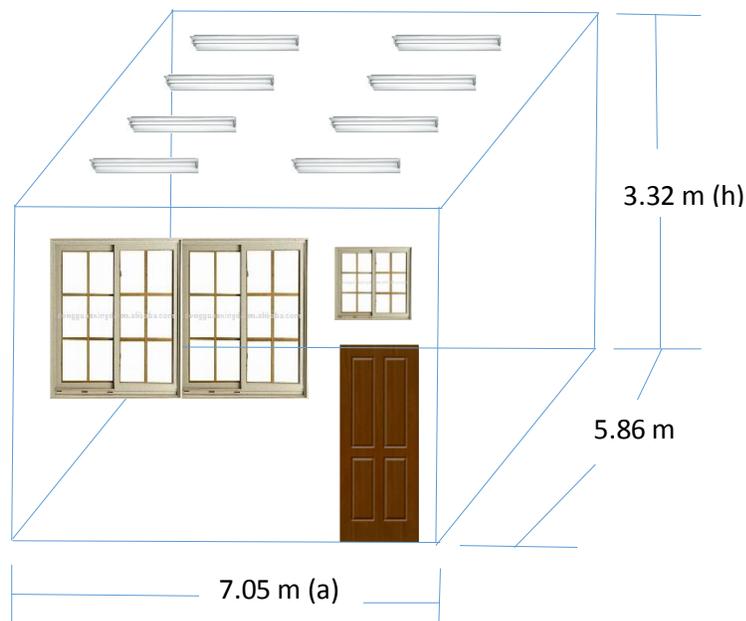
Es de notar que esto no es así en todos los LEDs, solo en los últimos modelos de alto brillo y en los primeros modelos de brillo estándar, ya que en los primeros LED de alto brillo es al revés. Por eso no es buena política a la hora de tener que identificar el cátodo, hacerlo observando cual es el de mayor superficie. Para eso existen dos formas más convenientes, la primera y más segura es ver cuál es el terminal más corto, ese es siempre el cátodo no importa que tecnología sea el LEDs. La otra es observar la marca plana que también indica el cátodo, dicha marca plana es una muesca o rebaje en un reborde que tiene los LEDs. Otra vez este no es un método que siempre funciona ya que algunos fabricantes no incluyen esta muesca y algunos modelos de LEDs pensados para aplicaciones de clúster donde se necesitan que los LEDs estén muy pegados, directamente no incluye este reborde.

El terminal que sostiene el sustrato 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 LEDs ya que un mal enfoque puede ocasionar una pérdida considerable de energía o una proyección despareja.

Un LEDs bien enfocado debe proyectar un brillo parejo cuando se proyecta sobre una superficie plana. Un LEDs 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 circulan, síntoma seguro de que la posición del sustrato se encuentra debajo del centro focal del espejo terminal.

### 5.8 Estudio de carga de las lámparas Fluorescentes del Laboratorio de Electrónica básica de la UNAN-Managua

En el laboratorio de Electrónica Básica de la UNAN-Managua se encuentran ubicado 8 módulos de lámparas fluorescentes, en la cual cada módulo posee 2 lámparas y en total serian 16 lámparas fluorescentes las que tendríamos en este laboratorio.



**Esquema 2. Medias del local del laboratorio de electrónica básica**

Si cada una de estas consume 40 W y son 16 lámparas entonces la potencia total seria calculada de esta forma:

$$PT = 40W \times N^{\circ}lamparas$$

Entonces la potencia total del sistema de iluminación fluorescente es de:

$$PT = 40 W * 16$$

$$PT = 640 Watt$$

Este sería el consumo diario de las lámparas fluorescentes que están ubicadas en el laboratorio de Electrónica Básica de la UNAN-Managua

### 5.8.1 Etapas para el cálculo de lámparas.

- Dimensiones del local: altura, ancho y largo.
- Nivel de iluminación (lux) de acuerdo al uso.
- Elección del tipo de lámpara.
- Elección del tipo de luminaria.
- Determinación del índice del local.
- Determinación del coeficiente de utilización.
- Factor de mantenimiento.
- Calcular el flujo total para la iluminación del local.
- Distribución de las luminarias con sus lámparas correspondientes.
- Calculo de potencia instalada.

### 5.8.2 Calculo de flujo luminoso total necesario

Para calcular el flujo luminoso total necesario emplearemos la siguiente ecuación:

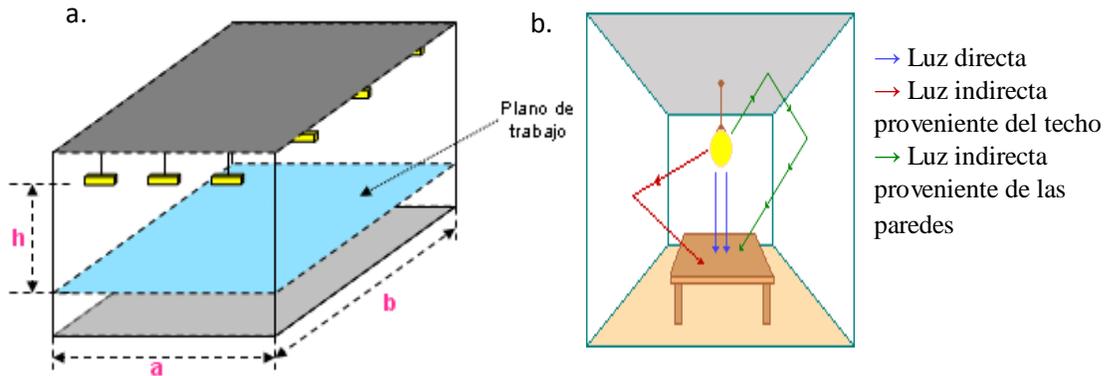
$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * F_m}$$

Donde:

- $\Phi_T$  es el flujo luminoso total
- E es la iluminancia media deseada
- S es la superficie del plano de trabajo
- $\eta$  es el factor de utilización
- $f_m$  es el factor de mantenimiento

### 5.8.3 Cálculo del índice del local (k) a partir de la geografía del local:

El índice del local (k) se averigua a partir de la geometría de este. Utiliza los datos del esquema 2 sobre las dimensiones del local. Donde **a = ancho**; **b = largo**; **h = altura**.



Esquema 3: a) Plano de trabajo. b) Iluminación indirecta

Sistema de iluminación	Índice del Local
Iluminación directa, semidirecta, directa, indirecta y general difusa	$k = \frac{a * b}{h * (a + b)}$
Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 * a * b}{2(h + 0.85)(a + b)}$

Tabla 3. Índice del local por sistema de iluminación

El plano de trabajo es la altura mínima en el cual debe de medirse la intensidad luminosa del área de trabajo.

❖ Iluminación directa, semidirecta, directa, indirecta y general difusa.

$$k = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$

Donde:

- K índice del local comprendido entre 1 y 0
- a y b son áreas del local
- h es la altura del local

$$k = \frac{7.05 \text{ m} * 5.86 \text{ m}}{3.32 \text{ m}(7.05 \text{ m} + 5.86 \text{ m})}$$

$$k = \frac{41.313 \text{ m}^2}{3.32 \text{ m}(12.41 \text{ m})}$$

$$k = \frac{41.313 \text{ m}^2}{41.20 \text{ m}^2}$$

$$k = 1.002$$

❖ Iluminación indirecta y semi indirecta.

$$k = \frac{3 * a * b}{2(h + 0.85)(a + b)}$$

$$k = \frac{3 * 7.05 \text{ m} * 5.86 \text{ m}}{2(3.32 \text{ m} + 0.85)(7.05 \text{ m} + 5.86 \text{ m})}$$

$$k = \frac{123.939 \text{ m}^2}{2(4.17 \text{ m})(12.91 \text{ m})}$$

$$k = \frac{123.939}{2(53.834)}$$

$$k = \frac{123.939}{107.668}$$

$$k = 1.151$$

#### 5.8.4 El coeficiente de utilización.

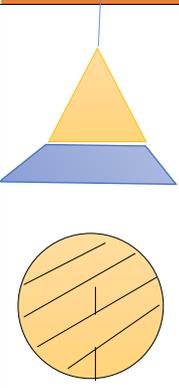
Nos indica la relación entre el número de lúmenes emitidos por la lámpara y los que llegan efectivamente al plano ideal de trabajo, los fabricantes de luminarias proporcionan para cada modelo unas tablas, que son las denominadas tablas del factor de utilización. Este coeficiente será tanto más grande cuanto mayores sean los coeficientes de reflexión, mayores la altura y longitud y menor la altura del plano de trabajo.

También, lógicamente, influirá si el alumbrado es directo o no, pues una distribución concentrada dirigirá la luz unitariamente hacia abajo, originando que una menor proporción de luz incida en las paredes y techos, obteniendo así una considerable mejora en el rendimiento de las instalaciones. El coeficiente de utilización, por tanto, se encuentra tabulado y es un dato que te lo debe facilitar el fabricante (las casas comerciales más importantes habitualmente nos proporcionarán tablas, a través de su página web). En esas tablas encontrarás, para cada tipo de

luminaria, los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local.

Si no se pueden obtener los factores por lectura directa en la tabla será necesario que interpolen. Como para deducir el coeficiente de utilización has de averiguar antes el índice del local y los coeficientes de reflexión de las superficies del aula, tendrás que calcularlos antes.

Para calcular el factor de utilización a partir del índice del local y los factores de reflexión de techo y paredes usaremos la siguiente tabla:

Tipo de aparato de Alumbrado	Índice del local K	Factor de utilización (fu)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.59	.56	.52	.	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67	

**Tabla 4. Factor de utilización**

### 5.8.5 Factor de mantenimiento

Este coeficiente hace referencia a la influencia que tiene en el flujo que emiten las lámparas el grado de limpieza de la luminaria. Dependerá, por consiguiente, del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

Para determinarlo, suponiendo una limpieza periódica anual, puedes tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento ( $f_m$ )
Limpio	0.8
Sucio	0.6

**Tabla 5. Factor de mantenimiento**

Con todos los datos que has averiguado, ya puedes calcular el **flujo luminoso total necesario**.

Para ello, aplica la fórmula vista anteriormente:

❖ Flujo luminoso total.

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * F_m}$$

Donde:

- $\Phi_T$  es el flujo luminoso total
- E es la iluminancia media deseada
- S es la superficie del plano de trabajo
- $\eta$  es el factor de utilización
- $f_m$  es el factor de mantenimiento

$$\Phi_T = \frac{2600 \text{ lm} (5.86 \text{ m} * 3.32 \text{ m})}{0.27 * 0.8}$$

$$\Phi_T = \frac{2600 \text{ lm} (19.455 \text{ m})}{0.216}$$

$$\Phi_T = \frac{50583}{0.216}$$

$$\phi T = 234,180.555 \text{ lm/m}$$

El número de luminarias, lo has de calcular según la siguiente ecuación:

- ❖ Cálculo del número de luminarias que se van a utilizar.

$$N = \frac{\phi T}{n * \phi L}$$

Donde:

- N es el número de luminarias
- $\Phi_T$  es el flujo luminoso total
- $\Phi_L$  es el flujo luminoso de una lámpara
- n es el número de lámparas por luminaria

$$N = \frac{234,180.555 \frac{\text{lm}}{\text{m}}}{2 * 2600 \text{ lm}}$$

$$N = \frac{38729.86 \frac{\text{lm}}{\text{m}}}{5200}$$

$$N = 7.448 \approx N = 8$$

- ❖ Cálculo de consumo eléctrico

$$C_e = \frac{N * P_{\text{lamp}} * F_b * t}{1000}$$

Donde:

- N: Cantidad de lámparas
- $C_e$  = Consumo eléctrico (kWh)
- $P_{\text{lamp}}$  = Potencia de la lámpara (W)
- $F_b$  = Factor de balastro

Para lámparas con balastro electrónico y lámparas incandescentes = 1 para lámparas con balastro mecánico = 1.2

- t = Tiempo de consumo (hrs)

$$C_e = \frac{8 * 80 \text{ watt} * 1 * 13 \text{ h}}{1000}$$

$$C_e = \frac{8,320}{1000}$$

$$C_e = 8.32 \text{ kwh}$$

A partir de este valor (consumo eléctrico) calcularemos, con respecto a la tarifa vigente del 1 de agosto del 2013 autorizada por las distribuidoras DISNORTE-DISSUR; el consumo diario y mensual de los costos en córdobas. En la siguiente tabla se encuentran el valor de costos en córdobas por kWh. La tabla complementaria la podemos encontrar en los anexos del documento.

Esta tabla fue proporcionada por el Instituto Nicaragüense de Energía INE con respecto a la fecha de este proyecto, para mejores cálculo futuros sería conveniente la solicitud de este mismo documento.

Tipo de tarifa	Aplicación	Tarifa		Cargo por	
		Código	Descripción	Energía (C\$/kWh)	Potencia (C\$/kW-mes)
Cargo General	Cargo contratado mayor de 25Kw para uso general (Establecimiento comerciales, hospitales, universidades, etc.)	T-2	Todos los kWh  KW Demanda máxima	5.1356	612.1534

**Tabla 6. Tarifa vigente del 1 de agosto del 2013 autorizada por las distribuidoras DISNORTE-DISSUR**

Si el consumo eléctrico es:

$$C_e = 8.32 \text{ kwh}$$

Cargo por Energía = Costo de energía (C\$/kWh) \* Consumo eléctrico (Ce)

$$\text{Cargo por energía diaria} = 5.1356 \frac{\text{C\$}}{\text{kWh}} * 8.32 \text{ kWh}$$

$$\text{Cargo por energía diaria} = \text{C\$ } 42.73$$

Este es el costo en córdobas el consumo eléctricos del laboratorio de electrónica básica de la UNAN - MANAGUA

Entonces el costo mensual en córdobas del consumo eléctricos para este laboratorio sería Cargo por energía diaria por los días del mes facturado.

$$\text{Costo mensual} = \text{C\$ } 42.728192 * 31$$

$$\text{Costo mensual} = \text{C\$ } 1324.6$$

- ❖ Medición del nivel de Lux de lámparas fluorescente en el laboratorio de electrónica básica de UNAN - Managua.

Medición a 0.85 m del suelo
309 lux
404 lux
350 lux
540 lux
309 lux
482 lux
350 lux
294 lux
270 lux
Promedio = 367.5 lux

**Tabla 7. Promedio de luminosidad**

A través de la tabla anterior, en el cual se hicieron mediciones con un Medidor de Lux; aplicación de un Smartphone con sistema Android , se estableció un promedio de lux con varias medidas, y con el cual utilizamos para determinar cuánto lumen irradian las lámparas fluorescentes; a través de la siguiente fórmula:

$$1 \text{ lux} = \frac{1 \text{ lumen}}{\text{m}^2}$$

$$1 \text{ lumen} = 1 \text{ lux} * \text{m}^2$$

$$\text{lumen} = 367.5 \text{ lux} (5.86\text{m} * 7.05\text{m})$$

$$\text{lumen} = 367.5 \text{ lux}(41.313\text{m}^2)$$

$$lumen = 15,182.52 \text{ lm/m}^2$$

Para evaluar si el número de luminarias que has determinado antes es el correcto o no, gracias los puntos anteriores a través de la siguiente ecuación:

$$Em = \frac{N * n * \phi L * fu * fm}{S}$$
$$Em = \frac{8 * 2 * 2600 * 0.27 * 0.8}{7.05 * 5.86}$$
$$Em = \frac{8985.6}{41.313}$$
$$Em = 217.50 \text{ lux}$$

## 5.9 Driver de circuito electrónico para lámparas LEDs

Dos son las condiciones fundamentales que es necesario tener presentes: la corriente que pasa por el LEDs y la temperatura que disipa. A diferencia de las lámparas con filamento que no sufren particularmente la alta temperatura (el filamento para dar luz necesita calentarse), en los LEDs, la luz se produce directamente por el pasaje de la electricidad y por lo tanto el calor es un fenómeno secundario y no deseado (como sucede con todos los semiconductores). La temperatura reduce la eficiencia del Led, lo hace envejecer y un exceso de ella lo puede dañar o reducir su vida útil. Los LEDs no son eternos, con el tiempo, su eficiencia luminosa disminuye progresivamente y, generalmente, se considera un LEDs al final de su vida útil cuando la luz que emite es del 50% menor respecto a la luz producida cuando es nuevo. Por suerte esto ocurre después de miles de horas de uso (en algunos casos más de 50.000 horas).

### 5.9.1 Características del LEDs que usaremos en el driver

Color ligero: Blanco puro

Flujo luminoso: 200 - 400lm

Tiempo de la vida: 50.000 horas

El flujo de corriente: 670 - 700 mA

Tensión inversa: 3.2- 3.6 V

Potencia de salida: 3W

Ángulo de visión: 120

Temperatura de color: 6000-6500K ( $\pm 5\%$  de desviación)

Material: Aleación de aluminio + PC

Generación de calor muy bajo, además de ahorro de energía de la luz

Bajo consumo, alto brillo, ahorro de energía y respetuoso del medio ambiente,

La luz es inofensiva para la piel y los ojos

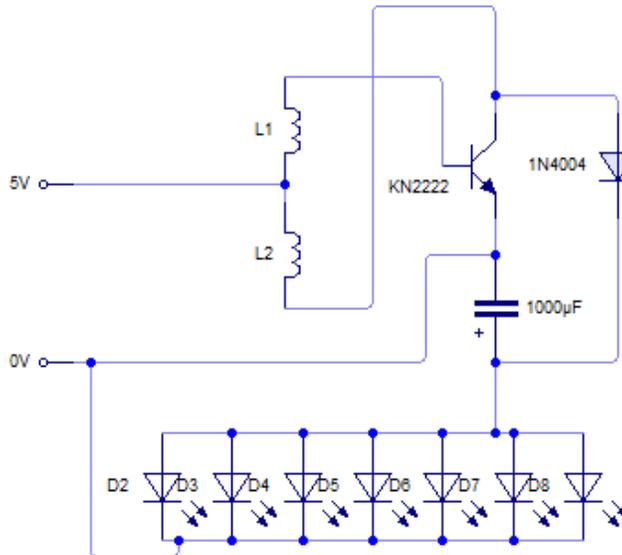


**Figura 7. LEDs de 3 watt del fabricante EP Power Hong kong**

### **5.9.2 ¿Cómo funciona el driver del LED?**

La alimentación del drivers de LED se hace a través de la inducción electromagnética que capta la bobina que va conectada a las lámparas, eso a su vez, los electrones que capta la bobina son trasferidos a un toroide magnético de un radio externo de 1.15cm y un radio interno de 0.65cm; por el cual, estarán dos bobinas tejidas en este mismo, la bobina primaria está conformada por 30 cm de cable de cobre numero 24 forrado en el cual damos 10 vueltas al toroide ya que este primario tendrá la máxima corriente debido a que el transformador presenta la misma potencia al principio el primario como en el secundario, entonces lo que necesitamos tener una gran corriente en el primario y un gran voltaje en el secundario, la segunda bobina está conformada por 100cm de cable de cobre numero 24 forrado. Conectamos la entrada del primario con la salida del secundario. Con forme a como está en la figura numero 8 hacemos las conexiones del drivers de LED.

Sabiendo que las lámparas LEDs reducen la potencia a la mitad en comparación con las lámparas fluorescentes tubular de 40 w, por eso nuestra iluminancia media deseada (E) es ese valor.



**Figura 8: Circuito drivers del LED**

A continuación característica de algunas fuentes de iluminación:

Tipo de fuente	Potencia W	Flujo lm	Luminoso	Eficacia lm/W	luminosa
Vela de cera		10			
Lámpara incandescente	40	430		10,75	
	100	1.300		13,80	
	300	5.000		16,67	
Lámpara Fluorescente compacta	7	400		57,10	
	9	600		66,70	
Lámpara Fluorescente tubular	20	1.030		51,50	
	40	2.600		65,00	
	65	4.100		63,00	
Lámpara vapor de Mercurio	250	13.500		54,00	
	400	23.000		57,50	
	700	42.000		60,00	
Lámpara Mercurio Halogenado	250	18.000		72,00	
	400	24.000		67,00	
	100	80.000		80,00	

Lámpara vapor de Sodio alta presión	250	25.000	100,00
	400	47.000	118,00
	1.000	120.000	120,00
Lámpara vapor de Sodio baja presión	55	8.000	145,00
	135	22.500	167,00
	180	33.000	180,00

**Tabla 8. Tipos de fuentes**

### 5.9.3 Calculo en lámparas LEDs

- ❖ Flujo luminoso total.

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * F_m}$$

Donde:

$\Phi_T$  es el flujo luminoso total

E es la iluminancia media deseada

S es la superficie del plano de trabajo

$\eta$  es el factor de utilización

$f_m$  es el factor de mantenimiento

$$\Phi_T = \frac{2800 \text{ lm } (5.86 \text{ m} * 3.32 \text{ m})}{0.27 * 0.8}$$

$$\Phi_T = \frac{2800 \text{ lm } (19.455 \text{ m}^2)}{0.216}$$

$$\Phi_T = \frac{54,474 \text{ lm} * \text{m}^2}{0.216}$$

$$\Phi_T = 252,194.444 \text{ lm} * \text{m}^2$$

- ❖ Calculo de luminarias.

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_L}$$

Donde:

## Sistema de Iluminación con Tecnología LED Alimentadas por Inducción

$N$  es el número de luminarias

$\Phi_T$  es el flujo luminoso total

$\Phi_L$  es el flujo luminoso de una lámpara

$n$  es el número de lámparas por luminaria

$$N = \frac{252,194.444 \text{ lm} * m^2}{11 * 2800 \text{ lm}}$$

$$N = \frac{252,194.444 \text{ lm} * m^2}{30800 \text{ lm}}$$

$$N = 8.18 \approx N = 8$$

❖ Consume eléctrico.

$$Ce = \frac{N * Plamp * t}{1000}$$

$$Ce = \frac{8 * 36 \text{ watt} * 13 \text{ h}}{1000}$$

$$Ce = \frac{2184}{1000}$$

$$Ce = 3.432 \text{ kWh}$$

Tomando los valores de la tabla para calcular el costo en córdobas tenemos que:

Cargo por Energía = Costo de energía (C\$/kWh) \* Consumo eléctrico ( $Ce$ )

$$\text{Cargo por energia diaria} = 5.1356 \frac{\text{C\$}}{\text{kWh}} * 3.432 \text{ kWh}$$

$$\text{Cargo por energia diaria} = \text{C\$ } 17.63$$

Al igual que en el caculo de las lámparas fluorescentes, multiplicamos este valor por la cantidad del días del mes.

$$\text{Costo mensual} = \text{C\$ } 17.63 * 31$$

$$\text{Costo mensual} = \text{C\$ } 546.53$$

A través de los cálculos anteriores de costos de consumo energético podremos determinar el costo de ahorro diario y mensual entre los dos tipos de lámparas:

Tipo de Lámpara	Costo diario (C\$)	Costo mensual (CS)
Lámparas Fluorescentes	<b>42.73</b>	<b>1324.6</b>
Lámparas LED	<b>17.63</b>	<b>546</b>
Ahorro (fluorescente – LED)	<b>25.1</b>	<b>778.6</b>

**Tabla 9. Costo de ahorro de las lámparas de LED**

Para evaluar si el número de luminarias que has determinado antes es el correcto o no, gracias los puntos anteriores a través de la siguiente ecuación:

$$Em = \frac{N * n * \phi L * fu * fm}{S}$$

$$Em = \frac{8 * 11 * 2800 * 0.27 * 0.8}{7.05 * 5.86}$$

$$Em = \frac{53222.4}{41.313}$$

$$Em = 1288.3 \text{ lux}$$

### 5.10 Bobina Excitadora para el circuito emisor

Bobina excitadora (o Slayer Exciter) es un transformador con núcleo de aire que intensifica una tensión muy baja DC a un voltaje muy alto de CA. Esto crea un campo electromagnético alrededor de la bobina que es capaz de transmitir energía a las lámparas fluorescentes, neón y LEDs. Es bastante similar a una bobina de Tesla.

Hay varias partes que componen nuestra bobina excitadora:

- La fuente de energía proporciona el voltaje y amperaje.
- El circuito conductor toma la electricidad de la fuente de alimentación y la prepara para nuestra bobina.
- La bobina primaria crea un campo magnético.
- La bobina secundaria convierte el campo magnético de nuevo en electricidad y se intensifica en voltaje mucho más alto al original.
- Por último la carga de la parte superior actúa como un condensador, incrementando de gran manera el campo magnético.

### **5.10.1 Como construir una Bobina excitadora:**

Materiales:

1. Tubo plástico de 31 cm de largo por 1.5 pulgadas de diámetro.
2. Alambre esmaltado calibre 29
3. Alambre forrado calibre 12
4. Transistor NPN TIP31C
5. Disipador de calor para el transistor
6. Resistencia de 100k en 1 watt
7. 2 diodos rectificadores
8. Fuente variable de 5 a 30 voltios

#### **Funcionamiento:**

De 5 a 30 voltios se introduce en el circuito, una resistencia (R1) se coloca antes de que el PIN de la base del transistor con el fin de limitar la cantidad de corriente que recibe. Si demasiada corriente es permitido en el PIN de la base del transistor puede producir calor excesivo y fallar.

Un extremo de la secundaria (L2) está conectado con el PIN de la base del transistor con el fin de alimentarlo con oscilaciones. Los dos diodos (D1 y D2) evitan las oscilaciones que vayan directamente a tierra.

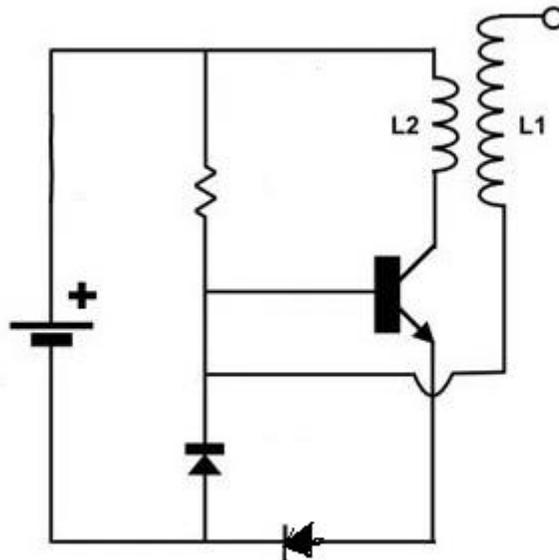
El transistor se compone de tres pines: el colector, el emisor, y la Base. Si tuviera que pensar en el transistor como un grifo manguera de jardín, el colector sería el depósito de agua. El emisor sería la manguera y de la Base sería la válvula que permita que el agua desde el depósito (colector) a la manguera (emisor). La válvula (Base) está en la posición cerrada (no hay agua que fluye a) hasta que se da un pequeño empujón. Cuando se recibe un empujón, la válvula se abre y se permite que una gran cantidad de agua fluya desde el depósito a través de la manguera mientras la válvula todavía está recibiendo un empujón. Sin embargo, tan pronto como el empujón desaparece la válvula se cierra, cortando el agua desde el depósito hasta la manguera hasta que la válvula recibe otro empujón.

Cuando la base recibe un poco de la corriente, se cierra el circuito y la electricidad puede fluir a

través de la bobina primaria (L1). Sin embargo, la electricidad le gusta tomar el camino de menor resistencia por lo que cuando se permite que la electricidad fluya desde el colector al emisor (0 ohmios de resistencia) que dejará de fluir a la base porque hay 47.000 ohmios de resistencia allí. Cuando la electricidad deja de fluir a la base, la base se abra el circuito de nuevo hasta la resistencia ofrece menos resistencia que el camino colector-emisor. Este ciclo se repite muchas veces por segundo.

La bobina primaria se derrumba cuando la electricidad deja de fluir a través de él, cuando esto sucede, la bobina secundaria recoge el campo magnético y la convierte de nuevo en tensión que consigue hacerlo a alrededor de un millar de voltios en el proceso. La carga de la parte superior actúa como un condensador y aumenta la salida de los electrones secundarios que causan en el aire para excitarse.

Por último, las oscilaciones de la bobina secundaria se introducen de nuevo en el transistor con el fin de "sintonía" o lograr el máximo rendimiento de la Bobina excitadora.



**Eschema 4. Bobina Excitadora**

### 5.10.2 Cálculos en bobinas

#### Bobina secundaria

Lamentablemente no existe una fórmula mágica que nos permita fabricar una bobina teniendo como dato solo la inductancia deseada. Juegan algunos factores como dimensiones físicas, tipo de alambre, tipo de núcleo.

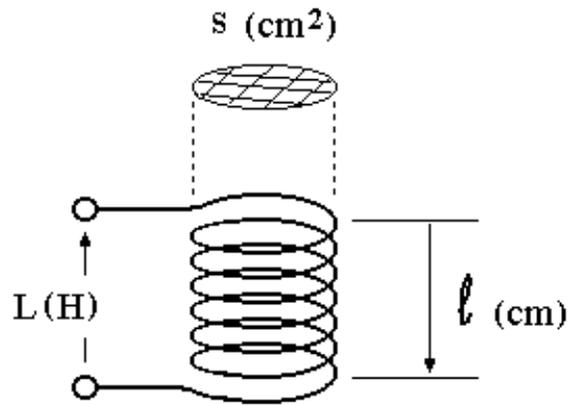


Figura 9. Longitud de Bobina

Sin embargo hay una fórmula que nos permite obtener la inductancia de una bobina basándose en sus dimensiones físicas y tipo de material, la cual nos permitirá calcular que resultado nos dará una bobina "teórica". El logro de la inductancia deseada solo será el resultado de una serie de pruebas-error.

$$L = \mu \cdot 1,257 \cdot \frac{n^2 \cdot s}{10^8 \cdot l}$$

Donde

**L** es la inductancia de la bobina en henrios (H)

**μ** es la permeabilidad del núcleo

**n** es el número de espiras de la bobina

**S** la superficie cubierta por el núcleo en cm<sup>2</sup>

**l** la longitud de la bobina en cm

Figura 9. Longitudes de la bobina

$$Ls = \mu (1.257) \left( \frac{(n^2 * s)}{10^8 (l)} \right)$$

$$Ls = 1 (1.257) \left( \frac{(900^2 * 3.4cm^2)}{10^8 (30.5 cm)} \right)$$

$$Ls = 1.257 \left( \frac{(810,000 * 3.4cm^2)}{3.05 \times 10^{10}} \right)$$

$$L_s = 1.257 \left( \frac{2,754,000 \text{ cm}^2}{3.05 \times 10^{10}} \right)$$

$$L_s = 1.257 (9.029 \times 10^{-5})$$

$$L_s = 11.35 \times 10^{-3} \text{ H} = 11.35 \text{ mH}$$

$L_s$  es la inductancia de la bobina secundaria.

$\mu$  es 1 por esa es la permeabilidad de un núcleo de aire

### **Bobina primaria**

$$L_p = \mu (1.257) \left( \frac{(n^2 * s)}{10^8 (l)} \right)$$

$$L_p = 1 (1.257) \left( \frac{(8^2 * 5 \text{ cm}^2)}{10^8 (4.5 \text{ cm})} \right)$$

$$L_p = 1.257 \left( \frac{(64 * 5 \text{ cm}^2)}{4.5 \times 10^9} \right)$$

$$L_p = 1.257 \left( \frac{320}{4.5 \times 10^9} \right)$$

$$L_p = 1.257 (7.111 \times 10^9)$$

$$L_p = 0.89 \text{ mH}$$

Tanto la bobina primaria como la secundaria se calculan con la misma ecuación, si nos fijamos bien solo el número de vueltas ( $n$ ), la altura ( $l$ ) y la base varían; y es con respecto también al núcleo de donde se pretende embobinar y el tipo de material la permeabilidad del material es diferente.

### **5.10.3 Como hacer las bobinas y cargador superior**

#### **➤ La bobina secundaria**

Calcular las especificaciones de la bobina si bien hay varias maneras de averiguar cuántas vueltas al viento en la secundaria, me fui con 900. Para calcular la cantidad de cable que tendría que tendría que enrollar encontré la circunferencia del tubo. La ecuación es

$$A = \pi(D)$$

Donde

A = Alambre a enrollar por vuelta

$$\pi = 3.1416$$

D = el diámetro del tubo que es 1.5 pulgadas.

$$A = 3.1416(1.5 \text{ pulgadas})$$

$$A = 4.71 \text{ pulgadas}$$

Así que se necesitaría 4.71 pulgadas de alambre para hacer una vuelta en el secundaria. En nuestro caso se hicieron 900 vueltas, así que sólo multiplicaremos

$$Aa = \pi (V)$$

Donde

Aa = Alambre a usar

$$\pi = 3.1416$$

V = Vuelta enrolladas

$$Aa = 3.1416 (900)$$

$$Aa = 2,827.44 \text{ pulgadas}$$

Estos cálculos son únicamente para saber cuánto alambre se usará en el embobinado, en el cual es una parte que requiere mucho tiempo y paciencia al embobinar la bobina del secundario sobre el tubo de 1.5 pulgadas de diámetro. Cuando se empieza a embobinar se coloca teype o un fijador en el extremo de la bobina para ir fijando y comenzar a enrollar, dejando un pedazo de extremos para sus debidas conexiones, este trabajo se lleva un tiempo subestimado de 5 horas manualmente pero con un rotor se puede hacer en menos de media hora, Como se observa en el Anexo II la **figura 10**.

La carga de la parte superior no tiene por qué ser de lujo, una esfera de metal sería ideal, pero más o menos redonda similar a un toroide siempre y cuando sea cubierto en algo metálico, vea imagen en Anexo II **figura 11**. Se ha utilizado una boya de inodoro en la que se ha envuelto en una hoja de papel de aluminio que lo rodea, se conectó un extremo de la bobina secundaria a la carga superior.

### ➤ **La bobina primaria**

Esta parte es muy fácil, todo lo que tienes que hacer es envolver un trozo de alambre directamente en la base del secundario donde podemos apreciar que 8 vueltas trabaja mejor, como se observa en el Anexo II **Figura 12**.

Ahora ya teniendo hecha la bobina excitadora solo tiene que añadir la fuente de alimentación para alimentar los extremos de la bobina primaria y así observar el campo magnético que genera la bobina excitadora a través de la iluminación de una lámpara fluorescente o LEDs, como se muestra en el anexo II, la **figura 13**.

Lámpara fluorescente alimentada por inducción electromagnética. Estas imágenes demuestran la inducción electromagnética que genera nuestro circuito y en cual es capaz de inducir un flujo. Vea imagen en Anexo II **figura 14 y 15**; tanto la lámpara fluorescente como los LED captan este campo.

#### **5.10.4 Cálculos de radiación de las bobinas, primaria y secundaria.**

A partir de los siguientes puntos se empieza a realizar los cálculos de radiación de las bobinas, tanto de la bobina primaria como la secundaria. Con estos sabremos las características magnéticas de estas mismas.

##### **5.10.4.1 La inducción magnética (B).**

Fue **Michael Faraday** (1791-1867), físico y químico inglés, quien descubrió la inducción electromagnética, al relacionar el movimiento mecánico y el magnetismo con la corriente eléctrica. En 1831 descubrió las corrientes inducidas, al observar el fenómeno en un circuito provisto de un galvanómetro al abrir y cerrar otro circuito contiguo conectado a una batería, los cuales compartían un núcleo de hierro dulce. Ese mismo año descubrió que al acercar y al alejar un imán a una bobina, también se generaba una corriente inducida. Faraday demostró que la condición esencial para que se produzca la inducción magnética de una corriente eléctrica es que el circuito conductor corte el sistema de líneas que representan la fuerza magnética que emana de un imán o de otra corriente.

La inducción magnética se refiere a la concentración o la densidad de líneas de fuerzas que atraviesan una unidad de superficie. La inducción magnética está representada por la letra o símbolo **B**. En el sistema internacional la unidad es el **TESLA (T)**. Y está dada por:

$$B = \frac{\Phi}{A},$$

Dónde:  
B = Densidad del flujo, medida en tesla (T),  
Φ = Flujo magnético, medida en webers (Wb)  
A = metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de la bobina

Pero en un solenoide la densidad del flujo también está dada por:

$$B = \mu_0 n I ,$$

Dónde:  
 $\mu_0$  = Permeabilidad del espacio libre =  $4\pi \times 10^{-7} \frac{Wb}{A \cdot m}$   
 n = número de vueltas de la bobina  
 I = corriente de la bobina medida en Amper

$$B_s = \left(4\pi \times 10^{-7} \frac{Wb}{A \cdot m}\right) (900)(1A)$$

$$B_s = 1.131 \times 10^{-3} Tesla$$

$$B_p = \left(4\pi \times 10^{-7} \frac{Wb}{A \cdot m}\right) (8)(0.33A)$$

$$B_p = 3.31 \times 10^{-6} Tesla$$

Dónde:  
 $B_p$  = Densidad del flujo, medida en tesla (T), bobina primaria  
 $B_s$  = Densidad del flujo, medida en tesla (T), bobina secundaria

Entonces ya obtenido de la Densidad del Flujo podemos calcular el flujo magnético.

#### 5.10.4.2 El flujo magnético ( $\Phi$ ).

Se denomina flujo magnético a la cantidad de líneas de fuerza que genera un campo magnético. La letra griega  $\Phi$  representa el flujo magnético. En el sistema de unidades internacionales es la unidad **weber (Wb)**.

El **weber** o **weberio** (símbolo **Wb**) equivalente al flujo magnético que al atravesar un circuito de una sola espira produce en la misma una fuerza electromotriz de 1 voltio si se anula dicho flujo en 1 segundo por decrecimiento uniforme. El nombre de esta unidad fue dado en honor al físico alemán **Wilhelm Eduard Weber**.

Teniendo el valor de la Densidad del Flujo (B), reemplazamos en la ecuación anterior y despejamos el flujo magnético ( $\Phi$ ), obteniendo que:

$$\Phi_p = BA$$

$$\Phi_p = (3.31 \times 10^{-6})(0.225 m^2)$$

$$\Phi_p = 7.44 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\Phi_s = (1.131 \times 10^{-3})(1.037 \text{ m}^2)$$

$$\Phi_s = 1.17 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

Dónde:

A = área por altura de la bobina.

$\Phi_p$  = flujo magnético, bobina primaria

$\Phi_s$  = flujo magnético, bobina secundaria

#### 5.10.4.3 La intensidad del campo magnético (H).

Como el título dice es la intensidad que tiene un campo magnético. La intensidad del campo magnético está directamente afectada por la fuerza magnetomotriz. En el caso de las bobinas, cuanto más largas sean las bobinas menor será la intensidad del campo magnético porque la fuerza magnetomotriz se dispersa en una mayor superficie. La unidad usada en el sistema internacional es el **amperio por metro (A/m)**.

$$H = \frac{N * I}{L}$$

$$H_p = \frac{(8)(0.33A)}{0.225 \text{ m}}$$

$$H_p = 11.73 \frac{A}{m}$$

$$H_s = \frac{(900)(1A)}{0.3 \text{ m}}$$

$$H_s = 3000 \frac{A}{m}$$

Dónde:

H = intensidad del campo magnético.

L = La longitud de la bobina.

N = Espiras de la bobina.

I = La intensidad de corriente.

Dónde:

$H_p$  = intensidad del campo magnético, bobina primaria

$H_s$  = intensidad del campo magnético, bobina secundaria

#### 5.10.4.4 La fuerza magnetomotriz (F).

La fuerza magnetomotriz son las líneas de fuerza que es capaz de generar una bobina, lo cual, quiere decir, que está directamente afectada por la intensidad que pasa por dicha bobina. Al aumentar la intensidad aumentará también la fuerza magnetomotriz. La letra o el símbolo **F** representa la fuerza magnetomotriz. Las letras o símbolo **f.m.m.**, también designa a la fuerza magnetomotriz y, es más común. En el sistema internacional el **amperio-vuelta (Av)** es la unidad. En siguiente ecuación se determina la fuerza magnetomotriz en una bobina:

$$F = N * I$$

Dónde:  
**N** = Espiras de la bobina.  
**I** = La intensidad.

$$Fp = (8v)(0.33A)$$

$$Fp = 2.64 Av$$

Dónde:  
**Fp** = fuerza magnetomotriz, bobina primaria  
**Fs** = fuerza magnetomotriz, bobina secundaria

$$F = (900v)(1A)$$

$$F = 900 Av$$

#### 5.10.4.5 La reluctancia (**R**).

El término lo acuñó **Oliver Heaviside** en 1888, nacido en Londres el 18 de mayo de 1850, y falleció en Torquay (Inglaterra) el 3 de febrero de 1925. El cual, define que, la reluctancia de un material o circuito magnético es la resistencia que este posee al paso de un flujo magnético cuando es influenciado por un campo magnético. Se define como la relación entre la fuerza magnetomotriz (*f.m.m.*) y el flujo magnético. La letra o símbolo que designa a la reluctancia es la **R**. La unidad en el sistema internacional es el **amperio-vuelta por weber (Av/Wb)**. Con la siguiente ecuación se calcula la reluctancia:

$$R = \frac{F}{\Phi}$$

Donde:  
**F**: La fuerza magnetomotriz  
**Φ**: El flujo magnético.  
**Rp** = reluctancia, bobina primaria  
**Rs** = reluctancia, bobina secundaria

$$Rp = \frac{2.64 Av}{7.44 \times 10^{-4} Wb}$$

$$Rp = 3.54 \times 10^3 Av / Wb$$

$$Rs = \frac{900 Av}{1.17 \times 10^{-3} Wb}$$

$$Rs = 769.230 \times 10^3 Av / Wb$$

#### 5.10.4.6 La permeabilidad magnética (**μ**).

La permeabilidad es la capacidad que tiene una sustancia para atraer y dejar pasar a las líneas de fuerza o el campo magnético. Existen tres tipos de permeabilidad: la permeabilidad relativa, la permeabilidad absoluta y la permeabilidad del vacío.

**1. La permeabilidad relativa.** Se designa por las letras o símbolo  $\mu_r$ . La permeabilidad relativa está definida en función de la capacidad que tiene un material o sustancia de aumentar el n° de las líneas de fuerza. Y esta determinar por:

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

Donde:

$\mu_r$  = Permeabilidad relativa

$\mu$  = Permeabilidad magnética

$\mu_0$  = Permeabilidad absoluta

$$\mu_{rp} = \frac{2.82 \times 10^{-7} \text{ Hm}}{4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{Wb}}{\text{A} * \text{m}}}$$

$$\mu_{rp} = 0.224 \text{ Hma}$$

$\mu_{rp}$  = Permeabilidad relativa, bobina primaria

$\mu_{rs}$  = Permeabilidad relativa, bobina secundaria

$$\mu_{rs} = \frac{3.77 \times 10^{-7} \text{ Hm}}{4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{Wb}}{\text{A} * \text{m}}}$$

$$\mu_{rs} = 0.299 \text{ Hma}$$

## 2. La permeabilidad absoluta

Es la que se utiliza en realidad, porque relaciona la intensidad de campo magnético producido por una bobina con la inducción magnética. Se designa con la letra o símbolo  $\mu$ . La unidad en el sistema internacional es el **henrios/metro (H/m)** y la fórmula para calcularla es:

$$\mu = \frac{B}{H}$$

Dónde:

$$\mu_p = \frac{3.31 \times 10^{-6} \text{ Tesla}}{11.73 \frac{\text{A}}{\text{m}}}$$

$\mu_p$  = permeabilidad absoluta, bobina primaria

$\mu_s$  = permeabilidad absoluta, bobina secundaria

H = intensidad del campo magnético.

$$\mu_p = 2.82 \times 10^{-7} \text{ Hm}$$

$$\mu_s = \frac{1.131 \times 10^{-3} \text{ Tesla}}{3000 \frac{\text{A}}{\text{m}}}$$

$$\mu_s = 3.77 \times 10^{-7} \text{ Hm}$$

### 3. La permeabilidad del vacío.

También conocida como permeabilidad del aire. Se designa con las letras o símbolo  $\mu$ . Hay que tener claro que la permeabilidad es un coeficiente de los materiales pero que no es constante porque depende directamente de la inducción magnética

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Wb}{A * m}$$

### 5.11 Costos

Para realizar este trabajo como todo en esta vida tiene su costo, les dejamos una lista de componentes; aunque en algunos componentes las reutilizamos de aparatos electrónicos que las personas las toman como inservibles no sabiendo lo que desechan (mirar figura en Anexo II):

Algunos materiales no fueron necesarios comprarlos como en el caso del disipador lo encontramos en las tarjetas madres de los CPU dañados, al igual que los diodos rectificadores y las resistencias. E aquí una gran importancia de reciclar algunos componentes que otras personas desechan.

#### 5.11.1 Comparación de costo de instalación de lámparas fluorescentes y lámparas LEDs alimentadas por inducción electromagnética.

En la siguiente tabla se presenta el costo de materiales que se utilizaría para la instalación de las lámparas fluorescentes:

Material	Unidades	Precio por unidad en córdobas (C\$)	Precio córdobas total (C\$)
Alambre calibre 12 multifilar	1 caja (100 metros)	1200	1200
Cajas de empalme	12	12	144

Sistema de Iluminación con Tecnología LED Alimentadas por Inducción

Lámparas fluorescentes	8	750	6000
Tubos PVC ½ pulg	12	12	144
Apagador	4	10	40
Teipa	2	10	20
Codos	6	3	18
Pega PVC	1	60	60
Adaptador de caja	12	8	96
Grapas para tubos	50	1 ( 10)	500
Golosos de ½ pulg	1 libra	1 (50)	50
Mano de obra			2000
<b>Total</b>		<b>C\$ 10128</b>	

**Tabla 10. Costo del sistema de lámparas fluorescentes**

En la siguiente tabla se presenta el costo de materiales que se utilizaría para la instalación de las lámparas LEDs

<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio por unidad en córdobas (C\$)</b>	<b>Precio en córdobas total (C\$)</b>
Alambre esmaltado calibre 29	2 (libras)	400	800
LEDs	100	10	1000
Tarjeta perforada	2	100	200
Disipadores	8	500	4000
Pasta térmica	1	100	200
Conexiones de estrella	100	2.06	206.5
Circuito emisor	1	240	240
Mano de obra			2000

<b>Total</b>	<b>8647</b>
--------------	-------------

**Tabla 11. Costo del sistema de lámparas de LEDs**

En los siguientes link se encuentran algunos materiales y precios que se utilizaran en la instalación de lámparas LEDs

En el anexo 3 podrá encontrar los link de donde se compran los LED, conexión de estrella y los disipadores para el armado de las lámparas de LED. Estos vendedores, como anteriormente se compraron, hacen el envío del producto hasta el país correspondiente a donde el consumidor lo desee. Estos productos se compraron en otro país porque la distribución en nuestro territorio no presenta soporte de venta (no comercializados).

### **5.12 Efectos probados ante una Onda Electro Magnética (OEM)**

Los Campos magnéticos de frecuencia inferior a 100 kHz, pueden inducir cargas o corrientes eléctricas en los tejidos expuestos. Si se trata de tejidos eléctricamente excitables como el nervioso o el musculo y de campos muy intensos, estas corrientes pueden entrañar perturbaciones ocasionales en el sistema nervioso.

Los Campos electromagnéticos de frecuencia entre 100 kHz y 10 GHz, pueden inducir la absorción de la energía irradiada y provocar un aumento de la temperatura corporal. La profundidad de penetración de estos campos en los tejidos es mayor, cuanto menor sea su frecuencia.

Para Campos de frecuencias superiores a 10 GHz, la profundidad a la que penetran es muy pequeña, por lo que resultan absorbidos en gran medida por la superficie corporal y la energía depositada en los tejidos subyacentes es mínima.

#### **5.12.1 Otros efectos estudiados**

Algunas personas han atribuido un conjunto difuso de síntomas a la exposición de baja intensidad a campos electromagnéticos en el hogar. Los síntomas notificados incluyen dolores de cabeza, ansiedad, suicidios y depresiones, nauseas, fatiga.

No se ha demostrado que la exposición a los niveles típicos de campos del medio aumente el riesgo de desenlaces adversos como abortos espontáneos, malformaciones, peso reducido al nacer y enfermedades congénitas.

Se ha informado de casos de irritación ocular general y cataratas en trabajadores expuestos a niveles altos de radiación de radiofrecuencia y microondas, pero estudios realizados con animales no confirman la idea de que estos trastornos oculares se puedan producir a niveles que no son peligrosos por su efecto térmico.

No hay pruebas de que se produzcan estos efectos a los niveles a los que está expuesta la población general.

Algunas personas afirman ser "hipersensibles" a los campos eléctricos o magnéticos.

Campos electromagnéticos y cáncer. A pesar de los numerosos estudios realizados, la existencia o no de efectos cancerígenos es muy controvertida.

La evidencia epidemiológica en su conjunto, sugiere que existen pequeños incrementos del riesgo de leucemia infantil asociados a la exposición a campos magnéticos de baja frecuencia en el hogar.

## 6. Conclusiones

- La tecnología avanza a pasos agigantados lo novedoso en la transferencia de energía es transferir sin ningún tipo de conductor eléctrico, esa idea fue la propulsora de este proyecto donde se realizaron muchos estudios para cambiar las lámparas fluorescentes por lámpara LEDs pero usando como fuente de alimentación ondas electromagnéticas.
- A través de los cálculos que realizamos tanto para lámparas fluorescentes y LED, existe diferencia tanto en consumo eléctrico como en su factor ambiental. Los datos nos proporcionan que la mejor opción son las lámparas LED ya que están tienen una mejor vida útil y sin producir ningún perjuicio a los seres humanos y sobre todo un bajo consumo eléctrico con respecto a las lámparas fluorescentes.
- Con el sistema electrónico de las lámparas LED propuesto se alcanza la misma intensidad lumínica que la lámpara fluorescente, ahorrando el 50% de energía comercial por cada lámpara. Este modelo experimental se puede llevar a otro nivel a una escala mayor, en función de ahorro energético.
- Actualmente vivimos un problema energético, el consumo eléctrico cada día es mayor, nuevas industrias, nuevo edificios comerciales e instituciones y remodelaciones expansionistas en términos de consumo eléctrico y un planeta en agotamiento de recursos energéticos; por esto se plantea una alternativa para aminorar el consumo energético el cuales son las lámparas LED por lo ya antes expuesto.
- Con el sistema de inducción electromagnética, de este estudio, se logró la transferencia de energía pero no a niveles estimados de acuerdo a la implementación deseada con el diseño del circuito propuesto.

## 7. Bibliografía

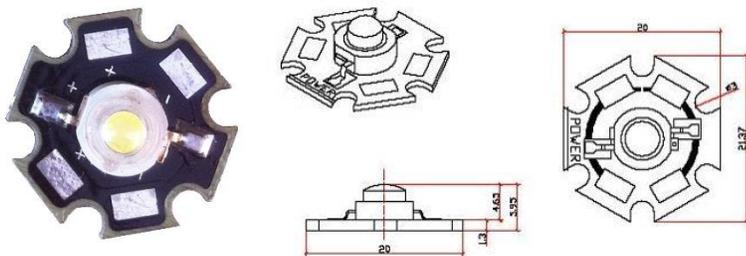
- De Philips, Iluminet. (15 octubre del 2008). Diodos emisores de luz de alta potencia de 1w. Recuperado de <http://www.iluminet.com/diodos-emisores-de-luz-de-alta-potencia-de-1w/>
- Leida Group (9 de Octubre de 2012). Iluminación sostenible LED/ Ahorro Energía. Recuperado de <http://lediagroup.com/tecnologia-led/la-importancia-de-la-disipacion-del-calor-en-una-lampara-led/>
- Juana Guendulain Cruz. (15 de Octubre 2009). Definiciones y Niveles de iluminación. Recuperado de <http://ipnesiatecamachalco.foroactivo.com/t144-definiciones-y-niveles-de-iluminacion>
- Leonardo Pulido. Lámparas Fluorescentes. Recuperado de <http://electricidad-lamparas.blogspot.com/2010/06/lamparas-fluorescentes.html>
- DAQ Circuitos: Generador de onda Senoidal. Recuperado de <http://daqcircuitos.net/index.php/generadores-de-senales/generador-de-onda-senoidal/91-generador-de-onda-senoidal>
- De Resnick Robert (1999), Física vol. 2, México, Compañía Editorial Continental, S.A.DEC. V, Capítulo 36, Pagina 211, Capítulo 38, Pagina 255, Capítulo 39, Pagina 279, Capítulo 40, Página 297
- De Sears – Zemansky (2009), Física Universitaria, México, Editorial Addison – Wesley, Capítulo 28.5, Página 967
- Carlos Herranz Dorremocha, Josep M<sup>a</sup> Ollé Martorell y Fernando Jáuregui Sora. La iluminación con LED y el problema de la contaminación lumínica. Recuperado de <http://www.celfosc.org/biblio/general/herranz-olle-jauregui2011.pdf>

- Alonso Fustel, E. Garcia Vázquez, R. Onaindia Olalde, C. Campos electromagnéticos y efectos en salud  
[http://www.euskadi.net/contenidos/informacion/cem\\_salud/es\\_cem/adjuntos/cem.pdf](http://www.euskadi.net/contenidos/informacion/cem_salud/es_cem/adjuntos/cem.pdf)
- Instituto Nicaragüense de Energía. Relacionista Pública. Oficina de Acceso a la Información Pública Telf: 22774040 ext 345. <http://www.ine.gob.ni/pliegos2013.html>
- Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Eficiencia Energética  
[http://www.mem.gob.ni/media/nton%2010%20006-07,%20lamparas%20incandescentes%20de%20uso%20domestico%20y%20similares\\_%20especificaciones%20y%20etiquetado.pdf](http://www.mem.gob.ni/media/nton%2010%20006-07,%20lamparas%20incandescentes%20de%20uso%20domestico%20y%20similares_%20especificaciones%20y%20etiquetado.pdf)

## 8. Recomendaciones

A través de la investigación realiza para la transferencia de energía por inducción electromagnética y la utilización de Diodos Emisores de Luz (LEDs) de potencia en este sistema de lámparas establecemos las siguientes recomendaciones para futura investigación y/o proyecto:

1. Para los LED de potencia es necesario la compra de disipadores de estrella, ya que estos son una base para los LEDs, esta base lleva en el centro una pieza de material metálico que hace la transferencia, entre el LED y el disipador de calor; de energía calorífica, fundamental esta transferencia para la vida útil del este. Además de la utilización de pasta disipadora de calor entre el LED y el disipador de calor que vayan a poner.



2. En nuestro estudio de inducción electromagnética para la alimentación de las lámparas, se hicieron las mediciones y cálculos necesarios; en nuestra experiencia el mejor sistema de transferencia de energía recomendamos la inducción por resonancia, ya que **Inducción Electromagnética** inductiva utiliza un campo electromagnético para la transferencia de energía, este tipo de recarga es a corta distancia y requiere contacto con los dispositivos. Mientras que la **Inducción por Resonancia** la transferencia se da a una **distancia de 3-5 metros**, en la cual se utilizan dos bobinas de cobre, una que hace el trabajo de enviar la energía la cual contiene una fuente de poder y la otra va conectada con el dispositivo a cargar la cual recibirá la energía. La transferencia de energía se da cuando las dos bobinas tienen la misma frecuencia y están cerca.

# Anexo I

**NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE.  
EFICIENCIA ENERGÉTICA. LÁMPARAS INCANDESCENTES DE USO DOMÉSTICO  
Y SIMILARES.  
ESPECIFICACIONES Y ETIQUETADO**

**NTON 10 006-07**

La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense denominada NTON 10 006-07. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Eficiencia Energética. Lámparas Incandescentes de Uso Doméstico y Similares. Especificaciones y Etiquetado, ha sido preparada por el Comité Técnico de Medidas Fitosanitarias y en su elaboración participaron las siguientes personas:

Carlos Pérez Méndez	Instituto Nicaragüense de Energía INE
Augusto Cesar Palacios	Universidad Nacional de Ingeniería UNI
Ruth Largaespada	Asociación de Ferreteros de Nicaragua AFENIC
Zapata	Dirección General de Servicios Aduaneros DGA
Antonio Morales	Cámara de Industrias de Nicaragua CADIN
Gutiérrez	Centro de Producción más Limpia de Nicaragua
Ana Cecilia Vega	Multiconsultant & CIS Ltda.
Silvia Aguilera	Suplidora Nacional S.A.
Sandra Gutiérrez	Ministerio de Energía y Minas MEM
Dennis Díaz	Ministerio de Fomento Industria y Comercio MIFIC

Rolando Lugo	Ministerio de Fomento Industria y Comercio MIFIC
Javier Cruz	Ministerio de Fomento Industria y Comercio MIFIC
C. Valeria Pineda	Proyecto SIC–BID/FOMIN
Erick Méndez	

## 1. OBJETO

Establecer la metodología para la clasificación de las lámparas incandescentes de uso doméstico y similar de acuerdo con sus características técnicas, su eficiencia energética, el método de ensayo y las características de la etiqueta de eficiencia energética.

Nota: se entiende como “de uso similar” aquel que no sea de carácter industrial y que cumpla con las características establecidas en el Campo de Aplicación.

## 2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma se aplica a las lámparas incandescentes de filamento de tungsteno para uso doméstico y usos similares para iluminación en general, que poseen:

- Potencia nominal entre 25W y 200 W inclusive;
- Tensión nominal entre 100 V y 250 V;
- Bulbo de forma A, PS o PA;
- Bulbos claros, lisos o con recubrimiento blanco o equivalente;
- Casquillos (Base roscas) E26 y E27.

## 3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

**3.1 Eficiencia Energética.** Es la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos; sin disminuir confort, protegiendo el medio ambiente y dejando beneficios económicos al consumidor.

**3.2 Eficiencia luminosa** de una fuente. Relación entre el flujo luminoso total emitido y la potencia total absorbida por la fuente, se expresa en lumen/ watt (lm/W)

NOTA: La eficacia luminosa se va a utilizar como eficiencia en esta norma.

**3.3 Flujo Luminoso.** Energía radiada por una fuente luminosa en la unidad de tiempo. Su unidad es el Lumen (lm).

**3.4 Frecuencia.** Término empleado para indicar el número de veces que se repite en un segundo cualquier fenómeno periódico. La frecuencia se expresa en hercios (Hz), una frecuencia de 1Hz significa que existe 1 ciclo u oscilación por segundo.

**3.5 Lámpara:** fuente construida con el fin de producir una radiación en el espectro electromagnético visible.

**3.6 Potencia Aparente.** Potencia obtenida a partir del producto de los valores eficaces (valores rms). Del voltaje y la corriente. Se mide en voltios-ampares (V\_A).

376 Potencia Real o Activa. Es la medida de la rapidez del consumo de energía eléctrica de un dispositivo eléctrico, medido en watts (W).

**3.8 Tensión.** ES la diferencia de potencial eléctrico que existe entre dos puntos de una hilo conductor que transporta una corriente de intensidad constante de 1 ampere cuando la potencia disipada entre estos puntos es igual a 1 watt. Su unidad de medida es Voltio (V).

**3.9 Vida Nominal.** Dato suministrado por los fabricantes de lámparas, e indica el número de horas de funcionamiento de éstas en condiciones normales.

#### 4. SÍMBOLES Y ABREVIATURAS

COPANT Comisión Panamericana de Normas Técnicas

IED International Electrotechnical Commission

IECEE Worldwide System for Conformity Testing and Certification of Electrical Equipment

Flujo luminoso lumen (lm)

Frecuencia hertz (HZ)

Potencia watt (W)

Tensión voltio (V)

## 5. REQUISITOS

**5.1 Requisitos generales.** Para declarar la eficiencia energética, las lámparas deben tener una etiqueta como la descrita en esta Norma.

**5.1.1 Ubicación.** La etiqueta debe estar adherida o impresa en cualquiera de las caras externas del embalaje individual de las lámparas.

Nada que se encuentre colocado, impreso o adherido en la parte externa de cada embalaje de la lámpara impedirá o reducirá la visibilidad de la etiqueta.

**5.1.2 Permanencia.** La etiqueta deberá permanecer en el embalaje, por lo menos hasta que el producto haya sido adherido por el consumidor final.

**5.1.3 Información.** La etiqueta deberá marcarse de forma legible y contener como mínimo la información de la Figura 1 (ver Capítulo 10).

### 5.2 Requisitos específicos

**5.2.1 Etiquetado.** La etiqueta para declarar la clase de eficiencia energética debe estar de acuerdo con lo establecido en esta Norma.

**5.2.2 Dimensiones.** Las dimensiones de la etiqueta deberán guardar las proporciones indicadas en la Figura 1.

Cuando ninguna de las caras del embalaje tengan las dimensiones suficientes para poder albergar la etiqueta y su entorno blanco, o cuando supondrían más de 50% de la superficie de la mayor cara, la etiqueta y su contorno podrán ser reducidos, pero sólo lo necesario para cumplir con estos dos requisitos.

El tamaño exterior de la etiqueta debe ser como mínimo 18,5 mm por 26 mm, manteniendo las proporciones. Cuando el embalaje sea inferior a las dimensiones mínimas de la etiqueta, ésta deberá ir adjunta a la lámpara.

Los elementos interiores deben ser legibles y guardar concordancia con lo establecido.

5.2.3 Color La etiqueta deberá ser preferentemente en colores, pero se admite que sea monocromática. En la etiqueta monocromática se deberá asegurar el contraste entre el color de fondo utilizado y la información de la misma.

Para la etiqueta en colores se deberá utilizar lo indicado en la Figura 1 y en la siguiente tabla 1.

**Tabla 1**

<b>Clase de Eficiencia</b>	<b>Cian</b>	<b>Magenta</b>	<b>Amarillo</b>	<b>Negro</b>
<b>A</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>
<b>B</b>	<b>70%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>
<b>C</b>	<b>30%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>
<b>D</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>
<b>E</b>	<b>0%</b>	<b>30%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>
<b>F</b>	<b>0%</b>	<b>70%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>
<b>G</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>

<b>Contorno de etiqueta</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>70%</b>	
<b>Texto</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>
<b>Fondo</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>

## 6. CLASES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 6.1 Fórmulas para definir la clasificación.

Para definir la clasificación de desempeño energético para lámparas se debe aplicar la formulación siguiente:

La Clasificación es A si:

$$P \leq (0,24 \cdot \sqrt{\text{£}}) + 0,0103\text{£}$$

**Donde:**

*P* = Potencia de la lámpara, en watt (W)

£ = Flujo luminoso de la lámpara, en lumen (lm)

El flujo luminoso y potencia de la lámpara se medirán cuando ésta tiene aplicada la(s) tensión (nes) nominal (es) del País en que se comercializa.

Las mediciones se realizarán de acuerdo a lo especificado en el capítulo 8 – Métodos de ensayo.

### **Clasificación desde B hasta G:**

Se debe calcular el índice de eficiencia energética “I”, de la siguiente manera:

$$I (\%) = P/Pr \cdot 100$$

**Donde:**

$$Pr = 0,88 \cdot \sqrt{\Phi} + 0,049\Phi \text{ para } \Phi > 34 \text{ lm}$$

$$Pr = 0,20 \cdot \Phi \text{ para } \Phi \leq 34 \text{ lm}$$

**Donde:**

P = Potencia de la lámpara, en watt (W)

Pr = Potencia de referencia, en watt (W)

$\Phi$  = Flujo luminoso de la lámpara, en lumen (lm)

El flujo luminoso y la potencia de la lámpara se medirá cuando ésta tiene aplicada la(s) tensión (nes) nominal (es) del País en que se comercializa.

Las mediciones se realizarán de acuerdo a lo especificado en el capítulo 8 - Métodos de ensayo.

La clase de eficiencia correspondiente se obtiene de la tabla siguiente:

Clase (letra de la etiqueta)	Condición del Índice de Eficiencia Energética
B	$I < 60\%$
C	$60\% \leq I < 80\%$
D	$80\% \leq I < 95\%$
E	$95\% \leq I < 110\%$
F	$100\% \leq I < 130\%$
G	$130\% \leq I$

Las fórmulas indicadas se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 3.**

Clasificación		Fórmulas aplicables
A		$P \leq (0,24 \cdot \sqrt{\ell}) + 0,0103\ell$
De B a G	Res = P / H. 100	$Pr = 0,88 \cdot \ell + 0,049 \ell$ para $\ell > 34 \text{ lm}$
		$Pr = 0,20 \cdot \ell$ para $\ell \leq 34 \text{ lm}$

## 7. MUESTREO

Se debe evaluar una cantidad mínima de 20 lámparas, de las cuales se permite que fallen (que no cumplen con la clase de eficiencia declarada) un máximo de 3 lámparas (15%), en el caso en que 4 o más lámparas (más del 15%) fallen, el producto no cumple con la declaración de eficiencia.

## 8. MÉTODO DE ENSAYO

Antes de realizar el ensayo de flujo luminoso deben envejecerse las lámparas a una tensión comprendida entre la tensión nominal y el 110% de la tensión nominal, por un periodo equivalente al 0,04 % a 0,1% de la vida nominal declarada.

Para realizar la medición se aplicará el método establecido en CIE 84 (parámetros fotométricos) y la IEC (parámetros eléctricos y vida truncada). Así mismo la variación de la tensión durante el ensayo debe estar entre  $\pm 0,2\%$  de la tensión nominal de la red del país en que se comercialice. En los casos en que no sean especificados, en las normas correspondientes, se adoptarán los valores de exactitud de las mediciones recomendados por el Committee of Testing Laboratories (CTL) de IECEE.

## 9. MERCADO

Todas las lámparas deben tener, como mínimo, la siguiente marcación en el bulbo:

- Nombre del fabricante o marca;

- Tensión nominal (V);
- Potencia nominal (W).

## **10. DISEÑO DE LA ETIQUETA**

Las dimensiones y colores de la etiqueta estarán de acuerdo a lo especificado en el capítulo 5 y la Figura 1.

La zona inferior, señalada con líneas punteadas en la Figura 1, está reservada para incluir la información del flujo luminoso de la lámpara en lumen (lm), la potencia de la lámpara en watt (W), Frecuencia en Hertz (HZ) y la vida nominal de la lámpara en horas (h), la identificación de esta norma a la cual corresponde la etiqueta, y opcionalmente información adicional relacionada con el programa de eficiencia energética.

Las medidas se indican en milímetros, con carácter orientativo.

Alternativamente en el encabezado de la etiqueta se podrá colocar una expresión que permita leer la palabra “Energía” en el idioma del País en que se comercialice la lámpara.

## **11. EMBALAJE**

El embalaje individual debe contener como mínimo la siguiente información:

- Marca del fabricante,
- País de fabricación,
- Potencia (W),
- Frecuencia (Hz)
- Tensión (V),
- Eficiencia en lumen por watt (lm/W) y

- Vida nominal declarada por el fabricante en horas.

En el caso que se indiquen parámetros para diferentes valores de tensión, deberán señalarse claramente los correspondientes a la tensión del País en que se comercializan la lámpara.

## **12. REFERENCIAS**

Norma COPANT 1708: 2006

Los siguientes documentos de referencia son indispensables para la aplicación de la Norma COPANT 1808:2006. Para las referencias se aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

CIE 84:1989, The Measurement of Lux, 1<sup>st</sup> Edition, Vienna, CIE

IEC 60064:1993 – Tungsten filament lamps for domestic and similar general lightning purposes.  
Performance requirements

IEC 60064 Amendment 1:2000

IEC 60064 Amendment 2:2002

## **13. OBSERVANCIA DE LA NORMA**

La observancia para el cumplimiento de esta Norma le corresponde al MIFIC a través de la Dirección de Defensa del Consumidor según sus competencias y la legislación vigente en el país.

## **14. ENTRADA EN VIGENCIA**

La presente Norma estará en vigencia 60 días después de su publicación en la Gaceta Diario Oficial.

## **15. ANEXO DE LA NORMA**

## FLUJO LUMINOSO MÍNIMO

La siguiente tabla establece el flujo luminoso inicial mínimo aceptable para las lámparas incandescentes.

Potencia	25 W	40 W	60 W	75 W	100 W	150 W	200 W
Tensión	Flujo luminoso nominal alto (lm)						
120 V	246	460	772	1000	1451	2251	3153
127 V	242	456	762	977	1442	2232	3106
150 V	233	437	725	921	1395	2139	3013
208 V	214	391	670	846	1265	2027	2920
220 V	214	386	665	828	1256	2027	2874
240 V	209	381	651	809	1237	1990	2781

## - ÚLTIMA LÍNEA

### UNE 12464.1

#### Norma Europea sobre Iluminación para Interiores

En el ámbito de la unión europea y el consejo de redactores y publicación en el año 2012 la directiva 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de edificios, de aplicaciones obligatoria en los países miembros (entre los cuales se encuentra España), una vez transcurrido el periodo transitorio de adecuación correspondiente.

Esta directiva impulsa la consecución de la mayor eficiencia energética posible en todas y cada una de las instalaciones que concurren en un edificio, entre las cuales se encuentran la iluminación. Se trata de reducir los consumos excesivos de energía hasta un 22% obligado a la adopción de medidas

## Sistema de Iluminación con Tecnología LED Alimentadas por Inducción

de ahorro y recuperación energéticas y se aconseja a la sustitución de ciertas fuentes de energía escasa y contaminante por otras renovables y menos agresivas con el medio ambiente.

Una buena iluminación proporciona los estudiantes y profesores un ambiente agradable y estimulante, es decir un confort visual que le permite seguir su actividad sin demandar de ellos un sobre esfuerzo visual, reduciendo el cansancio y los dolores de cabeza producidos por una iluminación adecuada.

Es muy importante la utilización de iluminación eficiente, mediante luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta eficacia luminosa (lumen/watios), unidas al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades de local a iluminar, lo que permitirá tener buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.

### Tabla de Establecimientos Educativos

#### 1. Jardines de infancia y guarderías

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Lux	Observación
1.1	Sala de Juegos	300	
1.2	Guardería	300	
1.2	Sala de manualidades	300	

#### 2. Edificios Educativos

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Lux	Observación
2.1	Aulas, aulas de tutoría	300	La iluminación debe ser controlable
2.2	Aulas para las clases nocturnas u educación de adultos	500	La iluminación debe ser controlable
2.3	Sala de lectura	500	La iluminación debe ser controlable

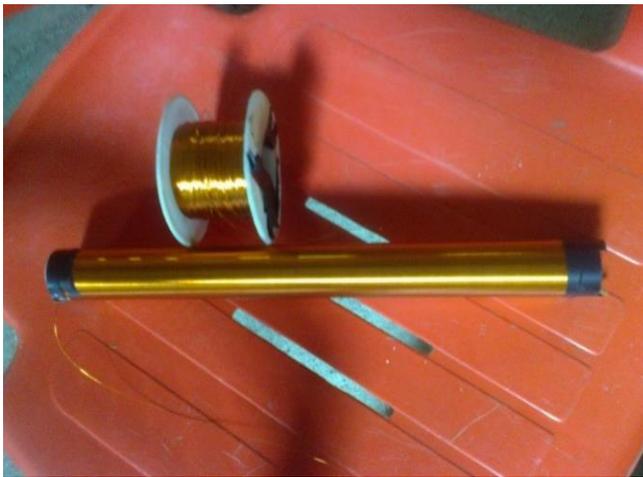
## Sistema de Iluminación con Tecnología LED Alimentadas por Inducción

2.4	Pizarra	500	Evitar reflexiones especulares
2.5	Mesa de demostraciones	500	
2.6	Aulas de arte	500	
2.7	Aulas de arte en escuelas de arte	750	
2.8	Aulas de dibujo técnico	750	
2.9	Aulas de prácticas y laboratorios	500	
2.10	Aulas de manualidades	500	
2.11	Talleres de enseñanzas	500	
2.12	Aulas de practicas de música	300	
2.13	Aulas de prácticas de informática	300	
2.14	Laboratorios de lenguajes	300	
2.15	Aulas de preparación y talleres	500	
2.16	Halls de entrada	200	
2.17	Áreas de circulación, pasillos	100	
2.18	Escaleras	150	
2.19	Aulas comunes de estudio y aulas de reunión	200	
2.20	Salas de profesores	300	
2.21	Biblioteca: estanterías	200	
2.22	Biblioteca: sala de lecturas	500	
2.23	Almacén de materiales de profesores	100	
2.24	Sala de deportes, gimnasios, piscina (uso general)	300	
2.25	Cantinas escolares	200	
2.26	Cocina	500	

Estas serían solo normativas para los establecimientos de educación referentes al documento.

# Anexo II

Elaboración de la bobina excitadora y pruebas de su funcionamiento



**Figura 10. Bobina secundaria**



**Figura 11. Carga superior utilizando una boya forrada**



**Figura 12. Elaboración de la bobina primaria**



**Figura 13. Bobina primaria y secundaria**



**Figura 14. Prueba del emisor con una lámpara fluorescente**



**Figura 15. Prueba del emisor con una lámpara LEDS**

Imágenes de armada de estructura y circuitería de las lámparas de LED



**Figura 16. Laboratorio de Electrónica Básica de la UNAN – Managua**



**Foto 17. Laboratorio vista de fondo**

# Anexo III

Páginas de compra de los diodos de potencia, conexión de estrellas y los disipadores de calor, e imágenes de los disipadores.

Diodos LED 3w precio

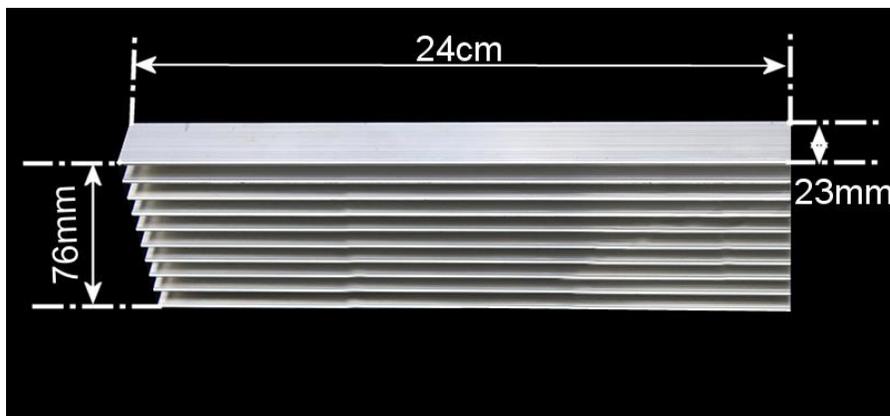
[http://www.ebay.com/itm/50-pcs-3W-high-power-LED-Lamp-Chip-White-Light-170LM-140-Deg-Super-Bright-Lot-/370774948565?pt=US\\_Lighting\\_Parts\\_and\\_Accessories&hash=item5653e8bad5](http://www.ebay.com/itm/50-pcs-3W-high-power-LED-Lamp-Chip-White-Light-170LM-140-Deg-Super-Bright-Lot-/370774948565?pt=US_Lighting_Parts_and_Accessories&hash=item5653e8bad5)

Conexión de estrella

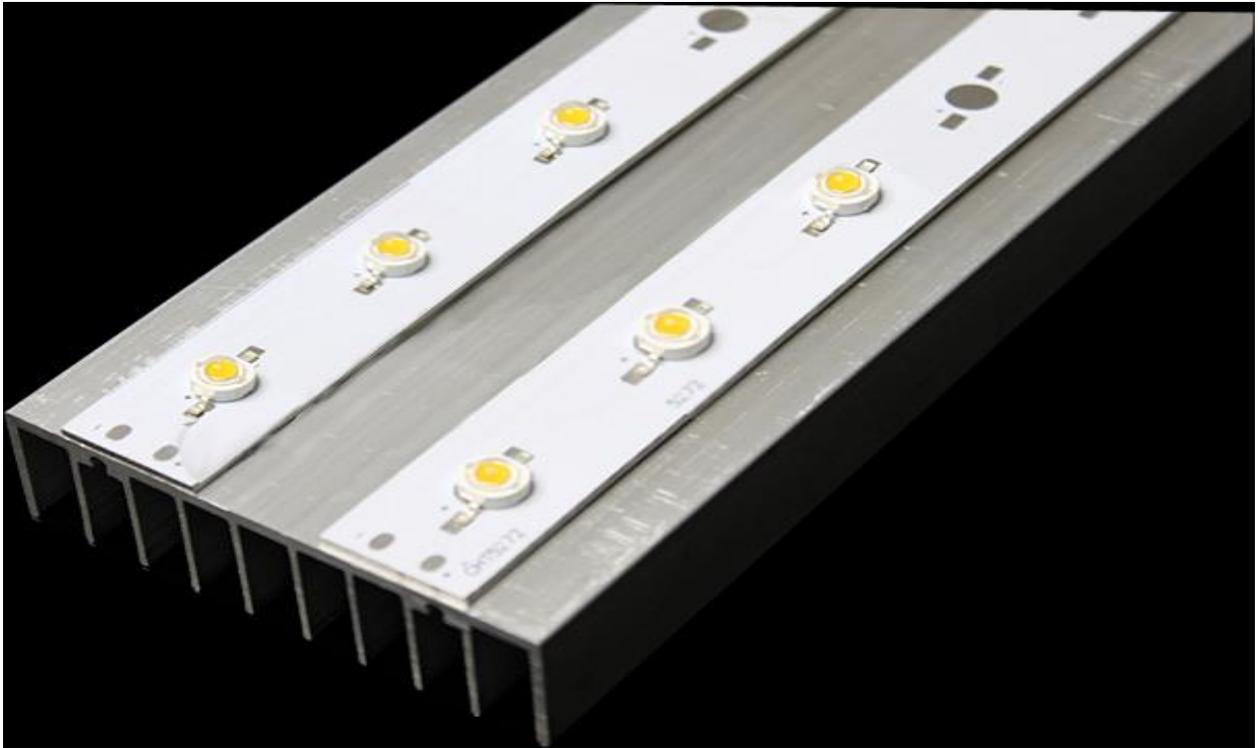
[http://www.ebay.com/itm/50pcs-Star-20-mm-High-Power-1w-3w-5w-Watt-LED-Heat-Sink-Aluminum-Base-Plate-/221274661906?pt=LH\\_DefaultDomain\\_0&hash=item3384ff6412](http://www.ebay.com/itm/50pcs-Star-20-mm-High-Power-1w-3w-5w-Watt-LED-Heat-Sink-Aluminum-Base-Plate-/221274661906?pt=LH_DefaultDomain_0&hash=item3384ff6412)

Disipadores de calor para LED

[http://www.ebay.com/itm/DISIPADORES-CALOR-TERMICO-ALUMINIO-FUNDIDO-HEAT-PIPE-SINK-HEATSINK-/321206204328?pt=LH\\_DefaultDomain\\_186&hash=item4ac961b7a8](http://www.ebay.com/itm/DISIPADORES-CALOR-TERMICO-ALUMINIO-FUNDIDO-HEAT-PIPE-SINK-HEATSINK-/321206204328?pt=LH_DefaultDomain_186&hash=item4ac961b7a8)



**Figura 18.**  
**Medidas del**  
**disipador.**



**Figura 19. Diodos LEDs con disipador de calor**

**INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA  
ENTE REGULADOR**

**TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE AGOSTO DE 2013  
AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR**

BAJA TENSION (120,240 y 480 V)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
RESIDENCIAL	Exclusivo para uso de casas de habitación urbanas y rurales	T-0	Primeros 25 kWh	2.3952	
			Siguientes 25 kWh	5.1601	
			Siguientes 50 kWh	5.4043	
			Siguientes 50 kWh	7.1425	
			Siguientes 350 kWh	6.6617	
			Siguientes 500 kWh	10.5809	
			Adicionales a 1000 kWh	11.8599	
GENERAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Centros de Recreación, etc.)  Salud, Hospitales, etc.).	T-1	<b>TARIFA MONOMIA</b>		
			0-150 kWh	4.4868	
		T-1A	<b>TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	5.0766	612.1534
INDUSTRIAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc).	T-3	<b>TARIFA MONOMIA</b>		
			Todos los kWh	6.1166	
		T-3A	<b>TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	4.3144	574.6542
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 kW y hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4	<b>TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	4.7045	560.7982
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5	<b>TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	4.8049	529.2623
IRRIGACION	Para irrigación de campos agrícolas	T-6	<b>TARIFA MONOMIA</b>		
			Todos los kWh	5.2545	
		T-6A	<b>TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	3.8576	448.1569
		T-6B	<b>TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>		
			Verano Punta	5.0451	
			Invierno Punta	4.8811	
			Verano Fuera de Punta	3.7333	
Invierno Fuera de Punta	3.6764				
Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta Invierno Fuera de Punta			848.3437 529.8660 0.0000 0.0000		