



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE UNA RED LI-FI PARA EL BLOQUE 4 DE LA SEDE QUERI



AUTORES

Jorge Eduardo Aguilar Aguilar

Verónica Alexandra Lema Lagos

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE UNA RED LI-FI PARA EL BLOQUE 4 DE LA SEDE QUERI

“Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingenieros en Redes y
Telecomunicaciones”

Profesor Guía

Ms. Carlos Marcelo Molina Colcha

Autores

Jorge Eduardo Aguilar Aguilar

Verónica Alexandra Lema Lagos

Año

2017

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiantes, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Carlos Marcelo Molina Colcha

Magister en Gestión de las Comunicaciones y Tecnologías de la Información

CI. 1709624215

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de Titulación”.

Ricardo Xavier Ubilla González

Magister de Telecomunicaciones

CI. 0917565640

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Jorge Eduardo Aguilar Aguilar
CI. 1721762274

Verónica Alexandra Lema Lagos
CI. 1722683479

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis maestros quienes me inculcaron todos los conocimientos que llevo conmigo hoy en día, y de manera muy especial a Verónica Lema quien estuvo conmigo en el transcurso estudiantil y me apoyó en todo momento.

Jorge Aguilar

AGRADECIMIENTO

A mi familia. Por haberme apoyado y brindado la oportunidad de estudiar.
A Jorge Aguilar. Por haberme apoyado en los momentos difíciles, acompañándome durante mi trayectoria de estudio.

Verónica Lema

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres quienes me apoyaron durante el transcurso de mi carrera.

Jorge Aguilar

DEDICATORIA

A mi familia. Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido salir adelante siendo una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Verónica Lema

RESUMEN

En la actualidad uno de los campos que ha registrado mayor crecimiento ha sido el de los sistemas y servicios de telecomunicaciones. Estos se han convertido en un factor clave para el desarrollo social y económico de un país, y han llevado a las telecomunicaciones a ser consideradas como un servicio público de primordial importancia.

Desde inicios de los años 90 la tecnología WI-FI se ha venido desarrollando, WI-FI Alliance, anteriormente conocida como WECA (Wireless Ethernet Compatibility) nació en 2003, con el objetivo de establecer estándares que brindan esta tecnología y que fueran compatibles entre sí.

El trabajo que presentamos a continuación tiene como finalidad el diseño de una red LI-FI para el Bloque 4 de la sede Queri

En el capítulo I se presentará la investigación teórica de los conceptos, generalidades, alcances y desarrollo de la tecnología inalámbrica que estamos estudiando, la evolución que ha tenido a lo largo de los años y el estado en el que se encuentra actualmente.

En el capítulo II se detallará las actividades a realizar, la extracción de información del sitio de estudio, cuadros comparativos de la red actual frente a la red propuesta en el diseño, posibles aplicaciones de la tecnología LI-FI en el Ecuador.

Finalmente, en el capítulo III se presentará el diseño final de la red LI-FI de acuerdo a los parámetros obtenidos tras los estudios de los capítulos anteriores en el bloque 4 de la Sede Queri, análisis del costo beneficio frente a la tecnología implementada actualmente.

ABSTRACT

Today one of the fields that has registered higher growth has been the systems and telecommunications services. These have become a key factor for a country's social and economic development, and telecommunications have led to be considered as a public service of primary importance.

Since the beginning of the 1990s the WI-FI technology has been developing Wi-Fi Alliance, formerly known as WECA (Wireless Ethernet Compatibility) was born in 2003, with the objective of establishing standards that provide this technology and be compatible among themselves.

Work presented below aims to design a LI-FI network for block 4 of Queri headquarters

Chapter I will present the theoretical investigation of concepts, General information, scope and development of the wireless technology that we are studying, the evolution that has taken over the years and the State where he is currently.

The activities will be presented in chapter II to perform, the extraction of information from the site of study, comparative tables of the current network against the proposed network design, potential applications of technology LI-FI in the Ecuador.

Finally, the final design of the LI-FI network parameters obtained after studies of the previous chapters in block 4 of the Queri headquarters, analysis of the cost-benefit against the technology implemented at present will be presented in chapter III.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. MARCO TEORICO.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Historia	1
1.3. Diodo Led.	2
1.4. Focos led.....	2
1.5. Receptor.....	3
1.6. ¿Qué es LI-FI?	3
1.6.1. Sistema de comunicación LI-FI.....	4
1.6.2. Funcionamiento de la red LI-FI.....	7
1.6.3. LI-FI y su aporte con el medio ambiente.....	8
1.7. Comparación entre tecnologías LI-FI y WI-FI.....	11
1.7.1. Velocidad.....	11
1.7.2. Densidad de datos.....	12
1.7.3. Rango.....	12
1.7.4. Tecnología LI-FI.....	12
1.7.5. Capacidad	12
1.7.6. Seguridad	12
1.7.7. Eficiencia	13
1.7.8. Tecnología WI-FI	13
1.7.9. Cuadro comparativo de tecnologías LI-FI / WI-FI	14
1.8. Ventajas y Desventajas de LI-FI.....	14
1.8.1. Ventajas.....	14
1.8.2. Desventajas.....	15

2. CAPÍTULO II DISEÑO DE LA RED LI-FI	15
2.1. Introducción	15
2.2. Levantamiento de planos de la Sede.	15
2.2.1. Distribución de luminarias.....	17
2.2.2. Consumo y costo eléctrico de las luminarias	19
2.2.3. Acometidas eléctricas.....	21
2.3. Comparativa de la tecnología Actual vs. La propuesta.	21
2.3.1. Número de Luminarias.	21
2.3.2. Consumo eléctrico	22
2.4. Topología LI-FI	23
2.4.1. Funcionamiento del Circuito	23
2.4.2. Descripción de los elementos	25
3. CAPÍTULO III PRESENTACIÓN DE RESULTADOS ...	25
3.1. Introducción	25
3.2. Diseño Lógico.....	25
3.2.1. Creación de la maqueta.....	26
3.2.2. Prototipo LI-FI.....	27
3.1. Pruebas y Documentación	27
3.2. Análisis económico del proyecto	28
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
4.1. Conclusiones.....	30
4.2. Recomendaciones.....	31
REFERENCIAS	32
ANEXOS	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diodo Led.....	2
Figura 2. Foco Led.	2
Figura 3. Receptor de tecnología.	3
Figura 4. Posibles usos de la Tecnología LI-FI en sitios cerrados.	4
Figura 5. Distribución del espectro.	6
Figura 6. Li-Fi como alternativa de comunicación entre dispositivos.....	7
Figura 7. Radiación segura en teléfonos móviles.....	9
Figura 8. Control de Iluminación óptica.	10
Figura 9. Hogares Inteligentes.	11
Figura 10. Subsuelo, Sede Queri.	16
Figura 11. Planta Baja-Sede Queri.....	16
Figura 12. Planta Alta-Sede Queri.....	17
Figura 13. Topología LI-FI.	23
Figura 14. Diseño Lógico de LI-FI.	26
Figura 15. Sede Queri Bloque 4.	26
Figura 16. Placa del Circuito.	27
Figura 17. Pruebas de transmisión de datos.....	28
Figura 18. Transmisor y receptor de Luz.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de las tecnologías LI-FI y WI-FI.	14
Tabla 2. Distribución de lámparas-Subsuelo.	17
Tabla 3. Distribución de lámparas-Planta Baja.....	18
Tabla 4. Distribución de lámparas-Planta Alta.....	19
Tabla 5. Consumo Eléctrico Fluorescentes –Subsuelo.	20
Tabla 6. Consumo Eléctrico Fluorescentes-Planta Baja.	20
Tabla 7. Consumo Eléctrico Fluorescentes -Planta Alta.	20
Tabla 8. Comparativa de luminarias.....	21
Tabla 9. Costo lámparas Led.	22
Tabla 10. Consumo Eléctrico Led –Subsuelo.....	22
Tabla 11. Consumo Eléctrico Led –Planta Baja.	22
Tabla 12. Consumo Eléctrico Led –Planta Alta.	23
Tabla 13. Totalizado de equipos para receptores.	24
Tabla 14. Descripción de elementos.	255
Tabla 15. Total del proyecto.....	299

1. CAPÍTULO I. MARCO TEORICO

1.1. Introducción

En este primer capítulo podremos entender y aprender más sobre la historia de la tecnología LI-FI. Además, a lo largo del capítulo se irá desarrollando algunos parámetros importantes para el entendimiento total de la tecnología, el funcionamiento y los aportes que han trascendido desde el primer estudio para convertir el haz de luz en una tecnología inalámbrica.

1.2. Historia

Desde la existencia del ser humano ha hecho lo posible para facilitar su trabajo a través de inventos, la invención de la luz eléctrica, el teléfono, los vehículos, etc. Todo esto con el fin de que las actividades que realizan en el día a día sean más fáciles de realizar y eficientes. La tecnología ha avanzado a pasos agigantados, lo que tenemos hoy en día en nuestras empresas como el correo electrónico, los Smartphone, computadores, etc. Han cumplido con sus expectativas, ya que han mejorado el estilo de los trabajadores de una empresa de una manera impresionante. Para el sector industrial, el cambio ha sido de gran ayuda, ya que han mejorado en su productividad y tiempos de respuesta (Franco, et al., 2016).

Uno de los más grandes avances en las telecomunicaciones ha sido el emplear la luz para transportar señales de comunicación, al haber hecho esto nacieron tecnologías tales como la fibra óptica. Para grandes distancias se usaron los láseres infrarrojos y a velocidades mucho más altas a las conocidas hasta ese momento.

Actualmente se encuentran realizando investigaciones para trasportar información usando el espectro de luz visible, denominado como VLC (Visible Light Communication), los científicos han llegado a un consenso y su nombre se define como "Li-Fi", va a ser desarrollada bajo el estándar IEEE P1905.1 (Institute of Electrical and Electronics Engineers) (Franco, et al., 2016).

1.3. Diodo Led.

El diodo Led es un tipo de diodo capaz de emitir luz al ser alimentado con energía eléctrica, su tamaño es muy reducido y está hecho a base de un material semiconductor, cuando se le induce una corriente eléctrica, produce luz monocromática la particularidad de este tipo de materiales es que no producen calor, por lo que casi toda la energía que reciben la aprovecha (Déleg, et al., 2013).

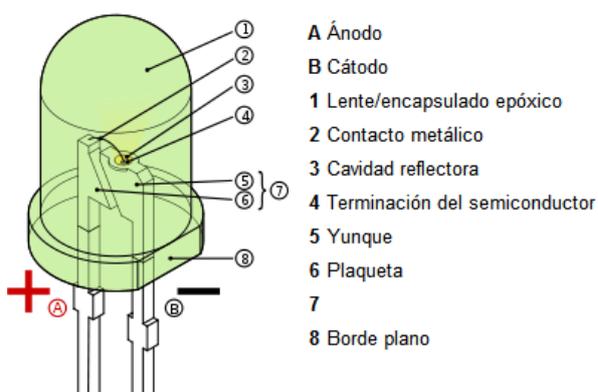


Figura 1. Diodo Led.

Tomada de: Etools, s.f.

1.4. Focos led

Este tipo de elementos son muy eficientes ya que producen luz con un consumo mínimo de energía eléctrica, su tiempo de vida útil es mayor a los dispositivos actualmente conocidos. Además, comercialmente son más económicos ya que su fabricación es más sencilla.



Figura 2. Foco Led.

Tomada de: Foss, 2016.

Cada foco LED posee integrado un driver que regula los 120 voltios de la red eléctrica a 12 voltios para su correcto funcionamiento, y con un procesador permite el destello parpadeante imperceptible al ojo humano que nos permitirá poder emitir las señales para el funcionamiento de la tecnología LI-FI.

1.5. Receptor

Convierte los pequeños cambios en la amplitud en una señal eléctrica, Por lo que se convierte en un flujo de datos y se transmite de un ordenador o dispositivo móvil hacia otro ordenador.



Figura 3. Receptor de tecnología.

Tomada de: Digital Trends, 2017.

Este dispositivo se instalará en cada computadora para que sean interpretadas la transmisión de los datos emitidos por el parpadeo que produce las lámparas LED.

1.6. ¿Qué es LI-FI?

Li-Fi es una nueva tecnología para la comunicación inalámbrica que usa el espectro de luz visible para la transmisión de datos. se dio a conocer por el doctor Harald Haas en el año 2011, en la charla TEDGlobal en Edimburgo donde se explicaron las tecnologías que son capaces de usar el espectro de la luz visible, en esta charla se hizo una demostración de su uso, con una linterna LED, fue

capaz de transmitir datos a 10 Mb/s. Aquí el doctor Hass bautizo a la tecnología con el nombre de LI-FI (Aravena et al., 2013).

“LI-FI hace referencia al término Light Fidelity en inglés, o lo que sería lo mismo en español Fidelidad de la Luz, es un sistema de comunicación inalámbrica que emplea luz, en lugar de ondas electromagnéticas de radio como el WI-FI o el Bluetooth. Permite enviar datos por medio de diodos emisores de luz (LED) y recibirlos a través de un sensor; por ejemplo, la cámara de un teléfono móvil, de una tableta o de un ordenador portátil” (Estuardo et al., 2015).

1.6.1. Sistema de comunicación LI-FI

LI-FI es el equivalente óptico de WI-FI. Este fue el término usó por primera vez Harald Haas en una conferencia en TED acerca de las comunicaciones usando un haz de luz visible (HAAS et al., 2011).

“La tecnología fue mostrada en el Consumer Electronics Show del año 2012 usando un par de teléfonos inteligentes, Casio para intercambiar datos variando la intensidad de la luz de sus pantallas, funcionando con una separación máxima de diez metros” (The Scientific Research Society et al., 2013).

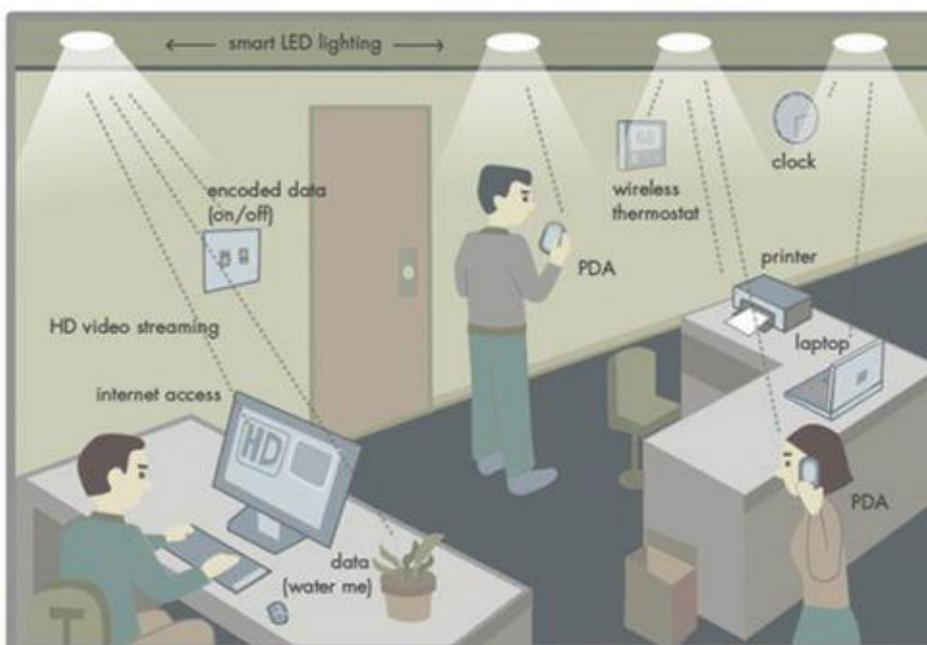


Figura 4. Posibles usos de la Tecnología LI-FI en sitios cerrados.

Tomada de: ExtremeTech, 2013.

El consorcio de Li-Fi fue formando por un conjunto de compañías en el año 2011, también contaron con la participación de algunos grupos industriales, lo hicieron con el fin de arrancar con sistemas inalámbricos ópticos capaces de trabajar a altas velocidades y así poder sobrellevar las limitaciones que se tenían hasta el momento con el espectro radioeléctrico al buscar una solución diferente del espectro electromagnético. Los expertos indican con este tipo de tecnología se podría llegar a alcanzar velocidades de hasta 10 Gbps, teóricamente sería posible descargar contenido de alta definición en cuestión de segundos.

Una ventaja de esta tecnología es que es capaz de trabajar en lugares donde se limitan o prohíben las comunicaciones por radio frecuencia, como por ejemplo en el interior de un avión. Las ondas de luz no son capaces de sobrepasar obstáculos como las paredes, lo que la convierte en una tecnología segura. La forma en la que funciona es emitiendo pulsos rápidos de luz, los cuales están transportando la información.

"En el corazón de esta tecnología es una nueva generación de alto brillo, diodos emisores de luz" (Hass H, Universidad de Edimburgo et al., 2012), dice Harald Haas de la Universidad de Edimburgo, Reino Unido.

"Es muy sencillo, si el LED está encendido, se transmite una señal digital 1, si está apagado usted transmite un 0"⁹, dice Haas. "Se pueden activar y desactivar muy rápidamente, lo que da buenas oportunidades para la transmisión de datos."

"Es posible codificar datos a la luz mediante la variación de la velocidad a la que los LED parpadean encendiendo y apagando para dar diferentes cadenas de unos y ceros". La intensidad del LED es modulada a velocidades tan altas que los ojos humanos no pueden identificarlas, ante el ojo humano la luz pareciera constante.

Existen técnicas sofisticadas que ofrecen aumentar la tasa de datos capaz de ser transmitida por VLC. En la universidad de Edimburgo y en la universidad de Oxford se encuentran realizando estudios para la transmisión de datos en paralelo. Esto consiste en utilizar matices LED's. Donde cada LED transmite un

flujo de datos diferente. También existen estudios donde se realizan mezclas de rojo, verde y azul variando de esta manera la frecuencia de la luz.

“Li-Fi, ya que se ha denominado, ha alcanzado ya altas velocidades en el laboratorio. Investigadores del Instituto Heinrich Hertz en Berlín, Alemania, han alcanzado tasas de más de 500 megabytes por segundo utilizando un LED de luz blanca estándar de datos”.

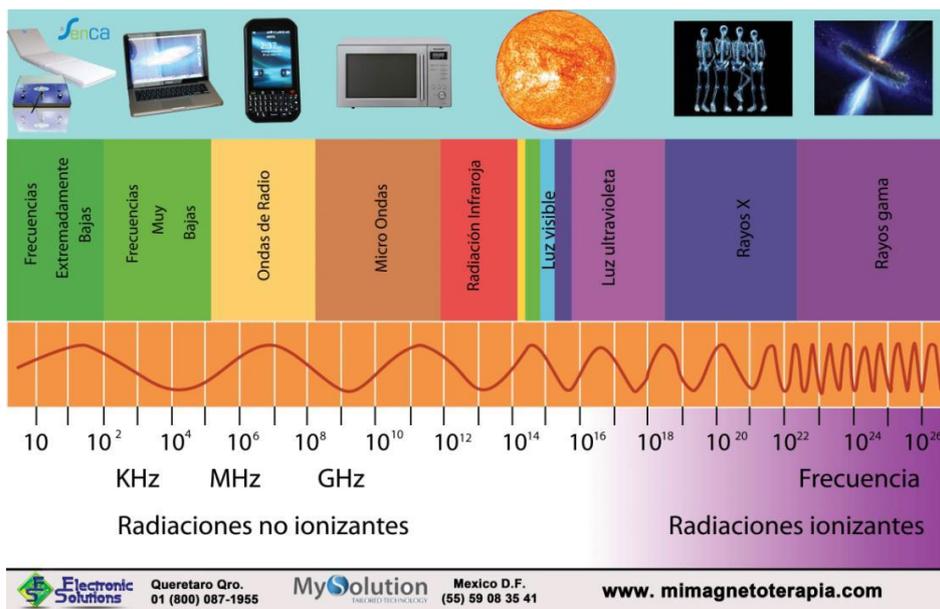


Figura 5. Distribución del espectro.

Tomada de Tecnología 3°ESO, 2014

"Hay alrededor de 14 mil bombillos en todo el mundo, sólo necesitan ser reemplazados por otros de LED que transmiten datos", dice Haas. "En nuestra base de VLC es un factor de diez más barato que el WI-FI." Debido a que utiliza luz en lugar de señales de radiofrecuencia, VLC puede ser utilizado en los aviones sin ninguna preocupación, también podría ser usada en dispositivos médicos y los hospitales. Lugares y equipos en los que se prohíbe el uso de WI-FI, he inclusive bajo en agua, donde la tecnología WI-FI no funciona.

Algo que ha dado mucho que decir de esta tecnología es que solo funciona si estamos en línea de vista con el emisor, por ejemplo, aunque esto también hace que sea más difícil de interceptar que el WI-FI, convirtiéndola en una tecnología mucho más segura. "Ha habido un gran despliegue publicitario temprano, y hay

algunas aplicaciones muy buenas", dice Marcos Leeson de la Universidad de Warwick, Reino Unido. "Pero estoy dudoso de que sea una panacea. Esta no es la tecnología sin un punto, pero yo no creo que arrase todo a su paso, tampoco."¹⁰

1.6.2. Funcionamiento de la red LI-FI

LI-Fi es él envió de información usando pulsos de luz visible con los que se transfiere la información.

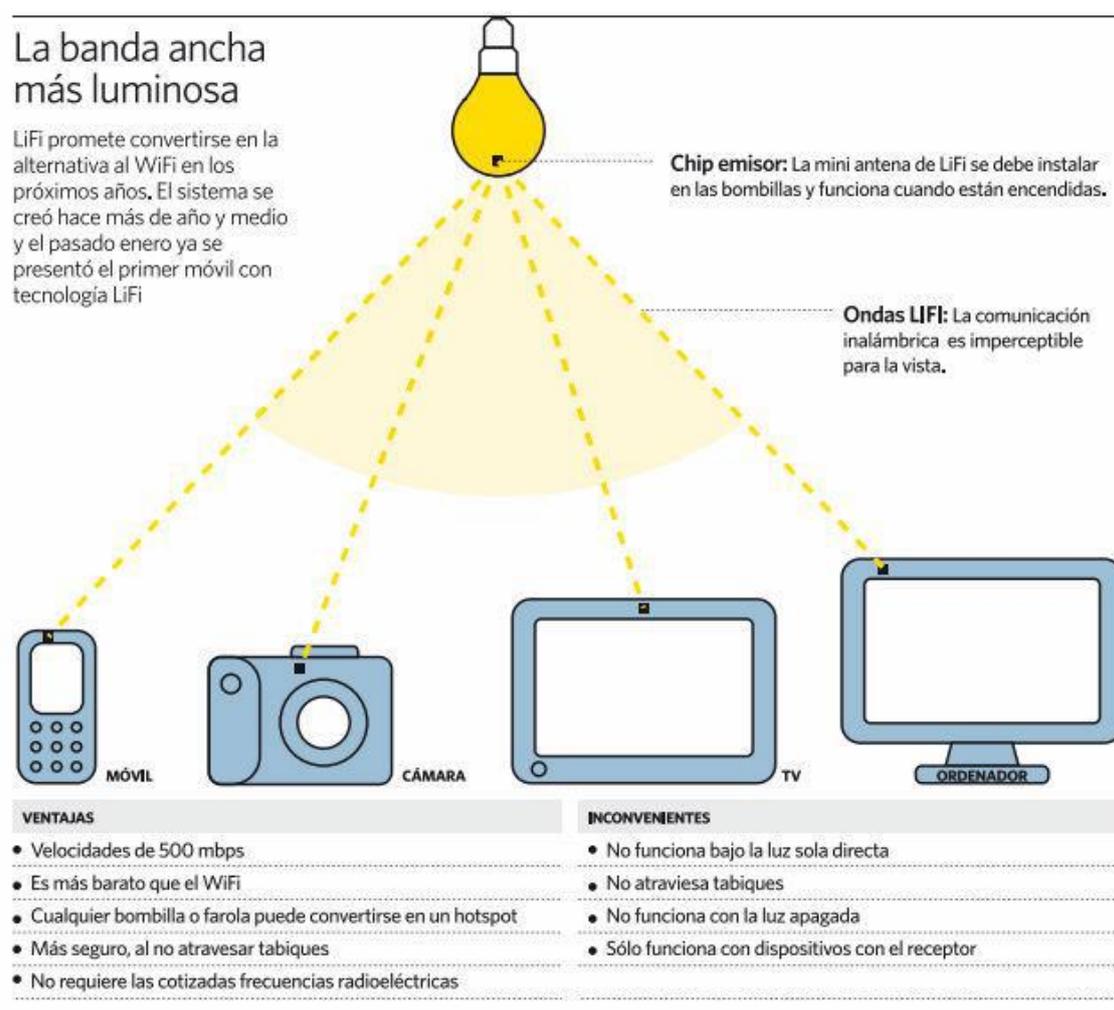


Figura 6. Li-Fi como alternativa de comunicación entre dispositivos.

Tomada de: Taringa, 2014

Para obtener esta tecnología tenemos una bombilla que tiene incorporado un chip emisor o mini antena transmisora (muy similar a la que usan los routers WI-FI) Convirtiéndola en un router luminoso por así llamarlo, la bombilla es capaz

de emitir ondas de luz que serán captadas por los receptores ópticos, ya sean teléfonos móviles, cámaras, televisores, ordenadores u otros electrodomésticos inteligentes.

La infraestructura para LI-FI ya existe, en todas partes tenemos luces. Lo que se debe hacer es colocar un pequeño microchip o antena a cada uno de los dispositivos, es necesario que estos dispositivos sean bombillas led, de esta manera estamos haciendo que estas bombillas sean capaces de transmitir datos de manera inalámbrica, quien se encarga de hacer los micro cortes de energía es el chip o antena que se instala en cada uno de las bombillas.

El fundador de esta tecnología explica como es el funcionamiento: "Cuando se aplica una corriente constante a un [emisores diodo] bombilla LED, un flujo constante de fotones se emiten desde la lámpara que se observa como la luz visible. Si la corriente es variada poco a poco, la intensidad de salida de la luz se atenúa de arriba abajo (varía también). Debido a que las bombillas LED son dispositivos semiconductores, la corriente, y por lo tanto la salida óptica, puede ser modulada a velocidades extremadamente altas que pueden ser detectados por un dispositivo fotodetector y transformarla de nuevo en corriente eléctrica. La modulación de la intensidad es imperceptible para el ojo humano, y por lo tanto la comunicación es tan transparente como RF [tecnología de radiofrecuencia]. Usando esta técnica, la información de alta velocidad se puede transmitir de una bombilla LED a un receptor"(Estuardo et al., 2015).

1.6.3. LI-FI y su aporte con el medio ambiente

LI-FI es una tecnología amigable con el medio ambiente ya que no produce señales de radiofrecuencia que pueden alterar la salud de las personas cercanas.

1.6.3.1. Teléfono móvil

"La tecnología innovadora de protección de RF móvil es una solución según la última investigación biológica (OMS), es una tecnología basada en el concepto sostenibilidad, la cual reduce la radiación de radiofrecuencia que se dirige hacia los usuarios en un factor de 10.000. Proporciona al usuario una experiencia

segura a la RF absoluta, cumple con las exigencias de la última investigación biológica y epidemiológica, proporciona una solución conveniente incluso para los niños pequeños, su diseño aumenta la longevidad del dispositivo móvil y su diseño está abierto para la reducción sustancial de costos para el usuario y es una tecnología adecuada para cualquier dispositivo móvil”.

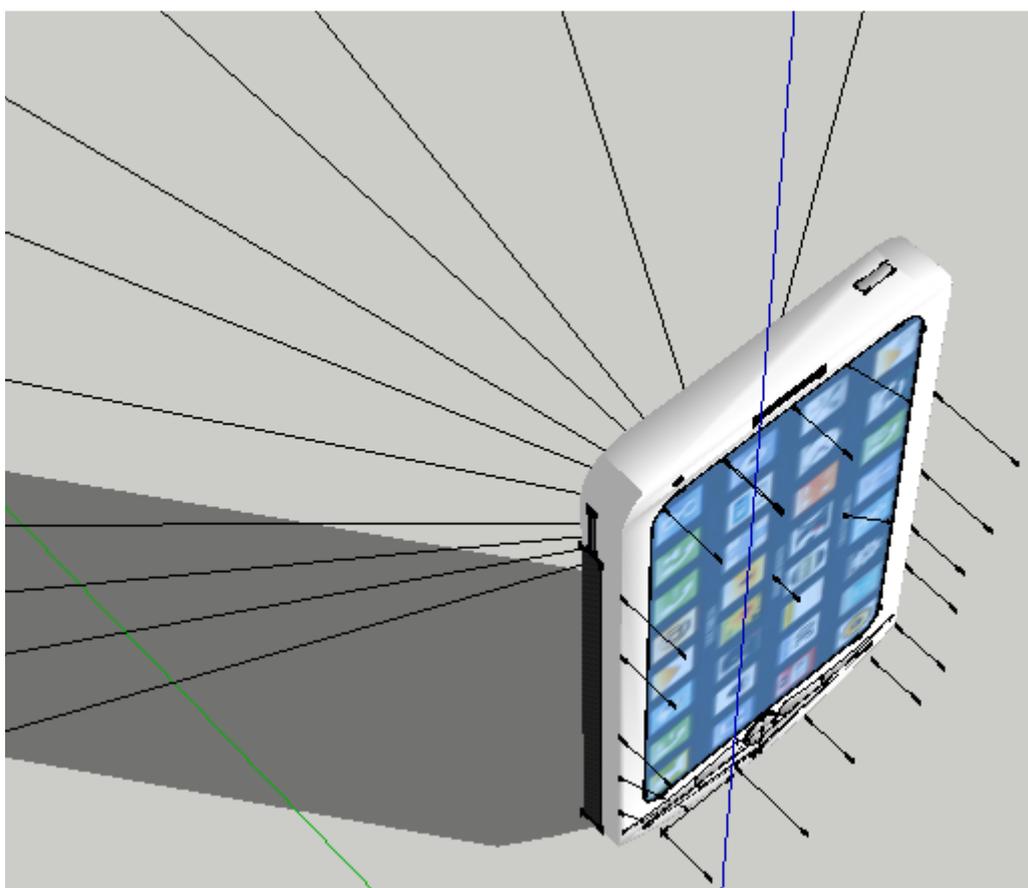


Figura 7. Radiación segura en teléfonos móviles.

Tomada de: Mobile phone with biological safe RF radiation, 2014.

1.6.3.2. Iluminación óptica

Es controlada de manera automática por teléfonos inteligentes, los cuales son capaces de manejar de manera individual la cantidad de luz producida por cada uno de los dispositivos, adaptando así el consumo energético que estos producen haciéndolo automáticamente. Se pueden diseñar interiores con una programación por dispositivo que sea capaz de controlar la luz que emite de acuerdo a la cantidad de iluminación que se encuentra en esa área y en ese determinado momento, de esta manera se maneja de forma automática el ritmo

del día y de la noche y sus transiciones, en las cuales la cantidad de luz aumenta o disminuye (Lificonsortium et al., 2014).



Figura 8. Control de Iluminación óptica.

Tomada de: Lificonsortium, 2014.

1.6.3.3. Hogares inteligentes

Un hogar inteligente es el que permite controlar el consumo de energía y la funciones que los aparatos eléctricos tales como: el aire acondicionado, calefacción, puertas eléctricas, etc. Permite conectarse casi a cualquier equipo eléctrico, con el fin de controlar el suministro de energía e incluso es posible apagarlos o encenderlo dependiendo de las necesidades. La forma más común de realizar este tipo de seguimiento es a través de teléfonos inteligentes o a base de aplicaciones de fácil acceso a través del internet.



Figura 9. Hogares Inteligentes.

Tomada de: Lificonsortium, 2014.

1.7. Comparación entre tecnologías LI-FI y WI-FI

1.7.1. Velocidad

WI-FI normalmente en un router de gama media alcanza velocidades de 300 Mbps, mientras que LI-FI en ciertas mediciones realizadas a logrado alcanzar velocidades de hasta 224Gbps. Sin embargo, los según los que se encuentran

estudiando esta tecnología indican que es aplicable llegar a velocidades de 100Gbps (The Scientific Research Society, 2013).

1.7.2. Densidad de datos

LI-FI es superior a WI-FI ya que la RF se extiende sin control mientras que la luz es fácilmente contenida dentro de una habitación.

1.7.3. Rango.

Se refiere a el área de cobertura, en donde LI-FI se queda corta ya que está limitada a una línea de vista entre emisor (Lámpara LED) receptor óptico.

1.7.4. Tecnología LI-FI

LI-FI ofrece muchos beneficios que WI-FI no es capaz de lograr, pero no es la compendia de WI-FI en su lugar se podría decir que va ser una tecnología complementaria

1.7.5. Capacidad

Son la recursos y cualidades que este medio de comunicación tiene, con el fin de desempeñar determinada tarea en especial la transferencia de la información. Esta tecnología tiene las siguientes características:

- ✓ Ancho de banda
- ✓ Densidad de datos
- ✓ Alta velocidad
- ✓ Planificación

1.7.6. Seguridad

La tecnología Li-Fi gracias a sus capacidades permiten disfrutar de la transmisión de información brindándonos una forma confiable de transmisión.

Por el modo en el que se da la transmisión de datos nos permite asegurar nuestro flujo de red, gracias a que la transmisión se da únicamente bajo la radiación del haz de luz de nuestro foco led, lo que no traspasa paredes y así la limita a nuestro uso.

1.7.7. Eficiencia

Li-Fi frente a otras tecnologías podemos resaltar las siguientes características, permitiéndole brindar una alta capacidad para conseguir fortaleza en su lanzamiento frente a WI-FI.

- ✓ Bajo costo
- ✓ Energía
- ✓ Medio ambiente

1.7.8. Tecnología WI-FI

Es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica. Todos los dispositivos que posean la tecnología WI-FI, pudiendo ser estos: computadora, laptop, consola de videojuegos, celulares claro que se debe indicar que deben ser smartphone como requisito previo posea la tecnología, pueden conectarse a Internet a través de un punto de acceso de red inalámbrica. Este punto de acceso tiene un alcance aproximado de veinte metros en partes interiores y podemos conseguir una mejor distancia en lugares abiertos.

1.7.8.1. Seguridad y fiabilidad

WI-FI enfrenta problemas como la saturación del espectro radioeléctrico, debido a la masificación de usuarios el espectro radioeléctrico se va saturando progresivamente en especial cuando se tienen conexiones de larga distancia (mayores a 100 metros)

WI-FI fue diseñado para interconectar ordenadores a la red en distancias reducidas, al aumentar las distancias se expone a interferencias causadas por otros dispositivos y equipos.

La mayoría de redes inalámbricas que son instaladas hoy en día no cumplen con los estándares básicos de seguridad, convirtiéndolas así en redes completamente vulnerables, si no se protege la información que circula por ellas, existe una alta posibilidad de que terceras personas puedan capturar y acceder a dichos datos. En su mayoría se acostumbra a dejar la configuración por defecto en los routers, la cual es muy insegura, sin mencionar que al ser por defecto es

muy endeble, en cuestión de unos cuantos minutos se puede obtener la clave y tener acceso total para controlar el dispositivo y los dispositivos conectados a este.

1.7.9. Cuadro comparativo de tecnologías LI-FI / WI-FI

Tabla 1.

Comparativa de las tecnologías LI-FI y WI-FI.

Parámetro	LI-FI			WI-FI		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Velocidad			✓			✓
Rango	✓				✓	
Densidad de Datos			✓	✓		
Seguridad			✓		✓	
Confiabilidad		✓			✓	
Eficiencia Energía			✓	✓		
Transmisión / Energía de Recepción			✓		✓	
Impacto Ecológico	✓				✓	
Conectividad dispositivo a dispositivo			✓			✓
Obstáculos de Interferencia			✓	✓		
Lista de materiales			✓		✓	
Madurez del Mercado	✓					✓

1.8. Ventajas y Desventajas de LI-FI

1.8.1. Ventajas

- ✓ Mayor seguridad que las contraseñas en una red WIFI, para ingresar al servicio de internet.

Promete una máxima velocidad al transmitir los datos.

- ✓ Evita problemas de saturación al no transmitir por RF.
- ✓ Ahorro en el consumo de energía con respecto al WI-FI.
- ✓ Se puede utilizar en lugares donde no es permitido las transmisiones por ondas de radiofrecuencia como: Hospitales, aviones y lugares subterráneos.

1.8.2. Desventajas

- ✓ Al transmitir por la luz, no atraviesa las paredes, lo que limitaría la cobertura.
- ✓ Es necesario que el foco este encendido, lo que posiblemente genere un mayor costo de planilla eléctrica.
- ✓ Funcionan en dispositivos que tengan receptores para recibir la transmisión de datos por LI-FI.

2. CAPÍTULO II DISEÑO DE LA RED LI-FI

2.1. Introducción

A lo largo de este capítulo se indicará la forma de cómo se llevó a cabo la creación del modelo del prototipo de la tecnología LI-FI. Además, se detallará las actividades a realizar, como la extracción de información del sitio de estudio, cuadros comparativos de la red actual frente a la red propuesta en el diseño.

2.2. Levantamiento de planos de la Sede.

Se realizó el levantamiento de los planos de la Sede Queri, Bloque 4 en el que pudimos identificar la distribución de las salas de reuniones, laboratorios y aulas de clase; estas nos permitirán detectar el mayor consumo de energía eléctrica de acuerdo a cada piso.

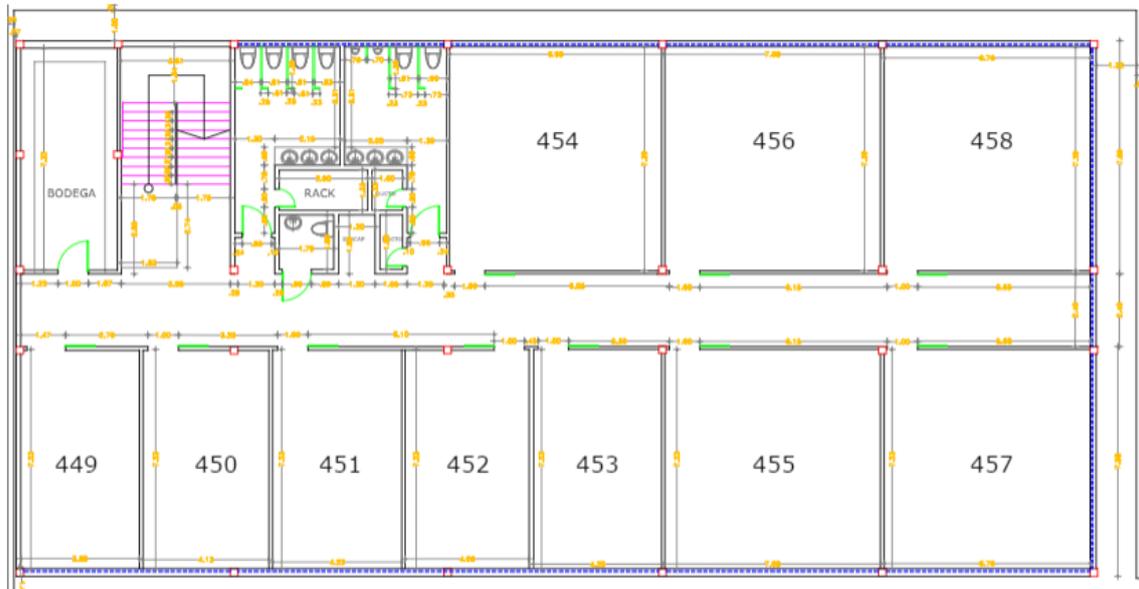


Figura 10. Subsuelo, Sede Queri.

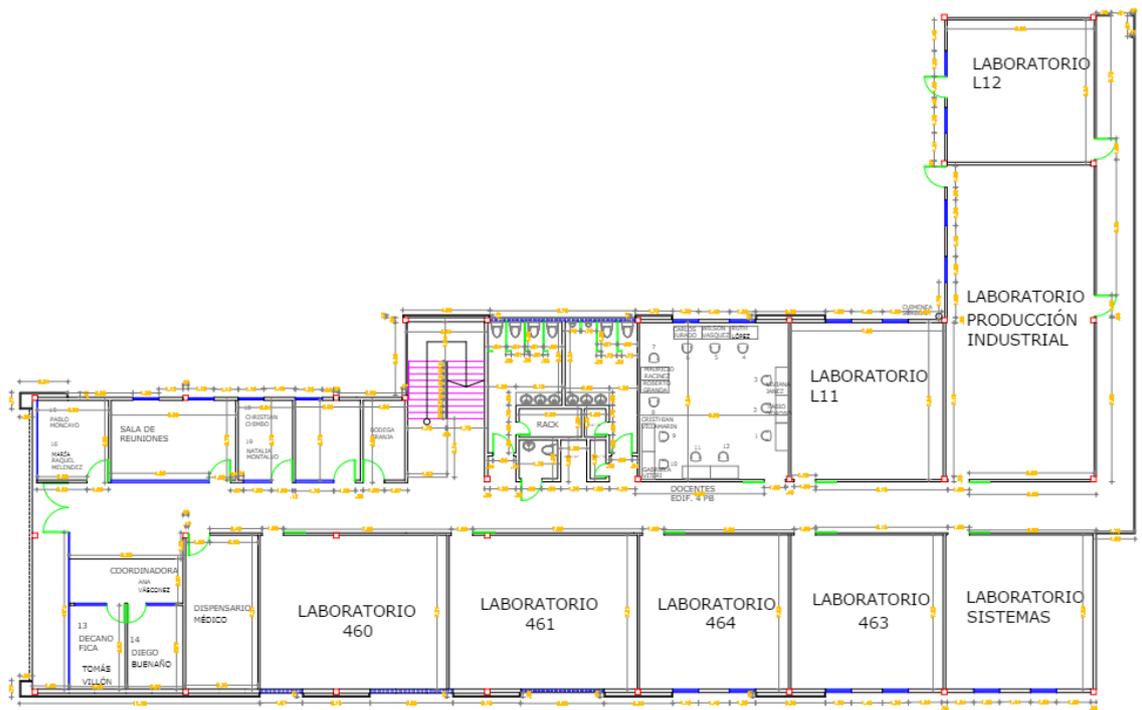


Figura 11. Planta Baja-Sede Queri.



Figura 12. Planta Alta-Sede Queri.

2.2.1. Distribución de luminarias.

Tabla 2.

Distribución de lámparas-Subsuelo.

Subsuelo/Bloque 4/Campus Queri				
Sitio	# de lámparas	# de luminarias por cada lámpara	Total Luminarias A	Total Luminarias B
Pasillo	15	2	30	0
Aula 449	4	2	8	0
Aula 450	4	2	8	0
Aula 451	4	2	8	0
Aula 452	4	2	8	0
Aula 453	4	2	8	0
Aula 454	6	2	12	0
Aula 455	6	2	12	0
Aula 456	6	2	12	0
Aula 457	6	2	12	0
Aula 458	6	2	12	0
Baño Hombres	5	3	0	15

Baño Mujeres	5	3	0	15
Baño Profesores	1	3	0	3
Rack	1	3	0	3
Bodega	3	2	6	0
Escaleras	1	2	2	0
TOTAL	82		138	39

Tabla 3.

Distribución de lámparas-Planta Baja.

Planta Baja/Bloque 4/Campus Queri				
Sitio	# de lámparas	# de luminarias por cada lámpara	Total Luminarias A	Total Luminarias B
Pasillo 1	21	2	42	0
Pasillo 2	6	2	12	0
Coordinador	2	3	0	6
Decanato 1	2	3	0	6
Decanato 2	2	3	0	6
Sala Espera Dispensario Médico	1	2	2	0
Dispensario Médico	2	2	4	0
Laboratorio 460	8	2	16	0
Laboratorio 461	6	2	12	0
UITEC	6	2	12	0
Laboratorio Telecomunicaciones	6	2	12	0
Data Center Experimental	6	2	12	0
Laboratorio L12	6	2	12	0
Laboratorio Producción Industrial	12	2	24	0
Laboratorio de Ecotoxicología	6	2	12	0
Laboratorio Biología Molecular	6	2	12	0
Baño Hombres	5	3	0	15
Baño Mujeres	5	3	0	15
Baño Profesores	1	3	0	3
Rack	1	3	0	3
Bodega	2	3	0	6
Producción Industrial	1	3	0	3
Oficina	1	3	0	3

Sala de Reuniones	4	3	0	12
Oficina	2	3	0	6
TOTAL	121		184	87

Tabla 4.

Distribución de lámparas-Planta Alta.

Planta Alta/Bloque 4/Campus Queri				
Sitio	# de lámparas	# de luminarias por cada lámpara	Total Luminarias A	Total Luminarias B
Pasillo 1	27	3	0	81
Pasillo 2	7	3	0	21
Sala de Profesores	32	3	0	96
Sala	3	2	6	0
Aula 473	6	3	0	18
Aula 474	6	3	0	18
Aula 475	6	3	0	18
Aula 476	6	3	0	18
Aula 477	6	3	0	18
Aula 478	6	3	0	18
Aula 479	6	3	0	18
Aula 480	6	2	12	0
Aula 481	6	2	12	0
Baño Hombres	5	3	0	15
Baño Mujeres	5	3	0	15
Baño Profesores	1	3	0	3
Rack	1	3	0	3
Escaleras	6	3	0	18
Oficina 1	1	3	0	3
Oficina 2	1	3	0	3
Oficina 3	1	3	0	3
Oficina 4	1	3	0	3
Oficina 5	1	3	0	3
Oficina 6	2	3	0	6
TOTAL	149		30	402

2.2.2. Consumo y costo eléctrico de las luminarias

Tabla 5.

Consumo Eléctrico Fluorescentes –Subsuelo.

Subsuelo/Bloque 4/Campus Queri										
Tipo	Watts	KWatts	Uso Hora	Días	Horas mes	KW mes	Costo KW/H	Costo mensual	# de Lamp	Costo Total
Fluore 1	30	0,03	15	24	360	10,8	\$0,08	\$ 0,86	138	\$119,2
Fluore 2	20	0,02	15	24	360	7,2	\$0,08	\$ 0,58	39	\$ 22,4
										\$141,7

Tabla 6.

Consumo Eléctrico Fluorescentes-Planta Baja.

Planta Baja/Bloque 4/Campus Queri										
Tipo	Watts	KWatts	Uso Hora	Días	Horas mes	KW mes	Costo KW/H	Costo mensual	# de Lamp	Costo Total
Fluore 1	30	0,03	15	24	360	10,8	\$0,08	\$ 0,86	184	\$158,9
Fluore 2	20	0,02	15	24	360	7,2	\$0,08	\$ 0,58	87	\$ 50,1
										209,1

Tabla 7.

Consumo Eléctrico Fluorescentes -Planta Alta.

Planta Alta/Bloque 4/Campus Queri										
Tipo	Watts	KWatts	Uso Hora	Días	Horas mes	KW mes	Costo KW/H	Costo mensual	# de Lamp	Costo Total
Fluore 1	30	0,03	15	24	360	10,8	\$0,08	\$ 0,86	30	\$ 25,9
Fluore 2	20	0,02	15	24	360	7,2	\$0,08	\$ 0,58	402	\$231,5
										\$257,4

2.2.3. Acometidas eléctricas.

En las acometidas eléctricas se debe instalar el modulador para la conexión en una vía o se instala un modulador junto a las bombillas LED. Para la transmisión de dos vías se necesita de un receptor óptico que a su vez tiene un emisor que puede ser captado por un receptor ubicado en cada una de las bombillas. De esta manera usando tan solo la acometida eléctrica se puede tener ya sea comunicación unidireccional o bidireccional.

2.3. Comparativa de la tecnología Actual vs. La propuesta.

Las luminarias actualmente instaladas podrían ser fácilmente reemplazadas por luminarias led de 18w que en el mercado ecuatoriano tienen un costo alrededor de \$9 dólares estadounidenses y su vida útil es aproximadamente 50.000 horas. Por la cantidad de lúmenes que una lámpara led emite, no se vería afectada la calidad de luz de las instalaciones.

2.3.1. Número de Luminarias.

A continuación, podemos observar la comparativa de la cantidad de tubos fluorescentes actuales frente al número de lámparas led que se debería usar para el caso propuesto.

Tabla 8.

Comparativa de luminarias.

Piso	Actual (Fluorescentes)	Propuesto (Led)
Subsuelo	177	82
Planta Baja	271	121
Planta Alta	432	149
TOTAL	880	352

El total de lámparas led que se propone para la realización del proyecto es de 352 lámparas las mismas que en el mercado podemos encontrar en un valor

variante de \$100 a \$150 dólares dependiendo de condiciones estéticas y posibles modelos.

Tabla 9.

Costo lámparas Led.

	Total de Lámparas Led	Costo Total
Modelo Propuesto	352	\$52.800,00

Tras el análisis de costo por luminarias podemos llegar al valor total del cambio de fluorescentes por lámparas led de \$52.800,00 dólares estadounidenses para todas las luminarias del bloque, a simple vista se ve un costo elevado, pero debemos considerar la disminución del pago en la planilla eléctrica y el tiempo de vida que la tecnología led ofrece frente a las luminarios y focos comunes, podremos entender que el valor está dentro de lo razonable para la aplicación de esta nueva tecnología.

2.3.2. Consumo eléctrico

A continuación, se detalla el consumo eléctrico con el uso de lámparas led en todo el bloque.

Tabla 10.

Consumo Eléctrico Led –Subsuelo.

Subsuelo Led/Bloque 4/Campus Queri										
Tip o	Watt s	KWat ts	Uso Hor a	Día s	Hora s mes	KW me s	Costo KW/H	Costo mensu al	# de Lam p	Costo Total
Led	18	0,018	15	24	360	6,48	\$ 0,08	\$ 0,52	82	\$ 42,51

Tabla 11.

Consumo Eléctrico Led –Planta Baja.

Planta Baja Led/Bloque 4/Campus Queri										
Tip o	Watt s	KWat ts	Uso Hor a	Día s	Hora s mes	KW me s	Costo KW/H	Costo mensu al	# de Lam p	Costo Total
Led	18	0,018	15	24	360	6,48	\$ 0,08	\$ 0,52	121	\$ 62,73

Tabla 12.

Consumo Eléctrico Led –Planta Alta.

Planta Alta Led/Bloque 4/Campus Queri										
Tip o	Watt s	KWat ts	Uso Hor a	Día s	Hora s mes	KW me s	Costo KW/H	Costo mensua l	# de Lam p	Costo Total
Led	18	0,018	15	24	360	6,48	\$ 0,08	\$ 0,52	149	\$ 77,24

El costo del consumo eléctrico mensual de las lámparas fluorescentes actualmente instaladas en el bloque es de aproximadamente \$608.26 mientras que el costo del consumo eléctrico de las lámparas led sería aproximadamente de \$182.48 generándonos un ahorro mensual de \$425.78 dólares.

2.4. Topología LI-FI

La topología es simple, se debe tener instalado las lámparas led, y en la acometida eléctrica colocar el codificador que se encarga de transformar la señal de internet en pequeños cortes de energía, lo que produce parpadeos en las lámparas, el fotodetector capta estos parpadeos que son los datos que se están transmitiendo. La frecuencia de estos parpadeos es tal que el ojo humano no la puede percibir a diferencia del fotodetector que si capta estas variaciones.

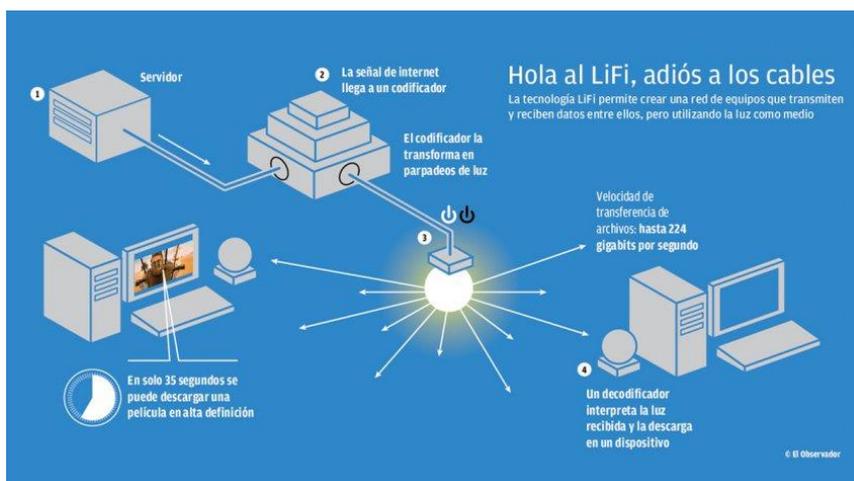


Figura 13. Topología LI-FI.

Tomado de: Orfila, 2016.

2.4.1. Funcionamiento del Circuito

Desde un computador a través de un terminal virtual (XCTU para el caso) se envía a un PL2303 el que se encarga de transformar los datos recibidos en pulsos de luz que son emitidos por un diodo led, el receptor de estos pulsos es un fotodiodo el cual recibe la señal convirtiéndola nuevamente en pulsos eléctricos que son recibidos por el PL2303 que se encuentra en la etapa de recepción, enviándolos a un computador que recibe las señales y la muestra en el terminal virtual.

Para implementar la tecnología es necesario que cada computador cuente con un receptor óptico que además de ser un receptor cuenta con otros componentes para que pueda realizarse una transmisión de datos de dos vías aún es prematuro dar valores acertados ya que no se han lanzado al mercado en su totalidad. la empresa mexicana sisoft se encuentra produciendo estos dispositivos, pero aún no ha dado datos reales de sus costos, ha distribuido parte de sus productos a través de la empresa ledcom. Pero, no se han podido encontrar datos oficiales de sus costos definitivos.

A continuación, se detalla la totalidad de las computadoras en el bloque, se debería tomar en cuenta que adicional a estas hay aulas en las que los estudiantes tienen sus propios dispositivos ya sean estos celulares o computadores portátiles los que también

Tabla 13.

Totalizado de equipos para receptores.

Piso	Numero de computadores
Planta Alta	56
Planta Baja	145
Subsuelo	10
Total	211

Para poder cubrir con la tecnología en el Bloque se debería considerar un mínimo de 211 receptores para los equipos fijos de cada laboratorio, sin embargo, hay

que considerar que los dispositivos móviles, laptops y otros deberán poseer su propio receptor para el correcto funcionamiento de la tecnología.

2.4.2. Descripción de los elementos

Los elementos que se utilizaron en la creación de este prototipo son de fácil adquisición en el mercado, elementos muy conocidos y que su costo no es elevado, a continuación, realizamos una lista detallada de todos los elementos utilizados

Tabla 14.

Descripción de elementos.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO
1 Cargador	Alimentación eléctrica del circuito
1 Fotodiodo	Receptor
3 resistencias 330 Ω	Protección emisor y receptor y diodo led
2 PL2303	Conexión de los computadores puerto serial
1 Transistor 2N 2222a	Parte del circuito
1 Diodo led	Emisor

El datasheet de cada elemento utilizado se puede revisar en los Anexos.

3. CAPÍTULO III PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Introducción

Tras haber evaluado la tecnología en los capítulos anteriores, teniendo la información necesaria para poder realizar la demostración del funcionamiento de la tecnología, presentaremos los resultados conseguidos basándonos en la metodología Top Down de CISCO la cual nos permitirá obtener unos entregables ordenados y claros.

3.2. Diseño Lógico

3.2.2. Prototipo LI-FI

Tenemos un circuito sencillo con componentes fáciles de encontrar en el mercado, esto con la finalidad de demostrar el funcionamiento de la tecnología, hay que tener presente que cuando las lámparas LED con LI-FI estén disponibles en el mercado el uso de la tecnología implicará menos componentes para que nuestro ambiente de transferencia de datos mediante el haz de luz quede implementado.

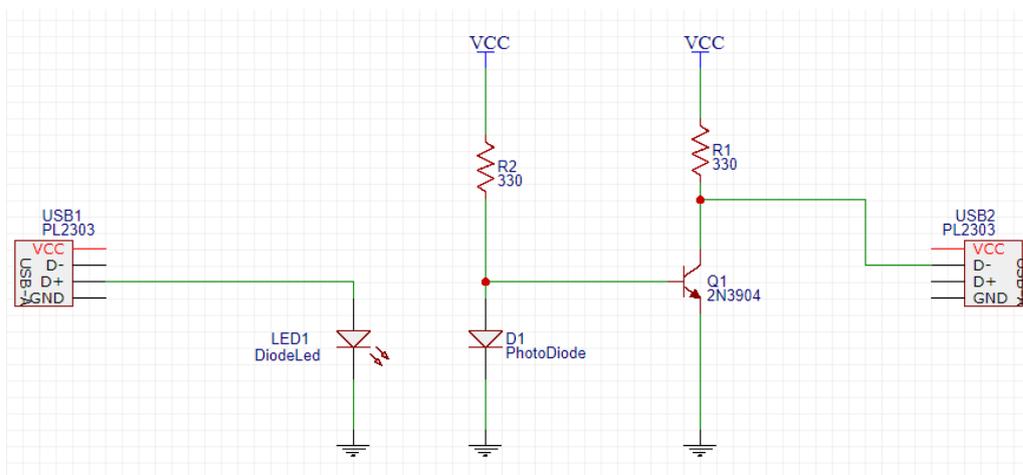


Figura 16. Placa del Circuito.

3.1. Pruebas y Documentación

Usando los PL2303 para realizar una conexión serial, se envía información entre 2 computadores mediante un terminal virtual (X-CTU), el texto es codificado en pulsos de luz emitidos por el diodo led, la información es recibida de forma sin errores.

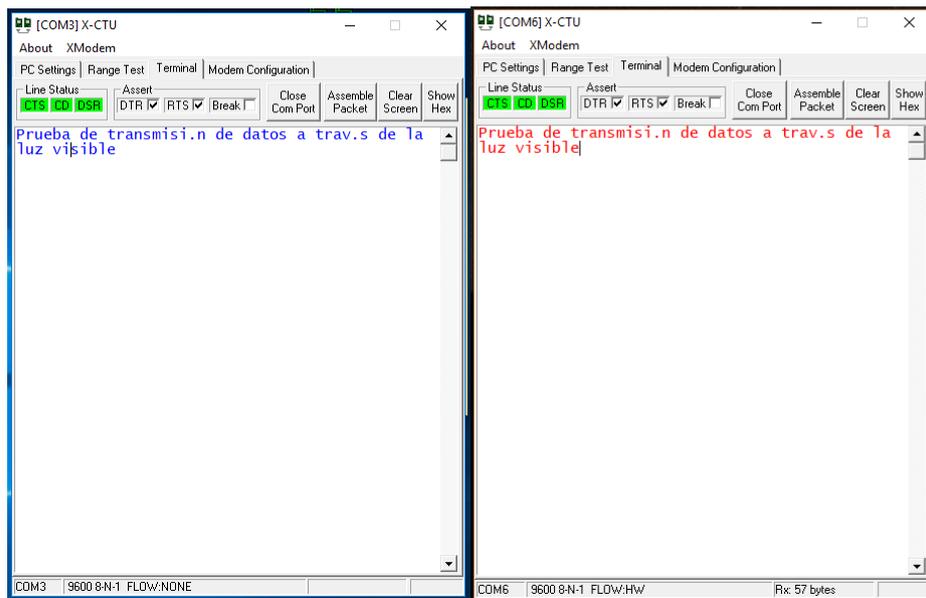


Figura 17. Pruebas de transmisión de datos.



Figura 18. Transmisor y receptor de Luz.

3.2. Análisis económico del proyecto

Para la elaboración de este proyecto se realizaron varias inversiones que se detallan en la siguiente tabla,

Tabla 15.

Total del proyecto.

Costo total para instalar LI-FI	Costo Lámpara Led	Costo TX/RX óptico
Planta Alta	\$12.300,00	\$500,00
Planta Baja	\$18.150,00	\$6.050,00
Subsuelo	\$22.350,00	\$2.600,00
TOTAL	\$52.800,00	\$9.150,00

Total, del proyecto	\$61.950,00
----------------------------	--------------------

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

En el Campus Queri, Bloque 4 donde se ha realizado el estudio para el desarrollo de este proyecto, esta tecnología nos permitirá complementar la red inalámbrica existente con el fin de poder brindar un mejor servicio y conexión a toda la comunidad estudiantil con el mayor ahorro energético.

LI-FI tiene una infinidad de aplicaciones que al momento se encuentran en proceso de desarrollo. Con los resultados que hemos obtenido en la investigación podemos concluir que es una tecnología es muy prometedora, ya que definitivamente no es perjudicial para la salud humana y amigable con el medio ambiente

Se debe considerar que los diodos led consumen menos energía que una lámpara tradicional, por lo que se va a tener un ahorro significativo, Además, la vida útil de un diodo led es mayor que la de una lámpara o foco.

LI-FI no es la competencia de WI-FI, esta no es una tecnología que pretende reemplazarla, es su lugar nace como un complemento para sobrellevar ciertas desventajas que WI-Fi posee actualmente. Además, LI-Fi definitivamente será más económica de implementar, pero aún tiene muchas deficiencias como para ser capaz de reemplazar a WI-FI en su totalidad, lo ideal es que funcionen a la par, con esto aprovecharemos solo las ventajas que la una tecnología posee sobre la otra tecnología.

La aplicación de estos dispositivos puede utilizarse en el ámbito industrial, residencial, educativo. La comunicación por medio de la luz no es contaminante por no usar señales de radiofrecuencia. Se puede decir que es una tecnología limpia.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda que este prototipo se lo implemente cuando los dispositivos receptores y transmisores estén disponibles en el país con la finalidad de que no encarezca el costo del proyecto.

Se recomienda realizar más investigaciones sobre el desarrollo e implementación de la tecnología LIFI en la Universidad para ser utilizado en sus diferentes aulas, oficinas y así contribuir con el desarrollo de la tecnología en el campus.

Para cumplir con el cambio de luminarias en la Sede se recomienda el reemplazo total de los focos que contienen mercurio ya que al romperse este dispositivo electrónico puedan causar daños a la salud, por focos con tecnología led ya que no contiene este componente químico y por medio de este tipo de foco se puede adaptar la tecnología LI-FI, y así poder disminuir el gasto que producen las luminarias fluorescentes.

REFERENCIAS

- Aravena, E. (2013). Un análisis a LiFi y otras tecnologías. Recuperado el 10 de mayo de 2017 de <http://omicrono.elespanol.com/2017/03/lifi-sustituto-wifi/>.
- Estuardo, P. P. (2015). Análisis de la tecnología Li-Fi: comunicaciones por luz visible como punto de acceso a Internet, una alternativa a la transmisión de datos en las comunicaciones inalámbricas. Recuperado el 26 de mayo de 2017 de <http://xurl.es/l8jvs>.
- ExtremeTech. (2013). Micro-LED LiFi: *Where every light source in the world is also TV, and provides gigabit internet access*. Recuperado el 30 de mayo de 2017 de <http://www.extremetech.com/extreme/147339-micro-led-lifi-where-every-light-source-in-the-world-is-also-tv-and-provides-gigabit-internet-access>
- Fonseca Díaz, D. G. (2017). Análisis de la importación de focos LIFI y su demanda nacional, para la incorporación de la nueva tecnología LIFI en la ciudad de Quito. Recuperado el 01 de junio de 2017 de http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s13/project/reports/Desafios_de_las_nuevas_tecnologias.pdf.
- Franco, W. S. (2016). Aplicación de la nueva herramienta de comunicación de datos de forma inalámbrica “lifi una posible alternativa del wifi” en las instituciones educativas. Recuperado el 01 de junio de 2017 de <http://www.eumed.net/rev/atlante/2016/10/lifi.html>.
- HAAS, H. (2011). *Wireless data from every light bulb*, TED Global, Edinburgh,. Recuperado el 05 de Junio de 2017 de http://www.ted.com/talks/harald_haas_wireless_data_from_every_light_bulb?language=en.
- Lificonsortium. (2014). *Optical Lighting control*. Recuperado el 25 de junio de 2017 de <http://www.lificonsortium.org/lighting.html>.

Lificonsortium, (2014). Recuperado el 30 de junio de 2017 de <http://www.lificonsortium.org/phoneshield.html>.

Tecnología 3°ESO, (2014). El espectro Radioelectrico. Recuperado el 02 de julio de 2017 de <https://sites.google.com/site/tecnologia3oeso/el-espacio-radioelectrico>.

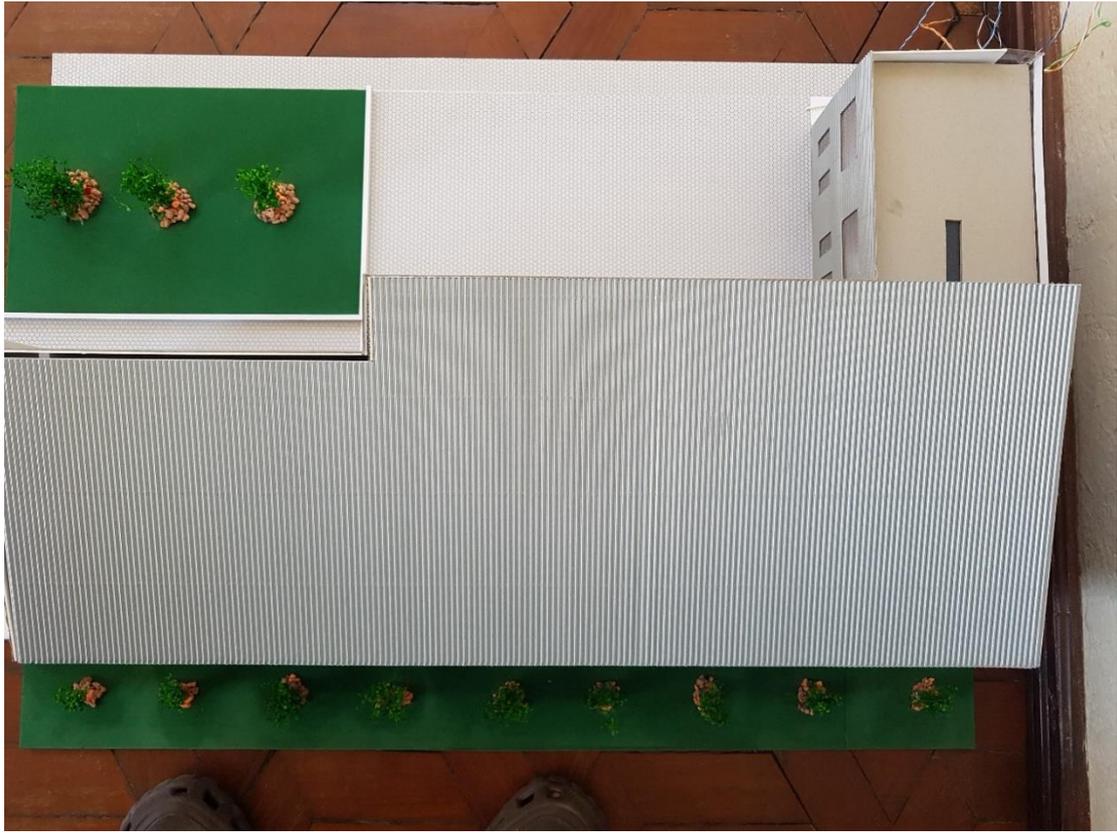
The Scientific Research Society. (2013). *Visible-light communication: Tripping the light fantastic: A fast and cheap optical*. Recuperado el 05 de julio de 2017 de <http://www.americanscientist.org/science/pub/visible-light-communication-tripping-the-light-fantastic>.

ANEXOS

ANEXO 1.

MAQUETA DEL BLOQUE 4 DE LA SEDE QUERI





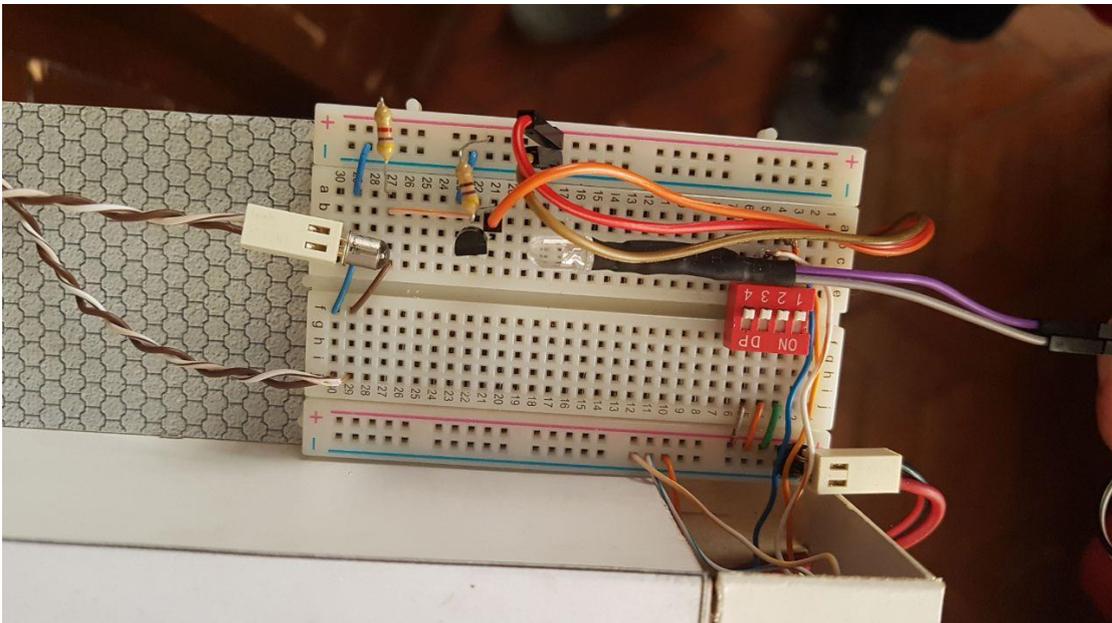
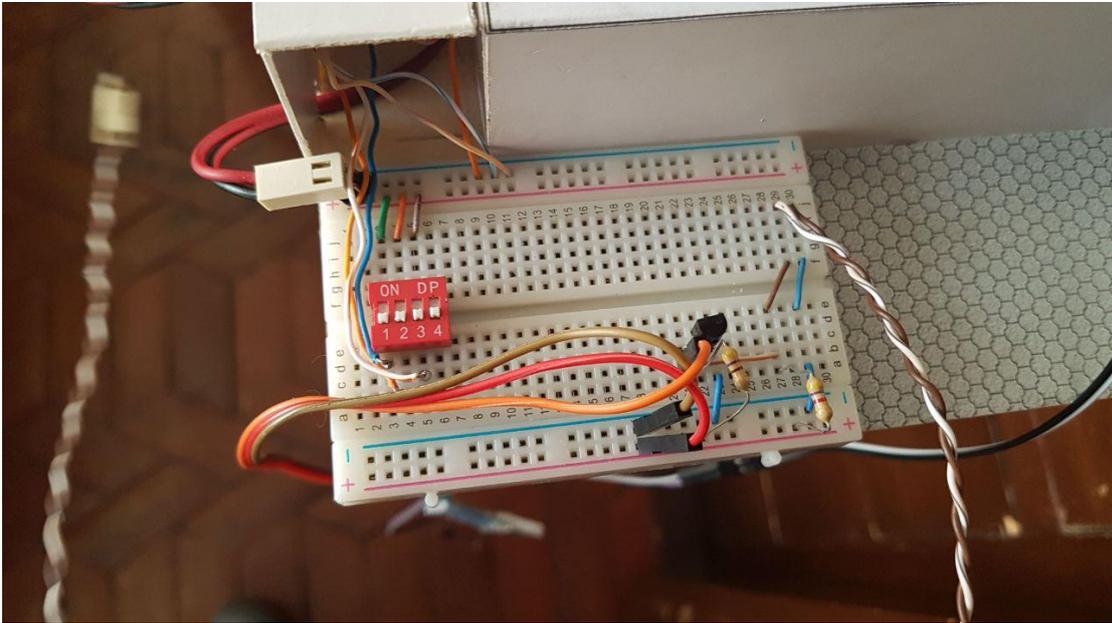






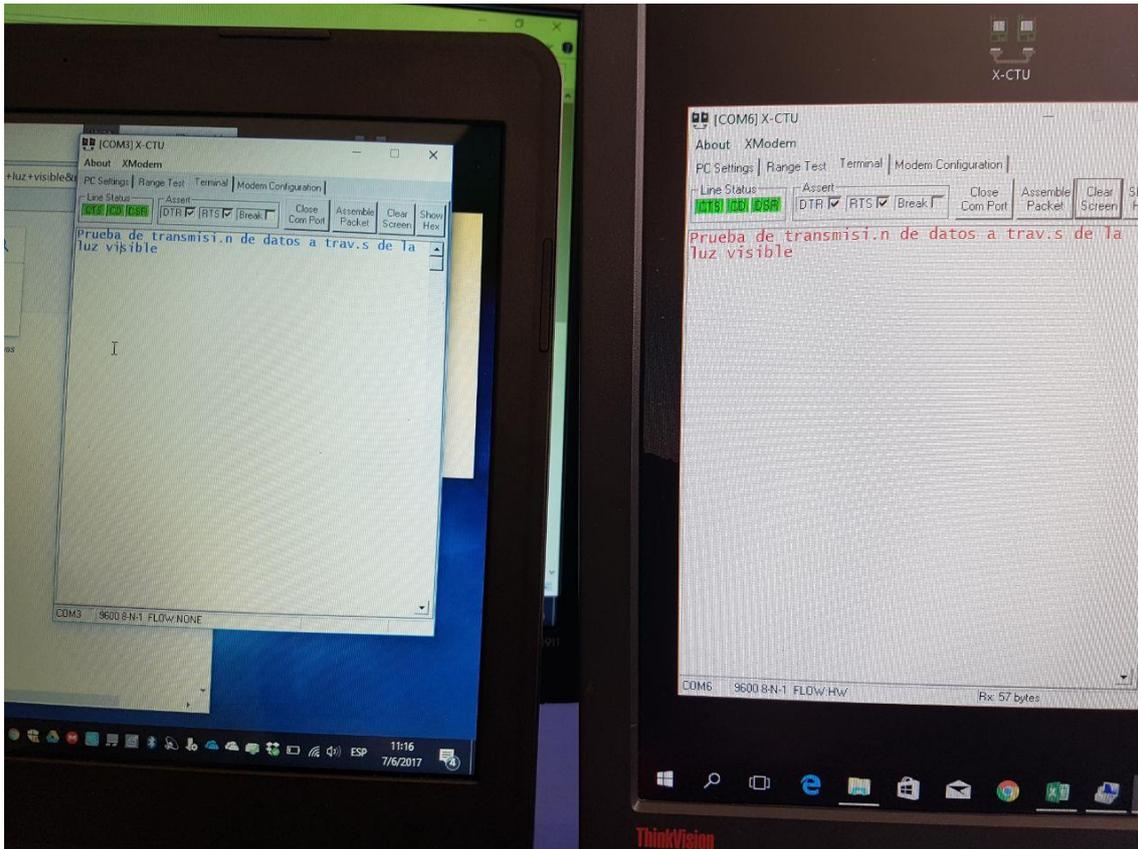
ANEXO 2.

DISEÑO DEL CIRCUITO



ANEXO 3.

COMPROBACIÓN DEL PASO DE INFORMACIÓN



ANEXO 4.

DETALLE DE COSTOS.

Subsuelo/Bloque 4/Campus Queri				
Sitio	# de lámparas	# de computadores	Costo Lámpara led LI-FI(\$150 C/U)	Costo Receptor/ Emisor Óptico (\$50 C/U)
Pasillo	15	0	\$2.250,00	\$-
Aula 449	4	1	\$600,00	\$50,00
Aula 450	4	1	\$600,00	\$50,00
Aula 451	4	1	\$600,00	\$50,00
Aula 452	4	1	\$600,00	\$50,00
Aula 453	4	1	\$600,00	\$50,00
Aula 454	6	1	\$900,00	\$50,00
Aula 455	6	1	\$900,00	\$50,00
Aula 456	6	1	\$900,00	\$50,00
Aula 457	6	1	\$900,00	\$50,00
Aula 458	6	1	\$900,00	\$50,00
Baño Hombres	5	0	\$750,00	\$-
Baño Mujeres	6	0	\$900,00	\$-
Baño Profesores	1	0	\$150,00	\$-
Rack	1	0	\$150,00	\$-
Bodega	3	0	\$450,00	\$-
Escaleras	1	0	\$150,00	\$-
TOTAL	82	10	\$12.300,00	\$500,00

Planta Baja/Bloque 4/Campus Queri

Sitio	# de lámparas	# de computadores	Costo Lámpara led LI-FI(\$150 C/U)	Costo Receptor/ Emisor Óptico (\$50 C/U)
Pasillo 1	21	0	\$3.150,00	\$1.050,00
Pasillo 2	6	0	\$900,00	\$300,00
Coordinador	2	1	\$300,00	\$100,00
Decanato 1	2	1	\$300,00	\$100,00
Decanato 2	2	1	\$300,00	\$100,00
Sala Espera Dispensario Medico	1	0	\$150,00	\$50,00
Dispensario Medico	2	1	\$300,00	\$100,00
Laboratorio 460	8	25	\$1.200,00	\$400,00
Laboratorio 461	6	25	\$900,00	\$300,00
UI TEC	6	3	\$900,00	\$300,00
Laboratorio Telecomunicaciones	6	21	\$900,00	\$300,00
Data Center Experimental	6	22	\$900,00	\$300,00
Laboratorio L12	6	4	\$900,00	\$300,00
Laboratorio Producción Industrial	12	1	\$1.800,00	\$600,00
Laboratorio de Ecotoxilogia	6	1	\$900,00	\$300,00
Laboratorio Biología Molecular	6	15	\$900,00	\$300,00
Baño Hombres	5	0	\$750,00	\$250,00
Baño Mujeres	6	0	\$900,00	\$300,00
Baño Profesores	1	0	\$150,00	\$50,00
Rack	1	0	\$150,00	\$50,00
Bodega	2	0	\$300,00	\$100,00
Producción Industrial	1	1	\$150,00	\$50,00
Oficina	1	2	\$150,00	\$50,00
Sala de Reuniones	4	0	\$600,00	\$200,00
Oficina	2	21	\$300,00	\$100,00
TOTAL	121	145	\$18.150,00	\$6.050,00

Planta Alta/Bloque 4/Campus Queri				
Sitio	# de lámparas	# de computadores	Costo Lámpara led LI-FI(\$150 C/U)	Costo Receptor/ Emisor Óptico (\$50 C/U)
Pasillo 1	27	0	\$4.050,00	\$-
Pasillo 2	7	0	\$1.050,00	\$-
Sala de Profesores	32	28	\$4.800,00	\$1.400,00
Sala	3	3	\$450,00	\$150,00
Aula 473	6	1	\$900,00	\$50,00
Aula 474	6	1	\$900,00	\$50,00
Aula 475	6	1	\$900,00	\$50,00
Aula 476	6	1	\$900,00	\$50,00
Aula 477	6	1	\$900,00	\$50,00
Aula 478	6	1	\$900,00	\$50,00
Aula 479	6	1	\$900,00	\$50,00
Aula 480	6	1	\$900,00	\$50,00
Aula 481	6	1	\$900,00	\$50,00
Baño Hombres	5	0	\$750,00	\$-
Baño Mujeres	6	0	\$900,00	\$-
Baño Profesores	1	0	\$150,00	\$-
Rack	1	0	\$150,00	\$-
Escaleras	6	0	\$900,00	\$-
Oficina 1	1	2	\$150,00	\$100,00
Oficina 2	1	2	\$150,00	\$100,00
Oficina 3	1	2	\$150,00	\$100,00
Oficina 4	1	2	\$150,00	\$100,00
Oficina 5	1	2	\$150,00	\$100,00
Oficina 6	2	2	\$300,00	\$100,00
TOTAL	149	52	\$22.350,00	\$2.600,00

Costo total para instalar LI-FI	Costo Lámpara Led	Costo TX/RX óptico
Planta Alta	\$12.300,00	\$500,00
Planta Baja	\$18.150,00	\$6.050,00
Subsuelo	\$22.350,00	\$2.600,00
Total	\$52.800,00	\$9.150,00

ANEXO 5.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL 2N2222

DISCRETE SEMICONDUCTORS

DATA SHEET



2N2222; 2N2222A **NPN switching transistors**

Product specification
Supersedes data of September 1994
File under Discrete Semiconductors, SC04

1997 May 29

Philips
Semiconductors



PHILIPS

NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

FEATURES

- High current (max. 800 mA)
- Low voltage (max. 40 V).

APPLICATIONS

- Linear amplification and switching.

DESCRIPTION

NPN switching transistor in a TO-18 metal package.
PNP complement: 2N2907A.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector, connected to case

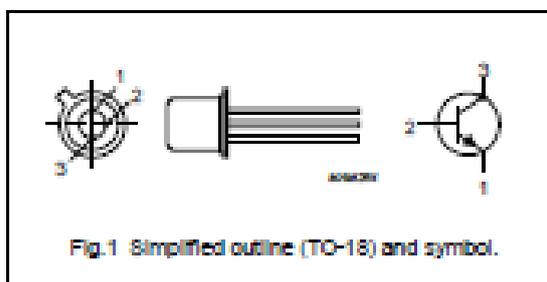


Fig.1 Simplified outline (TO-18) and symbol.

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	–	60	V
	2N2222		–	75	V
	2N2222A				
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	–	30	V
	2N2222		–	40	V
	2N2222A				
I_C	collector current (DC)		–	800	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} < 25\text{ }^\circ\text{C}$	–	500	mW
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}$	75	–	
f_T	transition frequency	$I_C = 20\text{ mA}; V_{CE} = 20\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$			
	2N2222		250	–	MHz
	2N2222A		300	–	MHz
t_{off}	turn-off time	$I_{on} = 150\text{ mA}; I_{off} = 15\text{ mA}; I_{load} = -15\text{ mA}$	–	250	ns

NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CB0}	collector-base voltage 2N2222 2N2222A	open emitter	–	60	V
			–	75	V
V_{CE0}	collector-emitter voltage 2N2222 2N2222A	open base	–	30	V
			–	40	V
V_{EB0}	emitter-base voltage 2N2222 2N2222A	open collector	–	5	V
			–	6	V
I_C	collector current (DC)		–	800	mA
I_{CM}	peak collector current		–	800	mA
I_{BM}	peak base current		–	200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^\circ\text{C}$	–	500	mW
		$T_{case} \leq 25\text{ }^\circ\text{C}$	–	1.2	W
T_{stg}	storage temperature		–65	+150	$^\circ\text{C}$
T_J	junction temperature		–	200	$^\circ\text{C}$
T_{amb}	operating ambient temperature		–65	+150	$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th(j-a)}$	thermal resistance from junction to ambient	in free air	350	K/W
$R_{th(j-c)}$	thermal resistance from junction to case		146	K/W

NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

CHARACTERISTICS

 $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
I_{COO}	collector cut-off current 2N2222	$I_B = 0; V_{CE} = 50\text{ V}$	–	10	nA
		$I_B = 0; V_{CE} = 50\text{ V}; T_{AMB} = 150\text{ }^\circ\text{C}$	–	10	μA
I_{COO}	collector cut-off current 2N2222A	$I_B = 0; V_{CE} = 50\text{ V}$	–	10	nA
		$I_B = 0; V_{CE} = 50\text{ V}; T_{AMB} = 150\text{ }^\circ\text{C}$	–	10	μA
I_{EOO}	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{BE} = 3\text{ V}$	–	10	nA
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 0.1\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}$	35	–	
		$I_C = 1\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}$	50	–	
		$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}$	75	–	
		$I_C = 150\text{ mA}; V_{CE} = 1\text{ V};$ note 1	50	–	
		$I_C = 150\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V};$ note 1	100	300	
h_{FE}	DC current gain 2N2222A	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}; T_{AMB} = -55\text{ }^\circ\text{C}$	35	–	
h_{FE}	DC current gain 2N2222 2N2222A	$I_C = 500\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V};$ note 1	30	–	
			40	–	
$V_{CE(sat)}$	collector-emitter saturation voltage 2N2222	$I_C = 150\text{ mA}; I_B = 15\text{ mA};$ note 1	–	400	mV
		$I_C = 500\text{ mA}; I_B = 50\text{ mA};$ note 1	–	1.6	V
$V_{CE(sat)}$	collector-emitter saturation voltage 2N2222A	$I_C = 150\text{ mA}; I_B = 15\text{ mA};$ note 1	–	300	mV
		$I_C = 500\text{ mA}; I_B = 50\text{ mA};$ note 1	–	1	V
$V_{BE(sat)}$	base-emitter saturation voltage 2N2222	$I_C = 150\text{ mA}; I_B = 15\text{ mA};$ note 1	–	1.3	V
		$I_C = 500\text{ mA}; I_B = 50\text{ mA};$ note 1	–	2.6	V
$V_{BE(sat)}$	base-emitter saturation voltage 2N2222A	$I_C = 150\text{ mA}; I_B = 15\text{ mA};$ note 1	0.6	1.2	V
		$I_C = 500\text{ mA}; I_B = 50\text{ mA};$ note 1	–	2	V
C_C	collector capacitance	$I_C = I_B = 0; V_{CE} = 10\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	8	pF
C_E	emitter capacitance 2N2222A	$I_C = I_B = 0; V_{CE} = 500\text{ mV}; f = 1\text{ MHz}$	–	25	pF
f_T	transition frequency 2N2222 2N2222A	$I_C = 20\text{ mA}; V_{CE} = 20\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	250	–	MHz
			300	–	MHz
F	noise figure 2N2222A	$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}; R_B = 2\text{ k}\Omega;$ $f = 1\text{ kHz}; B = 200\text{ Hz}$	–	4	dB

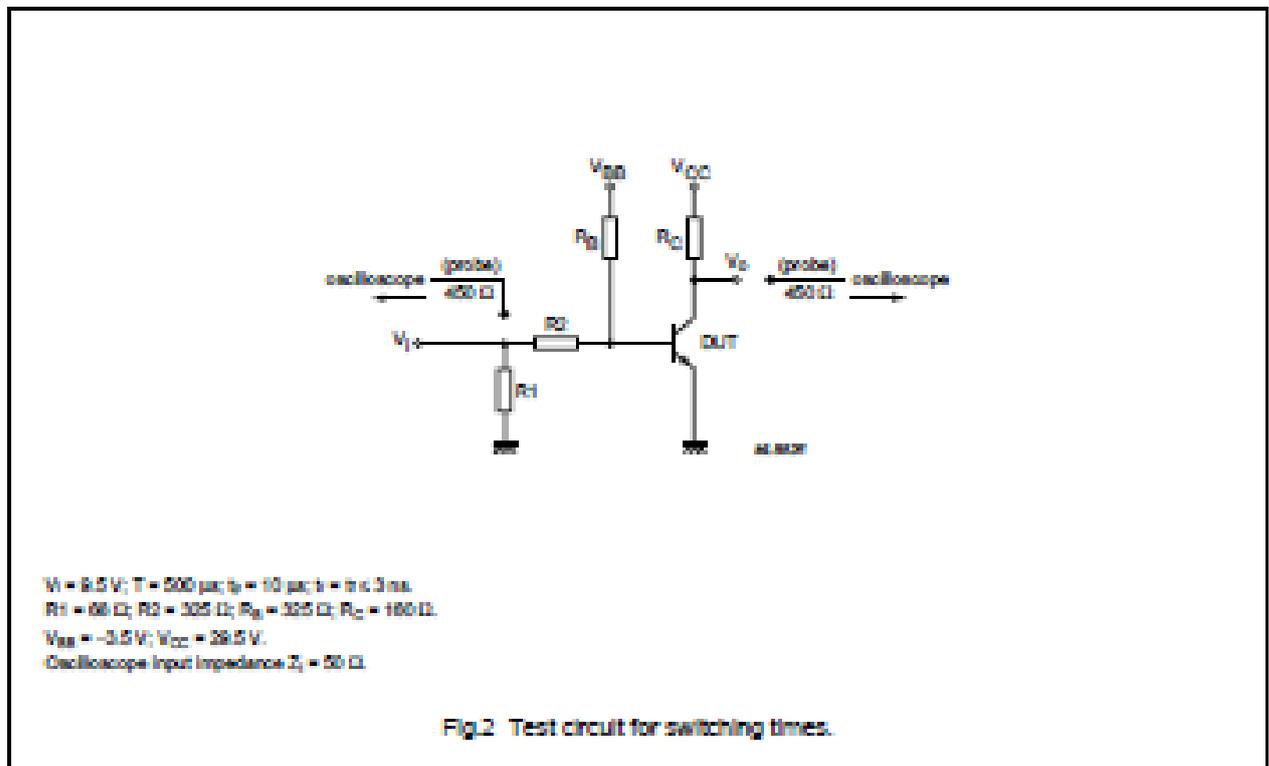
NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
Switching times (between 10% and 90% levels); see Fig.2					
t_{on}	turn-on time	$I_{\text{CEN}} = 150 \text{ mA}$; $I_{\text{CEN}} = 15 \text{ mA}$; $I_{\text{CEX}} = -15 \text{ mA}$	–	35	ns
t_d	delay time		–	10	ns
t_r	rise time		–	25	ns
t_{off}	turn-off time		–	250	ns
t_s	storage time		–	200	ns
t_f	fall time		–	60	ns

Note

1. Pulse test: $t_p \leq 300 \mu\text{s}$; $\delta \leq 0.02$.



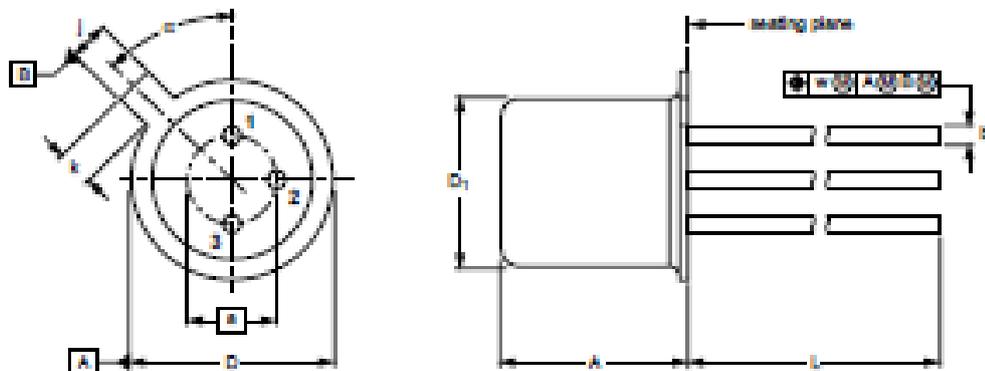
NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

PACKAGE OUTLINE

Metal-can cylindrical single-ended package; 3 leads

SOT18/13



DIMENSIONS (millimetre dimensions are derived from the original inch dimensions)

UNIT	A	a	b	D	D ₁	J	k	L	w	α
mm	5.31 4.74	2.54	0.47 0.41	5.45 5.30	4.70 4.55	1.03 0.94	1.1 0.9	15.0 13.7	0.40	45°

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT18/13	B1-UC7 type 3	TO-18				97-04-13

NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

DEFINITIONS

Data sheet status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application Information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

Philips Semiconductors – a worldwide company

Argentina: see South America

Australia: 34 Waterloo Road, NORTH RYDE, NSW 2113,
Tel. +61 2 9605 4425, Fax. +61 2 9605 4466

Austria: Compstern 8, A-1101 WIEN, P.O. Box 213,
Tel. +43 1 80 101, Fax. +43 1 80 101 1210

Belarus: Hotel Minsk Business Center, Bld. 3, r. 1211, Volodarski Str. 8,
220050 MINSK, Tel. +375 172 200 733, Fax. +375 172 200 773

Belgium: see The Netherlands

Brazil: see South America

Bulgaria: Philips Bulgaria Ltd., Energoimport, 15th floor,
St. James Bourchier Blvd., 1407 SOFIA,
Tel. +359 2 689 211, Fax. +359 2 689 102

Canada: PHILIPS SEMICONDUCTORS COMPONENTS,
Tel. +1 800 234 7361

China/Hong Kong: 501 Hong Kong Industrial Technology Centre,
72 Tat Chee Avenue, Kowloon Tong, HONG KONG,
Tel. +852 2319 7668, Fax. +852 2319 7700

Colombia: see South America

Czech Republic: see Austria

Denmark: Prags Boulevard 80, PB 1919, DK-2300 COPENHAGEN S,
Tel. +45 32 88 2826, Fax. +45 31 57 0444

Finland: Sirkkälentie 3, FIN-02830 ESPOO,
Tel. +359 9 015500, Fax. +359 9 0155020

France: 4 Rue du Port-au-Vin, BP317, 92158 GURESNES Cedex,
Tel. +33 1 40 99 6191, Fax. +33 1 40 99 6427

Germany: Hammerbrookstraße 89, D-20097 HAMBURG,
Tel. +49 40 23 53 80, Fax. +49 40 23 536 300

Greece: No. 15, 25th March Street, GR 17776 TAUROGIA THESSES,
Tel. +30 1 4894 359236, Fax. +30 1 4814 240

Hungary: see Austria

India: Philips India Ltd., Shivsagar Estate, A Block, Dr. Annie Besant Rd.
Ward, MUMBAI 400 010, Tel. +91 22 4920 541, Fax. +91 22 4930 722

Indonesia: see Singapore

Ireland: Newstead, Donkneagh, DUBLIN 14,
Tel. +353 1 7940 000, Fax. +353 1 7940 200

Israel: RAPAC Electronics, 7 Kefitot Sakonki St., PO Box 18053,
TEL AVIV 61180, Tel. +972 3 645 0444, Fax. +972 3 646 1007

Italy: PHILIPS SEMICONDUCTORS, Piazza IV Novembre 3,
20124 MILANO, Tel. +39 2 8752 2531, Fax. +39 2 8752 2527

Japan: Philips Bldg 13-37, Kohnan 2-chome, Minato-ku, TOKYO 106,
Tel. +81 3 3740 5130, Fax. +81 3 3740 5077

Korea: Philips House, 390-199 Itaewon-dong, Yongsan-ku, SEOUL,
Tel. +82 2 709 1412, Fax. +82 2 709 1415

Malaysia: No. 76 Jalan Universiti, 40200 PETALING JAYA, SELANGOR,
Tel. +60 3 750 5214, Fax. +60 3 757 4880

Mexico: 5900 Gateway East, Suite 200, EL PASO, TEXAS 79905,
Tel. +9 5 600 234 7361

Middle East: see Italy

Netherlands: Postbus 90050, 5600 PB EINDHOVEN, Bldg. V8,
Tel. +31 40 27 82785, Fax. +31 40 27 86266

New Zealand: 2 Wigram Place, C.P.O. Box 1041, AUCKLAND,
Tel. +64 9 549 4100, Fax. +64 9 549 7311

Norway: Box 1, Manglerud 0612, OSLO,
Tel. +47 22 74 8000, Fax. +47 22 74 8341

Philippines: Philips Semiconductors Philippines Inc.,
100 Veleto St. Galcedo Village, P.O. Box 2108 MCC, MAKATI,
Metro MANILA, Tel. +63 2 816 8300, Fax. +63 2 817 3474

Poland: Ul. Lukiska 10, PL 04-123 WARSZAWA,
Tel. +48 22 812 2031, Fax. +48 22 812 2327

Portugal: see Spain

Romania: see Italy

Russia: Philips Russia, Ul. Usvatcheva 35A, 119048 MOSCOW,
Tel. +7 095 755 8918, Fax. +7 095 755 8919

Singapore: Lorong 1, Toa Payoh, SINGAPORE 1231,
Tel. +65 350 2538, Fax. +65 251 8500

Slovakia: see Austria

Slovenia: see Italy

South Africa: S.A. PHILIPS Pty Ltd., 195-215 Main Road Martindale,
2092 JOHANNESBURG, P.O. Box 7430 Johannesburg 2000,
Tel. +27 11 470 5911, Fax. +27 11 470 5494

South America: Rua do Rio do 220, 5th floor, Suite 01,
04553-900 São Paulo, SÃO PAULO - SP, Brazil,
Tel. +55 11 821 2333, Fax. +55 11 829 1649

Spain: Salines 22, 08007 BARCELONA,
Tel. +34 3 301 8312, Fax. +34 3 301 4137

Sweden: Kottbygatan 7, Akalla, S-16465 STOCKHOLM,
Tel. +46 8 632 2000, Fax. +46 8 632 2745

Switzerland: Altmendstrasse 140, CH-8007 ZÜRICH,
Tel. +41 1 480 2886, Fax. +41 1 481 7730

Taiwan: Philips Semiconductors, 6F, No. 96, Chien Kuo N. Rd., Sec. 1,
TAIPEI, Taiwan Tel. +886 2 2134 2865, Fax. +886 2 2134 2874

Thailand: PHILIPS ELECTRONICS (THAILAND) Ltd.,
2092 Sanpavuth-Bangna Road Prakanong, BANGKOK 10260,
Tel. +66 2 745 4390, Fax. +66 2 380 0790

Turkey: Teletasse Cad. No. 5, 80640 GÜLTERE/ISTANBUL,
Tel. +90 212 279 2770, Fax. +90 212 202 6707

Ukraine: PHILIPS UKRAINE, 4 Piatro Lumsba str., Building B, Floor 7,
252042 KIEV, Tel. +380 44 264 2770, Fax. +380 44 268 0461

United Kingdom: Philips Semiconductors Ltd., 270 Bath Road, Hayes,
MIDDLESEX UB8 3BX, Tel. +44 181 750 5000, Fax. +44 181 754 0421

United States: 611 East Argue Avenue, SUNNYVALE, CA 94088-3409,
Tel. +1 800 254 7361

Uruguay: see South America

Vietnam: see Singapore

Yugoslavia: PHILIPS, Trg H. Pavice 5/v, 11000 BEOGRAD,
Tel. +381 11 625 344, Fax. +381 11 635 777

For all other countries apply to: Philips Semiconductors, Marketing & Sales Communications,
Building BE-p, P.O. Box 218, 5600 MD EINDHOVEN, The Netherlands, Fax. +31 40 27 24825

Internet: <http://www.semiconductors.philips.com>

© Philips Electronics N.V. 1997

SCAS4

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.

Printed in The Netherlands

1175702202qut

Date of release: 1997 May 20

Document order number: 8887 750 02181

Let's make things better.

Philips
Semiconductors



PHILIPS

ANEXO 6.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PL 2303 USB TO RS-232 BRIDGE
CONTROLLER



PL-2303 USB to RS-232 Bridge Controller
Product Datasheet

Document Revision 1.4

Document Release: August, 2002

Prolific Technology Inc.

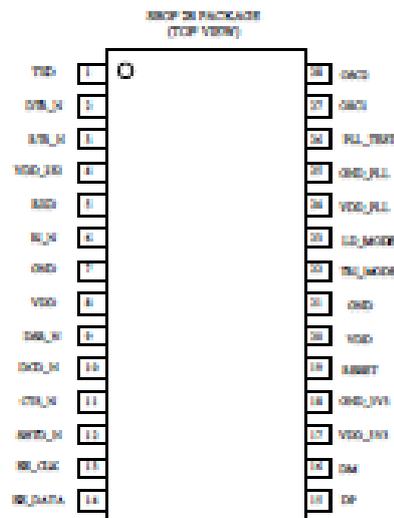
Revision History

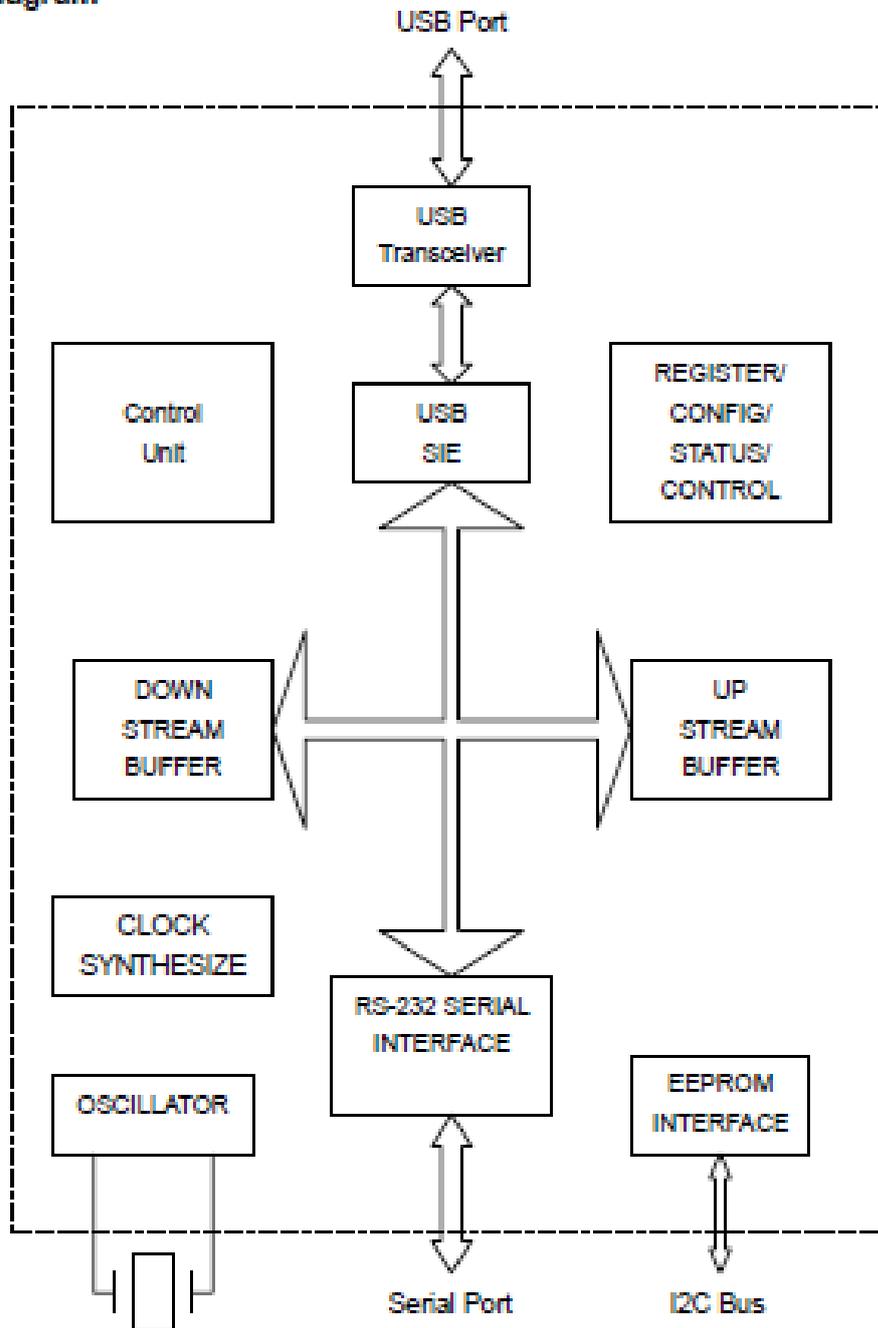
Revision	Description	Date
1.4	<ul style="list-style-type: none">• Add Windows CE .NET support feature	August 29, 2002
1.3	<ul style="list-style-type: none">• Buffer for upstream and downstream data flow – change from 96 to 256 bytes	August 01, 2002
1.2	<ul style="list-style-type: none">• For Chip Version H (date code 0205)• Add OS Support in Features Section• Correct default values in Table 5. Device Configuration Register• Add Suspend Current in DC Characteristics Section• Move Operating Temperature in DC Characteristics to new section	July 03, 2002

PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller

Features

- Full compliance with the USB Specification v1.1 and USB CDC v1.1
- Support the RS232 Serial Interface
- Support automatic handshake mode
- Support Remote wake-up and power management
- 256 bytes buffer each for upstream and downstream data flow
- Support default ROM or external EEPROM for device configuration
- On chip USB transceiver
- On chip crystal oscillator running at 12M Hz
- Supports Windows 98/SE, ME, 2000, XP, Windows CE3.0, CE .NET, Linux, and Mac OS
- 28 Pins SOIC package



Block Diagram


Overview

The PL-2303 operates as a bridge between one USB port and one standard RS232 Serial port. The two large on-chip buffers accommodate data flow from two different buses. The USB bulk-type data is adopted for maximum data transfer. Automatic handshake is supported at the Serial port. With these, a much higher baud rate can be achieved compared to the legacy UART controller.

This device is also compliant with USB power management and remote wakeup scheme. Only minimum power is consumed from the host during Suspend. By integrating all the function in a SOIC-28 package, this chip is suitable for cable embedding. Users just simply hook the cable into PC or hub's USB port, and then they can connect to any RS-232 devices.

Pin Description

Table 1. Pins Description

Pin No.	Name	Type	Description
1	TXD	O	Data output to Serial port
2	DTR_N	O	Data Terminal Ready, active low
3	RTS_N	O	Request To Send, active low
4	VDD_232	P	RS-232 VDD. The RS-232 output signals (Pin 1 ~ Pin 3) are designed for 5V, 3.3V or 3V operation. VDD_232 should be connected to the same power level of the RS-232 interface. (The RS-232 input signals are always 5V~3V tolerant.) <i>Note: This document version only provides 5V DC characteristic information. Refer to future revisions for updates.</i>
5	RXD	I	Data Input from Serial Bus
6	RI_N	I	Ring Indicator, active low
7	GND	P	Ground
8	VDD	P	Power
9	DSR_N	I	Data Set Ready, active low
10	DCD_N	I	Data Carrier Detect, active low
11	CTS_N	I	Clear To Send, active low
12	SHTD_N	O	Shut Down RS232 Transceiver
13	EE_CLK	I/O	During Reset, this pin is Input for simulation purpose. During normal operation, this pin is Serial ROM clock
14	EE_DATA	I/O	Serial ROM data signal
15	DP	I/O	USB DPLUS signal
16	DM	I/O	USB DMINUS signal
17	VDD_3V3	P	3.3V power for USB transceiver
18	GND_3V3	P	3.3V ground
19	RESET	I	System Reset
20	VDD	P	Power
21	GND	P	Ground

Pin No.	Name	Type	Description
22	TRI_STATE	I	Tri-State This pin is referred after reset. High: RS-232 output inactive during Suspend. Low: RS-232 output tri-state during Suspend.
23	LQ_MD/ SHTD	I/O	Load Mode/SHTD This pin is input during reset. Pull high with a 220K resistor to indicate the heavy load USB device (500mA). Pull down with a 220K resistor to indicate the light load USB device (100mA). After reset, this pin becomes output. It output the inverse of SHTD_N.
24	VDD_PLL	P	5V power for PLL
25	GND_PLL	P	Ground for PLL
26	PLL_TEST	I	PLL test mode control
27	OSC1	I	Crystal oscillator input
28	OSC2	O	Crystal oscillator output

Type: *I* – Input signal *O* – Output signal *I/O* – Bi-directional signal *P* – Power/Ground

Supported Data Formats and Programmable Baud Rate Generator

The PL2303 USB-to-RS232 bridge controller supports versatile data formats and has a programmable baud rate generator. The supported data formats are shown on Table 2. The programmable baud rate generator supports baud rates up to 1.2M bps as shown in Table 3.

Table 2. Supported Data Formats

	Description
Stop bits	1 1.5 2
Parity type	None Odd Even Mark Space
Data bits	5, 6, 7, 8, or 16

Table 3. Baud Rate Setting

dwDTERate	Baud Rate
0012C000h	1228800
000E1000h	921600
00096000h	614400
00070800h	460800
00038400h	230400
0001C200h	115200
0000E100h	57600
00009600h	38400
00007080h	28800
00004B00h	19200
00003840h	14400
00002580h	9600
00001C20h	7200
000012C0h	4800
00000E10h	3600
00000960h	2400
00000708h	1800
000004B0h	1200
00000258h	600
0000012Ch	300
00000096h	150
0000004Bh	75

External EEPROM and Device Configuration

PL-2303 allows storing the configuration data in an external EEPROM. After reset, the first two bytes of EEPROM are checked. If the value is 067Bh, the EEPROM is valid and the contents of the EEPROM are loaded as the chip's default parameters. Otherwise, the chip's default setting is used. The content of EEPROM is shown in Table 4 below.

The Device Configuration Register is used to control some vendor-specific functions. The meaning of each bit in Device Configuration Register is shown in Table 5. Reserved and unused pins always set to the default value.

Table 4. EEPROM Content

Bytes	Name	Description
1:2	EECHK	When the EEPROM is programmed, these two bytes is configured as 067B. After reset, they will be checked for the value. If matched, the following information will be loaded as the default parameters.
3:2	VID	USB Vendor ID
5:4	PID	Product ID
7:6	RN	Release number (BCD)
10:8	DCR	Device Configuration Register

Table 5. Device Configuration Register

Name	Bits	Definition	Default
23	RESERVED	Reserved	0
22	TRI_OUT	RS-232 Output Tri-state: 1: RS-232 output tri-state 0: RS-232 output in output mode	0
21	RW_MODE	Remote Wakeup Mode: 0: When engages remote wakeup, the device issues disconnect signal 1: When engages remote wakeup, the device issues resume signal	1
20	WURX	Enable Wake Up Trigger on RXD: 0 – Disabled; 1 – Enable Wake Up Trigger on RXD state changes.	0
19	WUDSR	Enable Wake Up Trigger on DSR: 0 – Disabled; 1 – Enable Wake Up Trigger on DSR state changes.	0
18	WURI	Enable Wake Up Trigger on RI: 0 – Disabled; 1 – Enable Wake Up Trigger on RI state changes.	1
17	WUDGD	Enable Wake Up Trigger on DCD: 0 – Disabled; 1 – Enable Wake Up Trigger on DCD state changes.	0
16	WUCTS	Enable Wake Up Trigger on CTS: 0 – Disabled; 1 – Enable Wake Up Trigger on CTS state changes.	0
15	RESERVED	Always set to one	1
14	RESERVED	Always set to zero	0
13	RESERVED	Always set to zero	0
12	RW_INH	Remote Wake Inhibit: 1 – Inhibit the USB Remote Wakeup function 0 – Enable the USB Remote Wakeup function	0
11:6	RESERVED	Always set to zero	0
5:4	RTSM	RTS Control Method: 00b – RTS is controlled by ControlBMap. Signal is active low; 01 – RTS is controlled by ControlBMap. Signal is active high; 10 – Drive RTS active when Downstream Data Buffer is NOT EMPTY; otherwise Drive RTS inactive. 11 – Drive RTS inactive when Downstream Data Buffer is NOT EMPTY; otherwise Drive RTS active.	0
3:1	RESERVED	Always set to zero	0
0	RSPDM	RS-232 Transceiver Shut-Down Mode: 1: Shut down the transceiver when USB SUSPEND is engaged 0: Do not shut down the transceiver even when USB SUSPEND is engaged	1

Electrical Characteristics

Absolute Maximum Ratings

Item	Ratings
Power Supply Voltage	-0.3 to 6.0 V
Input Voltage	-0.3 to VDD+0.3 V
Output Voltage	-0.3 to VDD+0.3 V
Storage Temperature	-55 to 150 °C

DC Characteristics

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
Power Supply Current	I_{DD}	0.5	19	24	mA
Input Voltage					
Low	V_{IL}	–	–	0.3* V _{DD}	V
High	V_{IH}	0.7* V _{DD}	–	–	V
Output Voltage					
Low	V_{OL}	–	–	0.4	V
High	V_{OH}	3.5	–	–	V
Schmitt Trigger Threshold Voltage ^{*1}					
Negative going	V_{T-}	–	1.10	–	V
Positive going	V_{T+}	–	1.87	–	V
Output Voltage, 3.3V ^{*2}					
Low	V_{OL}	–	–	0.4	V
High	V_{OH}	2.4	–	–	V
Input Leakage Current	I_L	-1	–	1	µA
Tri-state Leakage Current	I_{LZ}	-10	–	10	µA
Input Capacitance	C_{IN}	–	3	–	pF
Output Capacitance	C_{OUT}	–	3	–	pF
Bi-directional Buffer Capacitance	C_{BIB}	–	3	–	pF
Operating Voltage Range	–	4.75	5	5.25	V
Suspend Current	I_{SUS}	–	400	490	µA

*1. RS232 pins RXD_J, RI_J, DSR_J, DCD_J, CTS_J are 5V TTL Schmitt Trigger inputs.

*2. RS232 pins TXD, DTR_N, RTS_N are 3.3V tri-state outputs.

Temperature Characteristics

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
Operating Temperature	–	-40	–	85	°C
Junction Operation Temperature	T_J	0	25	115	°C

USB Transceiver Characteristics

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
Rise and Fall Times: (10%—90%)	T_R	4	8	15	ns
	T_F	4	8	15	ns
Cross Point	V_{CP}	1.3	—	2.0	V
Output Impedance	R_O	23	28	33	ohm
High Level Output	V_{OH}	2.8	—	—	V
Low Level Output	V_{OL}	--	—	0.7	V
High Level Input	V_{IH}	2.0	—	—	V
Low Level Input	V_{IL}	--	—	0.8	V

- C_L : 50pf

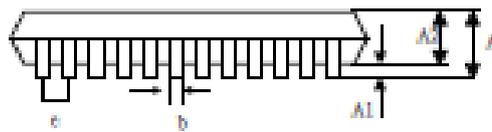
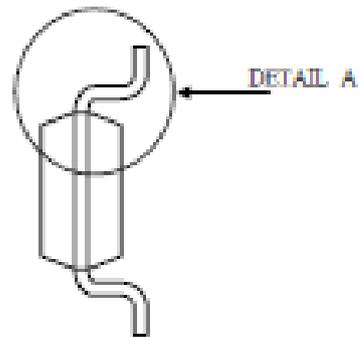
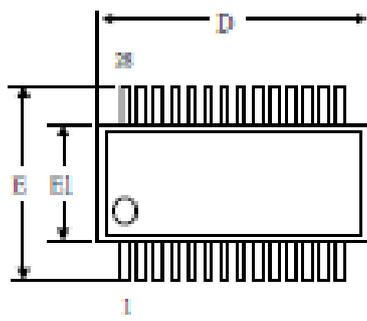
Clock Characteristics

Parameter	Min	Typ	Max	Units
Frequency of Operation	11.975	12.000	12.024	MHz
Clock Period	83.1	83.3	83.5	ns
Duty Cycle	45	50	55	%

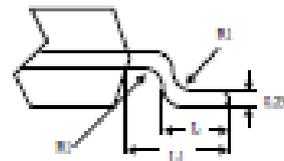
Package Dimensions (28-Pin SSOP)

Symbol	Millimeters			Inch		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
b	0.22		0.38	0.009		0.015
E	7.40	7.80	8.20	0.291	0.307	0.323
E1	5.00	5.30	5.60	0.197	0.209	0.220
L	0.55	0.75	0.95	0.021	0.030	0.037
R1	0.09			0.004		
D	9.9	10.2	10.5	0.390	0.402	0.413
A			2.0			0.079
e		0.65			0.0256	
L1		1.25			0.050	
A1	0.05			0.020		
A2	1.65	1.75	1.85	0.065	0.069	0.073

Outline Diagram



DETAIL A



ANEXO 7.

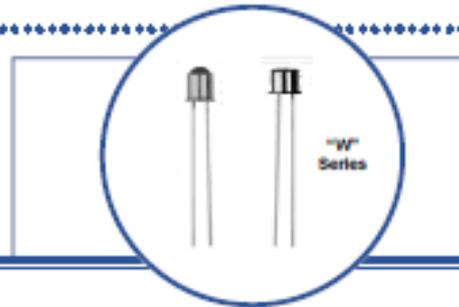
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL RECEPTOR HERMETIC INFRARED EMITTING DIODE OP230

**Hermetic Infrared Emitting Diode
OP230 Series**



Features:

- Focused and non-focused optical light pattern
- Enhanced temperature range
- TO-46 hermetically sealed package
- Mechanically and spectrally matched to other OPTEK devices
- Choice of power ranges
- Choice of narrow or wide irradiance pattern



Description:

Each device in this series is a gallium aluminum arsenide (GaAlAs) infrared emitting diode, mounted in a hermetic metal TO-46 housing. The gallium aluminum arsenide feature provides a higher radiated output than gallium arsenide at the same forward current.

Each OP231, OP232, OP233, OP234 and OP235 device is lensed to provide a narrow beam angle (18°) between half power points. The 890 nm wavelength closely matches the spectral response of silicon phototransistors, while the narrow beam angle – combined with the specified radiant intensity of the OP231 series – facilitates easy design in beam interrupt applications in conjunction with the OP600 or OP596 series photosensors. The OP231 series is mechanically and spectrally matched to OP600, OP593 and OP596 phototransistors.

Each OP231W, OP232W, OP233W, OP234W and OP235W device is lensed to provide a wide beam angle (50°) between half power points. The 890 nm wavelength closely matches the spectral response of silicon phototransistors, while the wide beam angle provides relatively even illumination over a large area. The OP231W is mechanically and spectrally matched to the OP600WSL and OP630SL series devices.

Please refer to Application Bulletins 208 and 210 for additional design information and reliability (degradation) data.

Custom electrical, wire and cabling and connectors are available. Contact your local representative or OPTEK for more information.

Applications:

- Non-contact reflective object sensor
- Assembly line automation
- Machine automation
- Machine safety
- End of travel sensor
- Door sensor

Ordering Information				
Part Number	LED Peak Wavelength	Output Power (mW/cm ²) Min / Max	Total Beam Angle	Lead Length
OP231	890 nm	1.5 / NA	18°	0.50"
OP232		2.0 / 6.0		
OP233		3.0 / NA		
OP234		5.0 / NA		
OP235		6.0 / NA		
OP231W		1.5 / NA	50°	
OP232W		3.5 / 7.0		
OP233W		5.0 / NA		
OP234W		5.0 / NA		
OP235W		6.0 / NA		



RoHS

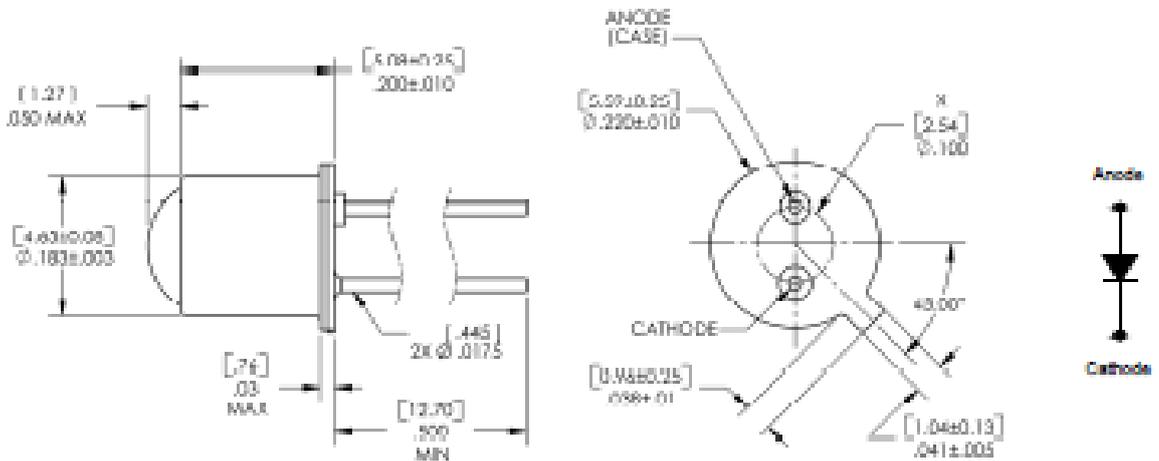
OPTEK reserves the right to make changes at any time in order to improve design and to supply the best product possible.

Hermetic Infrared Emitting Diode

OP230 Series



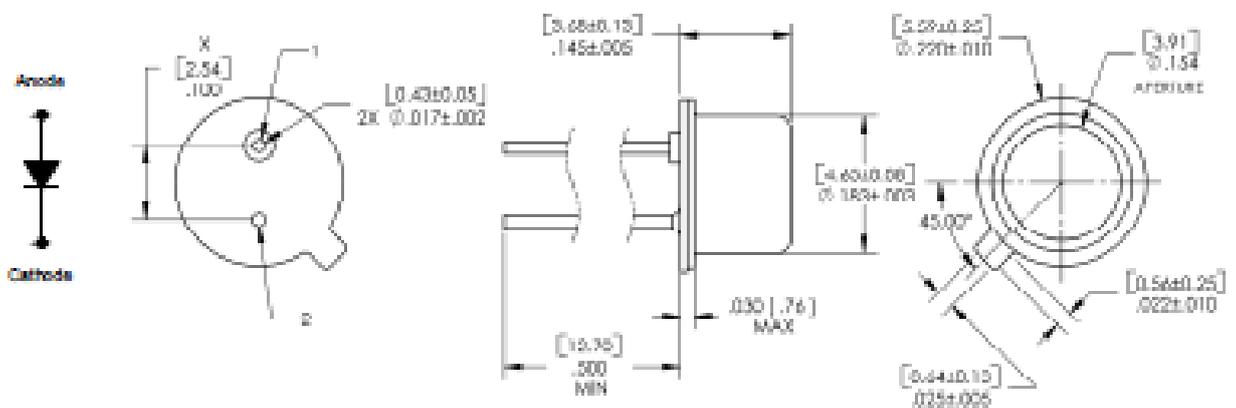
OP231, OP232, OP233, OP234, OP235



X THIS DIMENSION CONTROLLED AT HOUSING SURFACE.

DIMENSIONS ARE IN: **[MILLIMETERS]**
[INCHES]

OP231W, OP232W, OP233W, OP234W, OP235W



X THIS DIMENSION CONTROLLED AT HOUSING SURFACE.

DIMENSIONS ARE IN: **[MILLIMETERS]**
[INCHES]

Pin #	LED
1	Anode
2	Cathode

OPTeK reserves the right to make changes at any time in order to improve design and to supply the best product possible.

Hermetic Infrared Emitting Diode

OP230 Series



Absolute Maximum Ratings ($T_A = -25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Storage Temperature Range	-65°C to $+150^\circ\text{C}$
Operating Temperature Range	-65°C to $+125^\circ\text{C}$
Reverse Voltage	2.0 A
Continuous Forward Current	100 mA
Peak Forward Current	10.0 A
Lead Soldering Temperature [1/16 Inch (1.6 mm) from case for 5 seconds with soldering Iron]	$260^\circ\text{C}^{(1)(2)}$
Power Dissipation	$200\text{ mW}^{(2)}$

Electrical Characteristics ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

SYMBOL	PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST CONDITIONS
Input Diode						
$E_{\text{avg}(10^\circ)}$	Apertured Radiant Incidence OP231 OP232 OP233 OP234 OP235	1.5 2.0 3.0 5.0 6.0	- - - - -	- 6.0 - - -	mW/cm^2	OP231 Series $I_F = 100\text{ mA}^{(3)(4)}$ Aperture = 0.250° Distance = 1.429°
	OP231W OP232W OP233W OP234W OP235W	1.5 3.5 5.0 5.0 6.0	- - - - -	- 7.0 - - -	mW/cm^2	OP231W Series $I_F = 100\text{ mA}^{(3)(4)}$ Aperture = 0.250° Distance = 0.466°
P_O	Radiant Power Output OP231 OP232 OP233	- - -	6.0 8.0 10.0	- - -	mW	$I_F = 100\text{ mA}^{(3)(4)}$
V_F	Forward Voltage	-	-	2.0	V	$I_F = 100\text{ mA}^{(2)}$
I_R	Reverse Current	-	-	100	μA	$V_R = 2.0\text{ V}$
λ_p	Wavelength at Peak Emission OP231, OP232, OP233 OP234, OP235	-	850 850	-	nm	$I_F = 10\text{ mA}$
β	Spectral Bandwidth between Half Power Points	-	80	-	nm	$I_F = 10\text{ mA}$
$\Delta\lambda_p/\Delta T$	Spectral Shift with Temperature	-	+0.30	-	$\text{nm}/^\circ\text{C}$	$I_F = \text{Constant}$
$\theta_{1/2}$	Emission Angle at Half Power Points OP231 - OP235 OP231W - OP231W	-	18	-	Degree	$I_F = 100\text{ mA}$
		-	50	-		
t_r	Output Rise Time	-	500	-	ns	$I_{F(\text{peak})} = 100\text{ mA}$, $\text{PW} = 10\text{ }\mu\text{s}$, and $\text{D.C.} = 10.0\%$
t_f	Output Fall Time	-	250	-	ns	

Notes:

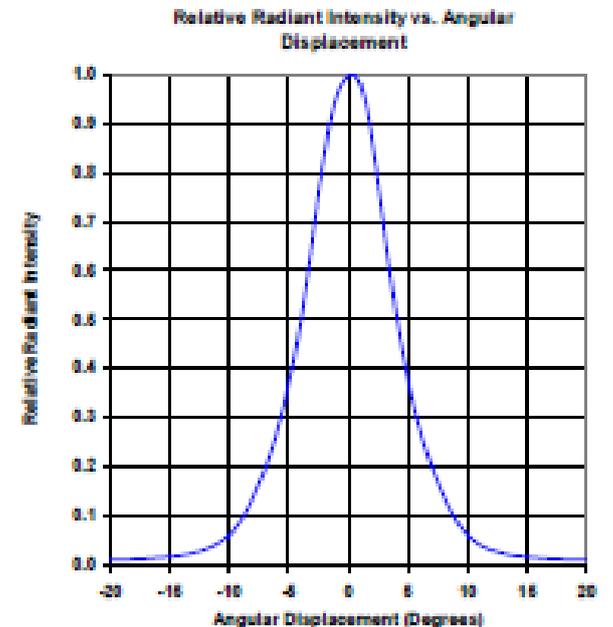
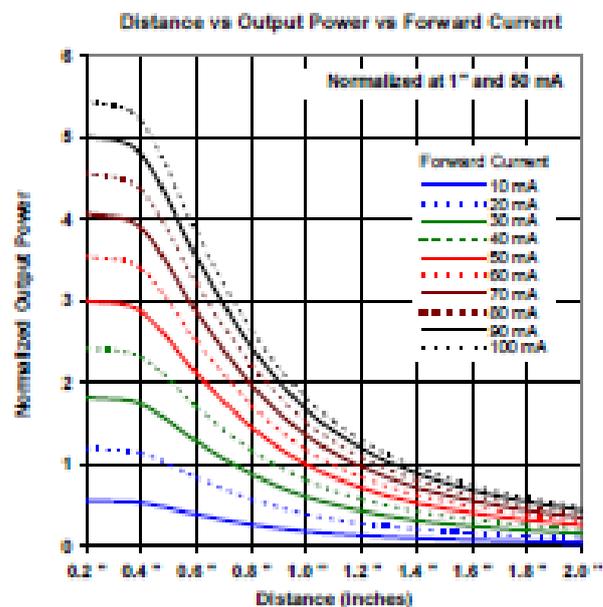
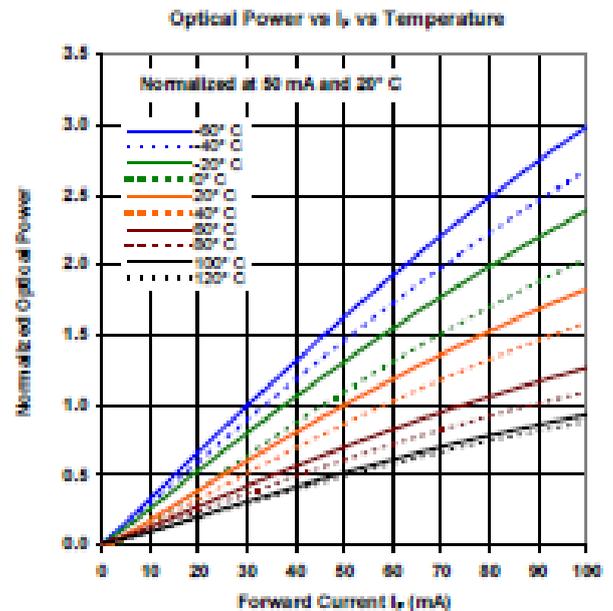
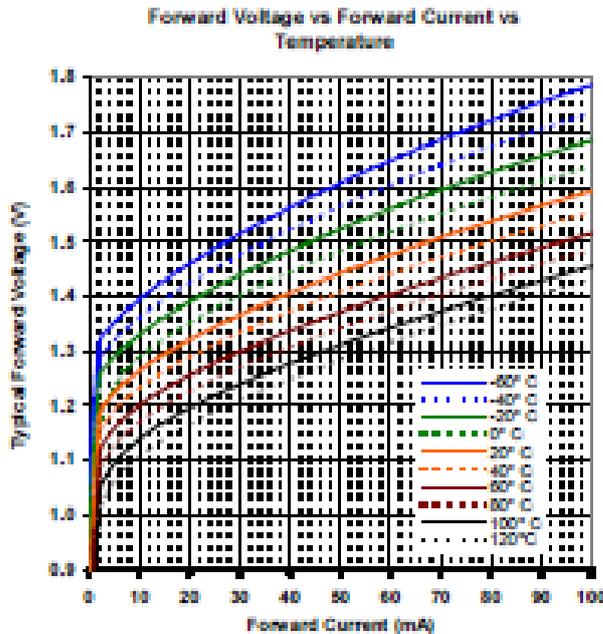
- RMA flux is recommended. Duration can be extended to 10 seconds maximum when flow soldering.
- Derate linearly $2.0\text{ mW}/^\circ\text{C}$ above 25°C .
- Measurement made with $100\text{ }\mu\text{s}$ pulse measured at the trailing edge of the pulse with a duty cycle of 0.1% and an $I_F = 100\text{ mA}$.
- For the OP231 series, $E_{\text{avg}(10^\circ)}$ is a measurement of the average radiant intensity within the cone formed by the measurement surface, a radius of 1.429° (38.30 mm) measured from the lens side of the tab to the sensing surface and a sensing surface of 0.250° (8.35 mm) in diameter forming a 10° cone. For the OP231W series, $E_{\text{avg}(10^\circ)}$ is a measurement of the average radiant intensity within the

OPTEK reserves the right to make changes at any time in order to improve design and to supply the best product possible.

Hermetic Infrared Emitting Diode OP230 Series



OP231, OP232, OP233 (Including "W" devices)



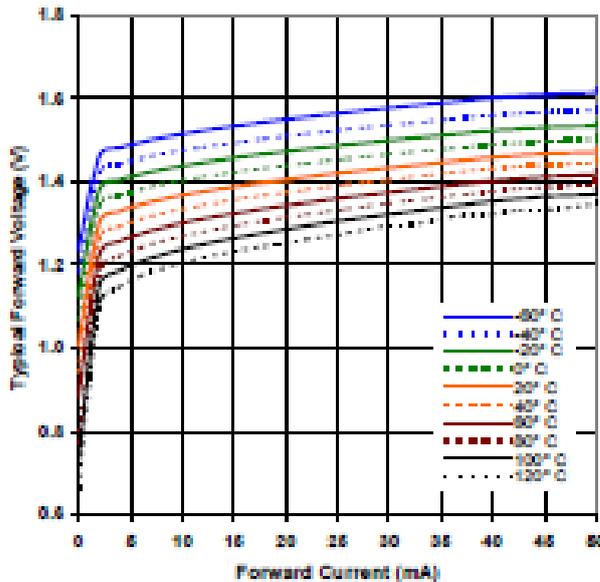
OPTEK reserves the right to make changes at any time in order to improve design and to supply the best product possible.

Hermetic Infrared Emitting Diode
OP230 Series

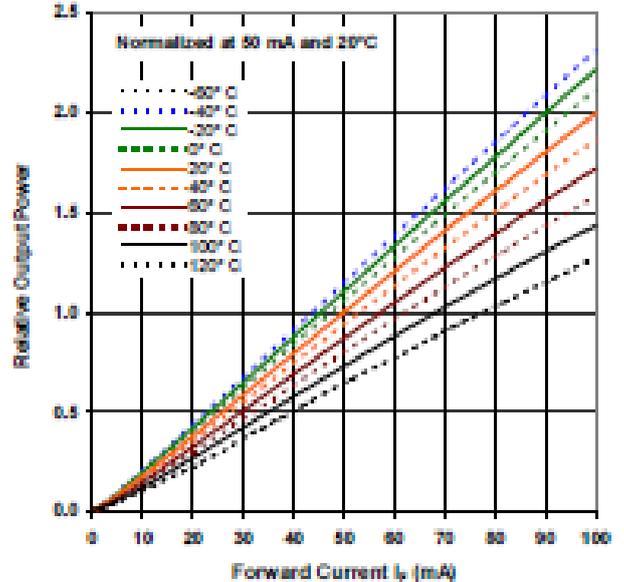


OP234, OP234W

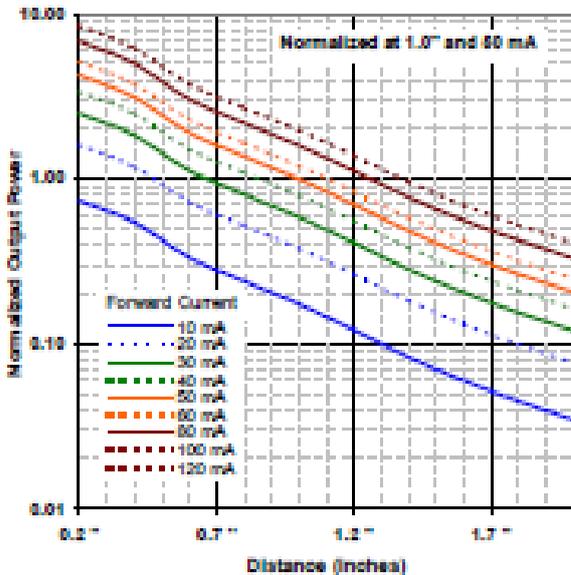
Forward Voltage vs Forward Current vs Temperature



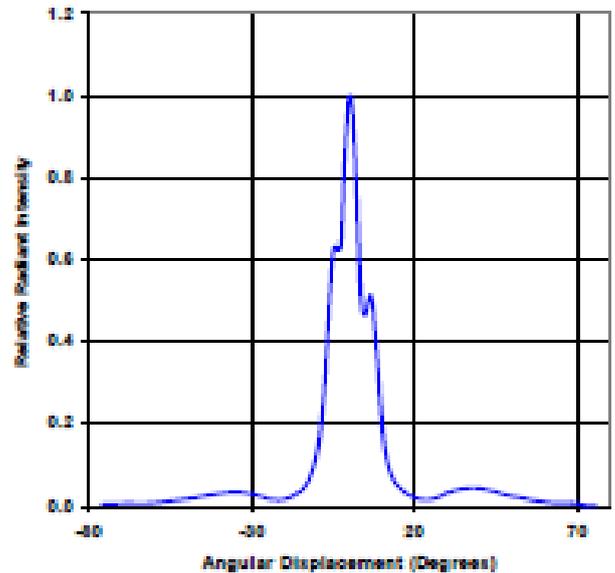
Optical Power vs Forward Current vs Temperature



Distance vs Output Power vs Forward Current



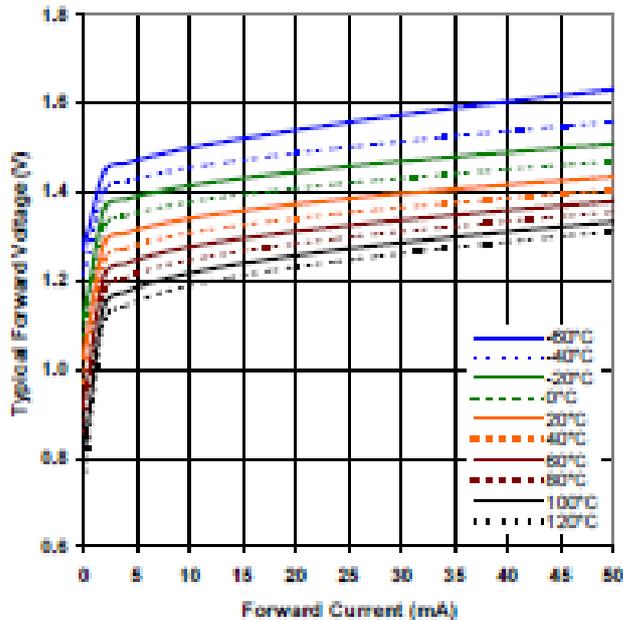
Relative Radiant Intensity vs Angular Displacement



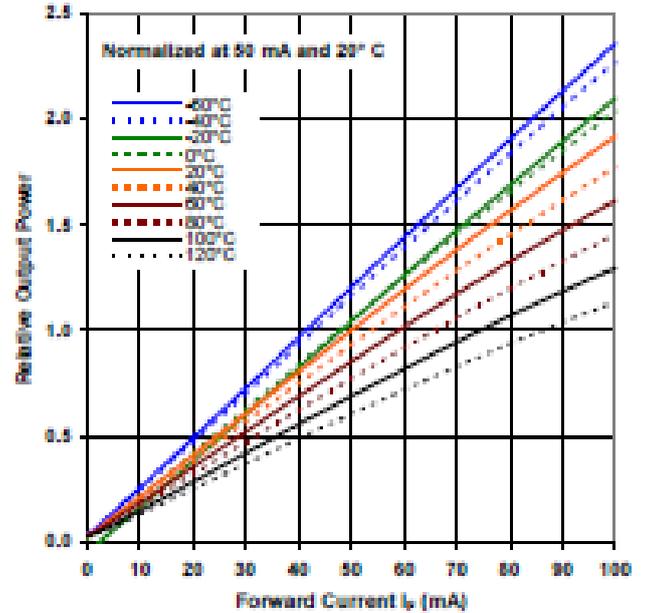
OPTEK reserves the right to make changes at any time in order to improve design and to supply the best product possible.

OP235, OP235W

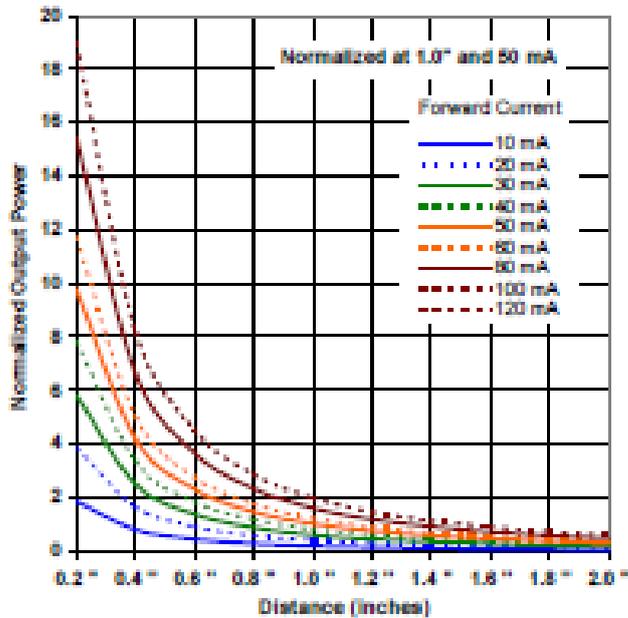
Forward Voltage vs Forward Current vs Temperature



Optical Power vs Forward Current vs Temperature



Distance vs Output Power vs Forward Current



OPTEK reserves the right to make changes at any time in order to improve design and to supply the best product possible.

