



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño y construcción de una
Fuente de luz de UV-NIR con
intervalos espectrales reducidos**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero en Telecomunicaciones

P R E S E N T A

Pedro Alberto Pantaleón Martínez

DIRECTOR DE TESIS

Dra. Elsi Violeta Mejía Uriarte



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., octubre 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Jurado

Presidente: M.I. Raúl Ruvalcaba Morales

Vocal: Dra. Elsi Violeta Mejía Uriarte

Secretario: M.I. Juventino Cuellar González

1er. Suplente: Dr. Daniel Enrique Ceballos Herrera

2do. Suplente: Dra. Alejandra Maribel Barragán Martínez

Directora de tesis

Dra. Elsi Violeta Mejía Uriarte

Firma

Agradecimientos

A mis padres y hermanos por su paciencia.

A la Dra. Elsi Violeta Mejía Uriarte por dejarme formar parte de este proyecto, sus enseñanzas y consejos.

Al M. en I. Raúl Ruvalcaba Morales por todo su apoyo y enseñanzas.

A la Facultad de Ingeniería.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico.

Agradezco al proyecto PAPIIT IN106216 "Estudio del efecto de la temperatura y alta presión en nanoestructuras y nanopartículas por espectroscopia óptica y Raman" de la DGAPA-UNAM, que hizo posible la realización de esta tesis.

Resumen

Esta tesis presenta el diseño y construcción de una fuente de luz desde la región ultravioleta (UV) hasta el infrarrojo cercano NIR (por sus siglas en inglés, *Near Infrared*). Esta fuente cuenta con cuarenta y ocho longitudes de onda diferentes y permitirá su uso en procesos donde la emisión con intervalos espectrales reducidos es requerida, como en el autoensamble de nanopartículas metálicas que cambian su morfología en función de la frecuencia de la luz incidente. La fuente proporciona múltiples longitudes de onda debido a la utilización de fuentes de luz individuales como el Diodo Emisor de Luz, LED (por sus siglas del inglés, *Light Emission Diode*) y el Diodo Láser (DL). El ancho espectral de las longitudes de onda es aproximadamente de 8 a 45 nm con potencias ópticas de 0.1 a 165 mW para la luz LED y de 0.01 a 63 mW para el DL.

Índice

CAPÍTULO 1	16
Teoría	16
1.1.- Luz	16
1.2.- Electromagnetismo	16
1.3.- Espectro visible	17
1.4.- Propiedades de la luz	19
1.5.- Propiedades de la luz láser.....	20
1.6.- Diodo electroluminiscente – LED	22
1.7.- Diodo Láser	29
1.8.- Bibliografía	33
CAPÍTULO 2	34
Técnicas de caracterización	34
2.1.- Espectroscopia óptica	34
2.2.- Medición de la potencia óptica.....	36
2.3.- Bibliografía	36
CAPÍTULO 3	38
Desarrollo Experimental	38
3.2.- LEDs para la fuente	41
3.3.- Módulo 1	42
3.4.- Módulo 2.....	43
3.5.- Módulo 3	44
3.6.- Módulo 4.....	45
3.7.- Circuitos PCB y componentes de instalación	48
3.8.- Componentes de los circuitos.....	51
3.9.- Ensamble de los módulos	52
CAPÍTULO 4	53
Resultados y Discusión	53
4.1.- Módulo 1.....	53

4.2.- Módulo 2.....	57
4.3.- Módulo 3.....	61
4.4.- Módulo 4.....	65
CAPÍTULO 5	70
Conclusiones	70
Apéndices	72
Apéndice A, Espectrómetro HR2000+	72
Apéndice B, Medidor de potencia óptica.....	73
Apéndice C, Nitruro de Indio-Galio, Nitruro de Galio.	74
Apéndice D, Fosfuro de Galio, Fosfuro de Aluminio e Indio de Galio.	75
Apéndice E, Arseniuro de Galio y Aluminio.....	76
Apéndice F, Componentes ópticos del segundo módulo.....	77
Apéndice G, Componentes ópticos del segundo módulo.....	83
Apéndice H, Componentes ópticos tercer módulo.....	90
Apéndice I, Componentes ópticos del cuarto módulo.....	96

Índice de figuras

Fig. 1.1.	Rangos de longitudes de onda del espectro.	17
Fig. 1.2.	Longitud de onda de los colores.	18
Fig. 1.3.	Ancho de banda real de una emisión LED de 356 nm cuya emisión contiene más de una longitud de onda ocasionando un ancho de banda $\Delta\lambda$	19
Fig. 1.4.	Línea espectral en el caso ideal.	20
Fig. 1.5.	Dispersión que ocurre en el caso real ocasionando $\Delta\lambda$	21
Fig. 1.6.	Comparación de la radiación de un láser y una lámpara incandescente.	21
Fig. 1.7.	Portadores inyectados.	22
Fig. 1.8.	Parámetros de la eficiencia óptica, donde n_1 , n_2 y θ_r representan el índice de refracción del semiconductor, aire y el ángulo del cono de salida respectivamente. Para ángulos mayores a θ_r los fotones son reflejados.	23
Fig. 1.9.	Estructura LED de homounión.	24
Fig. 1.10.	Emisión del LED de orilla.	25
Fig. 1.11.	Potencia como función de la corriente.	25
Fig. 1.12.	Intensidad como función de la temperatura.	25
Fig. 1.13.	Espectro de emisión en un LED.	27
Fig. 1.14.	Estructura básica de un LED SMD.	28
Fig. 1.15.	Diodo láser.	29
Fig. 1.16.	Principio del láser.	29
Fig. 1.17.	Estructura del diodo láser.	31
Fig. 2.1.	Ancho de banda es el punto intermedio entre la línea base y el máximo.	35
Fig. 2.2.	Estructura interna de un espectrómetro.	35
Fig. 3.1.	Esquema de la fuente, consta de cuatro módulos y una fuente de alimentación.	38
Fig. 3.2.	a). Circuito interno de la fuente conmutada. b) La modificación que se hizo fue el de conectar el cable verde de "alimentación viva" a tierra para su encendido manual con el interruptor. c) Estructura final de la fuente.	39
Fig. 3.3.	Circuito para verificar la estabilidad de la fuente conmutada.	40
Fig. 3.4.	a). Medidas en mm para la soldadura, b). Diseño en AutoCAD y c). Montaje en una tarjeta PCB.	41
Fig. 3.5.	Circuito para medir la tensión, corriente y potencia óptica.	46
Fig. 3.6.	Medición de la longitud de onda con espectrómetro.	46
Fig. 3.7.	Circuito para PCB.	47
Fig. 3.8.	Circuito para la limitación de la corriente de cada diodo.	49
Fig. 3.9.	Dispositivos instalados en la tarjeta PCB.	49

Fig. 3.10. Circuito para la instalación de los diodos emisores del primer módulo, las longitudes de onda están en el rango de 355 nm a 447nm	50
Fig. 3.11. Circuito para la instalación de los diodos emisores del segundo módulo, las longitudes de onda están en el rango de 456nm a 526nm.....	50
Fig. 3.12. a). Conector. b). LED en el conector.....	51
Fig. 3.13. c). Conectores para la tarjeta PCB. d). Tarjeta en el conector.....	51
Fig. 3.14. LEDs montados en la tarjeta PCB.....	51
Fig. 3.15. a). Estructura para fijar las tarjetas. b). Ensamble final del módulo.	52
Fig. 4.1. Espectro de emisión normalizado del primer módulo	53
Fig. 4.2 Potencia en función de la longitud de onda del primer módulo.	54
Fig. 4.3. Anchos de banda en función de la longitud de onda del primer módulo.	54
Fig. 4.4. Espectro normalizado del segundo módulo	57
Fig. 4.5. Potencia en función de la longitud de onda del segundo módulo.....	58
Fig. 4.6. Anchos de banda de los distintos diodos del segundo módulo.....	58
Fig. 4.7. Espectro normalizado del tercer módulo.....	61
Fig. 4.8. Potencia en función de la longitud de onda del tercer módulo.....	62
Fig. 4.9. Anchos de banda de los distintos diodos del tercer módulo.....	62
Fig. 4.10. Espectros normalizados del cuarto módulo.....	65
Fig. 4.11. Potencia en función de la longitud de onda del cuarto módulo.....	66
Fig. 4.12. Ancho de banda de los distintos diodos del cuarto módulo.....	66

Índice de tablas

Tabla 1.1. Rangos de los colores	18
Tabla 1.2. Compuestos del material activo de los LEDs para emisión de distintos colores.	26
Tabla 3.1. Datos técnicos de operación de los LEDs del primer módulo	42
Tabla 3.2. Datos técnicos de operación de los LEDs del segundo módulo	43
Tabla 3.3. Datos técnicos de operación de los LEDs del tercer módulo	44
Tabla 3.4. Datos técnicos de operación de los LEDs del tercer módulo	45
Tabla 4.1. Datos experimentales del primer módulo	55
Tabla 4.2. Materiales de los LEDs del primer módulo	56
Tabla 4.3. Datos experimentales del segundo módulo	59
Tabla 4.4. Materiales de los LEDs del segundo módulo	60
Tabla 4.5. Datos experimentales del tercer módulo	63
Tabla 4.6. Materiales de los LEDs del tercer módulo	64
Tabla 4.7. Datos experimentales del cuarto módulo.....	67
Tabla 4.8. Materiales de los LEDs del cuarto módulo	68
Tabla 4.9. Longitudes de onda de la fuente.....	69

Introducción

En la actualidad existen diversas fuentes de luz sintonizables coherentes y no coherentes tanto en la investigación como en la industria, algunas fuentes sintonizables no coherentes usan múltiples LEDs (por sus siglas del inglés, *Light Emission Diode*) a distinta emisión espectral y otras usan emisores de banda ancha como la lámpara de Deuterio la cual emite en todo el espectro visible y gran parte del espectro UV, las fuentes sintonizables de amplio espectro se apoyan de filtros para seleccionar diversos rangos espectrales. En fuentes sintonizables coherentes se tienen los Osciladores Paramétricos Ópticos (OPO) los cuales proporcionan una región amplia en longitud de onda junto con las ventajas que presentan la emisión láser.

En este proyecto de tesis se emplean LEDs y diodos láser (DL), para cubrir parte de la región UV hasta el inicio de la región NIR. Primero se seleccionaron los diferentes LEDs y DL, desde 355nm hasta 850nm, tomando en cuenta su longitud de onda y su potencia óptica. Se caracterizaron utilizando un espectrómetro y un medidor de energía, se diseñaron e implementaron fuentes de corriente de acuerdo a los requerimientos para el funcionamiento individual o en conjunto de cada diodo con encendido y apagado manual individual, para el sistema de alimentación se ocupó una fuente conmutada con capacidad de proveer 5V/20A, tanto la fuente de alimentación como los circuitos se montaron en una caja para su protección y facilidad de manipulación.

En el capítulo 1, se presentan conceptos teóricos referentes a la luz, diodos emisores de luz y diodos láser.

En el capítulo 2, se presentan las herramientas utilizadas para la caracterización de los diodos emisores de luz y también se incluye una breve descripción de su funcionamiento.

En el capítulo 3, se muestran todos los componentes utilizados para la elaboración de los módulos de luz así como su diseño y construcción.

En el capítulo 4, se presentan los espectros obtenidos con la fuente y los datos de caracterización de cada uno de ellos.

En el capítulo 5, se presentan las conclusiones y trabajo a futuro.

Seguidamente se presentan los apendices de los materiales utilizados.

Antecedentes

Entre antiguos restos se han hallado objetos con características para el aprovechamiento del Sol además de su consagración y divinización [1-2], siendo este la primera fuente de luz utilizada con ayuda de espejos para iluminar en los interiores de tumbas subterráneas [1-3], la luz producida por el fuego de antorchas o fogatas probablemente fue la primera fuente elaborada destinada a la iluminación cuyas técnicas para producirlo eficientemente datan del periodo Neolítico (9000-3500 A.C.) [4], usada durante varios milenios al igual que algo parecido a una lámpara de combustible de forma muy rústica cuyos restos han sido encontrados en la antigua Mesopotamia, India y Egipto [3], la primera lámpara auténtica y generalizada de combustible data a partir del siglo IV A.C. en Grecia. Las velas como fuente de luz y cuya descripción más parecida a la de hoy en día data de los primeros siglos antes del inicio la edad media (antes del año 476) la cual tuvo entre sus variados usos el de la iluminación, tras la primera perforación de un pozo de petróleo por Edwin L. Drake en 1860 se construyeron lámparas de petróleo sustituyendo al aceite de ballena y fabricándose lámparas de mayor eficiencia cuyas patentes se dieron en el siglo XIX y principios del XX [5], en el siglo XIX se tienen los trabajos en la lámpara de arco la cual produce luz con ayuda de una descarga eléctrica y la lámpara de filamento de carbono por parte de Thomas Alva Edison cuya mejoras se siguió prolongando hasta la lámpara incandescente de gas, posteriormente se tiene la lámpara de algún gas inerte, como Argón, Neón etc. [6]. Es a partir de 1960 cuando se logran tener fuentes de menor ancho espectral con el invento del primer LED, cuyas primeras descripciones las presentó Henry Joseph Round a la revista Electrical World en 1906, tras la unión de conceptos como la emisión estimulada en 1917 por Einstein, bombeo óptico y estudios de osciladores ópticos, T.H Maiman construye el primer láser¹ de rubí en 1960 [7], posteriormente se desarrollaron láseres de estado sólido, gas y de semiconductor. El láser fue una invención muy particular, pues hasta entonces no se tenían fuentes cuya emisión fuese coherente y monocromática.

Tanto el LED como el láser dieron pie a la entrada de la nueva era de la luz artificial cuyos propósitos y aplicaciones son muy variados. A diferencia del láser, el LED es una fuente de luz no coherente, menos monocromática y cuyo proceso de obtención de luz es distinto a la del láser [8], cuyos usos varían dependiendo de la aplicación. Posteriormente en años más recientes se ha buscado tener una fuente capaz de emitir a distintas longitudes de onda, es decir una fuente sintonizable, esta idea ha tenido distintas aplicaciones en los últimos años iniciando desde la decoración de diversos entornos utilizando LEDs y diodos láser, con materiales fósforo para emitir en distintas longitudes de onda [9], para variedad de programas radiométricos, fotométricos y colorimétricos [10], en

telecomunicaciones en los sistemas de multiplicación de onda llamados WDM² [11], hasta la integración del LED sobre sustratos a nivel miniatura para su sintonización [12]. Las fuentes de luz sintonizables tienen aplicaciones en microscopía, espectroscopía, mediciones de reflectividad con fines estéticos, cambios o propiedades físicas de la materia utilizando un rango específico de longitudes de onda. Se encuentran actualmente en el mercado fuentes sintonizables basadas en lámparas de arco con un gas ya sea de Ne, Ar, Hg o Xe como el modelo ASB-XE-175 Xenón la cual se sintoniza con ayuda de lentes rejillas y monocromador, otro ejemplo es el modelo TLS-250QR de Newport conformada de una lámpara de Tungsteno, monocromador, filtros motorizados, lentes controlados con ayuda de software para obtener longitudes de onda discretas cuyos rangos en el mercado abarcan la región UV-NIR. Estas lámparas se combinan con un monocromador, filtros motorizados, lentes controlados con ayuda de software para obtener longitudes de onda discretas cuyos rangos en el mercado abarcan región UV-NIR, estas son fuentes denominadas de banda ancha, con características generales de fuentes sintonizables de luz. Tienen la posibilidad de emitir un haz al espacio libre después de un colimador, la posibilidad de acoplar una fibra óptica. La potencia varía según el modelo y fabricante, utilizan un software para su manejo y emiten luz en anchos espectrales de 6, 10 o 25 nm, estas fuentes son sofisticadas y por lo tanto tienen un alto precio.

También existen las fuentes de radiación coherente sintonizables con más características en cuanto a su funcionamiento y emisión. Sus principales aplicaciones son en ciencia, tecnología e industria, destacando los osciladores paramétricos ópticos, láseres semiconductores sintonizables, láseres de cavidad externa y de estructura monolítica, estos láseres sintonizables abarcan desde la región UV hasta el infrarrojo lejano FIR (por sus siglas en inglés, *Far Infrared*).

¹Light Amplification by Emission of radiation.

²Wavelength Division Multiplexing, es una técnica de multiplexaje utilizada en la capa óptica de redes, la cual consiste en transmitir señales de distinta longitud de onda sin interferencia sobre una misma fibra óptica.

Bibliografía.

- [1] María González Rodríguez. (2015). El culto al sol en el antiguo Egipto. <https://historiae2014.wordpress.com/2015/09/> - Publicado en "Herodoto".
- [2] John Baines. (1998). El Egipto de los faraones. El correo, pág. 1- 40. <http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000809/080991so.pdf>.
- [3] Isaac Asimov. (1993). Historia de los egipcios. España: Alianza Editorial, S.A.
- [4] Mora Gómez, María Victoria. (2010). El hombre antes y después del fuego de Prometeo. Nota de la Universidad de Alicante, España. <http://hdl.handle.net/10045/14125>.
- [5] Magdalena Rius de Riepen, c. Mauricio Castro-Acuña (1997). La química hacia la conquista del sol. México: Fondo de cultura económica, S.A. DE C.V.
- [6] Susana Chow Pangtay. (1998). Petroquímica y sociedad México: Fondo de cultura económica, S.A. de C.V.
- [7] Vicente Aboites. (1991). El Láser. México: Fondo de cultura económica. S.A. de C.V.
- [8] Anil R. Duggal *et al.* (2002). Color tunable light source, Estados Unidos. Patente: US6357889 B1.
- [9] Brown, S. W., Santana, C. & Eppeldauer, G. P. (2002). Development of a Tunable LED-Based Colorimetric Source. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, 107(4), 363–371. <http://doi.org/10.6028/jres.107.029>.
- [10] M. Lukovic, I. Belca. December, LED-based Vis-NIR spectrally tunable light source - the optimization algorithm. (2016). *Journal of the European Optical Society Rapid Publications*. 12 :19. DOI: 10.1186/s41476-016-0021-9.
- [11] JH Lee, OK Kim, Myoung SI, Lee SS, Jang YS. (2011) Self-wavelength initialization method for the Bragg-grating based tunable light source in WDM passive optical network. *Optical Express*, Dec. 12:19(26): B522-30. doi: 10.1364/OE.19.00B522.
- [12] Renjie Wang, Hieu P. T. Nguyen, Ashfiqua T. Connie, J. Lee, Ishiang Shih, and Zetian Mi. (2014). Color-tunable, phosphor-free InGaN nanowire light-emitting diode arrays monolithically integrated on silicon. *Opt. Express* 15;22, Suppl 7:A1768-75. doi: 10.1364/OE.22.0A1768.

Motivación

Actualmente se pueden encontrar fuentes sintonizables coherentes y no coherentes, cada una con ciertas particularidades y sofisticación, por ello en una primera impresión pareciera ser que existen gran diversidad de fuentes sintonizables para cualquier aplicación, esto deja de ser del todo cierto cuando se tienen en mente ciertas aplicaciones como la emisión de radiación a distinta longitud de onda simultáneamente o algo sencillo como lo sería distinguir la diferencia de color a distintas frecuencias a un mismo tiempo.

La fuente diseñada y construida proporciona intervalos discretos de longitudes de onda comprendidas entre la región UV-NIR del espectro electromagnético con ayuda de LEDs y diodos láser para tener al mismo tiempo diferentes longitudes de onda.

Objetivos

Obtener luz de diferentes longitudes de onda en la región UV-NIR con ancho espectral reducido con ayuda diodos emisores de luz y diodos láser para fines de investigación en nanociencias y nanotecnología.

CAPÍTULO 1

Teoría

1.1.- Luz

Definiremos aquí la luz como un agente físico visualizado a veces como una onda o partícula, cada uno de ellos parcialmente adecuado para explicar ciertos fenómenos. La teoría ondulatoria que explicaba desde el siglo XVII hasta los últimos años del siglo XIX todos los fenómenos luminosos como la interferencia, difracción y polarización [6], culminó con su principal aportación en 1873 por parte de James Clerk Maxwell quien llegó a la conclusión de la naturaleza ondulatoria de tipo electromagnético de la luz, cuya velocidad de propagación se deduce de cantidades eléctricas y magnéticas, el trabajo de Maxwell permitió englobar en su seno la electricidad, la óptica y demostró que la luz es un componente del espectro electromagnético diferenciada solo en su frecuencia. La teoría corpuscular retomada a partir de 1900 cuando Max Karl Plank resuelve el problema del cuerpo negro proponiendo su hipótesis de los “cuantos de energía”, en esta hipótesis afirmaba que los átomos no podían absorber ni emitir energía de forma continua, sino en unidades discretas llamados “cuantos” cuya energía era directamente proporcional su frecuencia. Más adelante se tienen los trabajos de Albert Einstein sobre el efecto fotoeléctrico, los trabajos de Compton en 1922 sobre el estudio de choques entre fotones, culminando con los trabajos de De Broglie, Schrödinger y Dirac, reuniendo así en un solo tronco la mecánica, electricidad y óptica naciendo de esta forma la física moderna [1-2].

1.2.- Electromagnetismo

Una onda electromagnética es resultado de campos eléctricos y magnéticos variables con el tiempo, perpendiculares y en fase, cuyas leyes están expresadas en las ecuaciones de Maxwell. Por sus características de onda-partícula la luz pertenece a las ondas electromagnéticas con clasificación a partir de su frecuencia, dando lugar a la existencia de diferentes tipos de ondas con diversas características, su clasificación en el espectro electromagnético se ve en la Fig. 1.1. [1-2].

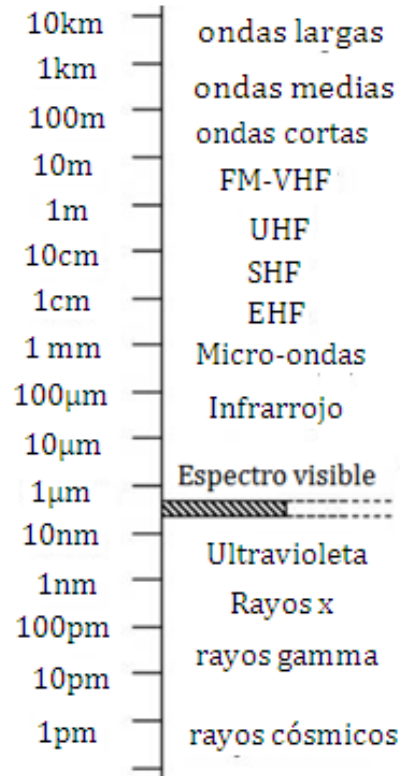


Fig. 1.1. Rangos de longitudes de onda del espectro.

La energía de radiación de la luz emitida por los fotones está dada por la siguiente ecuación:

$$E = h\nu \quad (1)$$

Donde $h = 6.6261 \times 10^{-34} [J]$ y ν es la frecuencia de la onda, entonces la energía de los fotones es directamente proporcional a su frecuencia, cuando se tiene mayor frecuencia existe mayor energía y viceversa, por lo anterior es importante tomar en cuenta la energía de radiación en la región ultravioleta, rayos x y rayos gamma.

1.3.- Espectro visible

El espectro electromagnético es un rango muy amplio de radiación sin límite inferior ni superior, dividido en diferentes regiones sin fronteras rígidas entre regiones adyacentes, comúnmente se hace referencia a las radiaciones electromagnéticas de acuerdo a su frecuencia o longitud de onda, su clasificación depende en gran medida en la capacidad para producirlas y detectarlas [3].



Fig. 1.2. Longitud de onda de los colores.

La radiación UV abarca la región de 10 a 380 nm, al tener en cuenta los efectos en la salud humana se divide en UVA (315 - 380nm), UVB (315 – 280 nm) y UVC (menor a 280nm). Como fuentes de radiación UV se tienen las transiciones electrónicas, cuya detección se puede llevar a cabo por algunos materiales fluorescentes como los colorantes orgánicos, estos materiales absorben la luz UV y emitir luz visible debido al fenómeno de fluorescencia, por ello tienen usos en autenticar antigüedades y papel moneda, por otra parte la mayoría de los materiales son opacos a la radiación UV excepto el cuarzo, silicio, zafiro, fluoruro de litio, el polimetilmetacrilato (PMMA) y el vidrio ordinario es transparente sólo a la región UVA [3-4].

Tabla 1.1. Rangos de los colores.

Color	λ (nm)
Rojo	780-622
Naranja	622-597
Amarillo	597-577
Verde	577-492
Azul	492-455
Violeta	455-390

La región de la luz ultravioleta-visible (UV-VIS) se ocupa en una gran variedad de dispositivos e instrumentos en la óptica y optoelectrónica.

El espectro visible es una porción pequeña de espectro, cualquier energía producida en este rango producirá la sensación de visión al ojo humano, en la Fig. 1.2 se muestran el espectro visible UV-NIR. En la tabla 1.1 se muestra el color y rangos en longitud de onda de los colores [4].

La radiación infrarroja tiene una longitud de onda mayor a la del espectro visible y UV pero menor que microondas abarcando de 700nm a 10 000nm subdividiéndose en infrarrojo cercano (NIR) de 780 a 1400, infrarrojo medio (MIR) de 1400 a 3000 nm, el infrarrojo lejano (FIR) de 3000 a 10 000 nm y el extremo infrarrojo 10 000 nm a 15 000 nm. Los materiales transparentes para la radiación infrarroja son el germanio, silicio y seleniuro de Zinc (ZnSe) [4-5].

1.4.- Propiedades de la luz

La luz vista como una radiación electromagnética es una onda transversal propagándose en el vacío a $300\,000 \left[\frac{km}{s} \right]$ que posee cierta longitud de onda, definida como la distancia entre dos puntos con la misma fase y una frecuencia o dicho de otra forma, el número de oscilaciones por segundo.

Otras propiedades características de la luz dependen en gran medida de su generación, la luz coherente como la producida por un láser se clasifica en coherencia temporal y espacial. Coherencia temporal se refiere a la correlación existente entre un mismo punto de la onda en distintos tiempos, coherencia espacial es la relación de la fase de la onda en dos puntos distintos, si la diferencia de fase permaneciera constante en el tiempo se tendría coherencia espacial perfecta. En la luz no coherente las ondas carecen de periodicidad por lo cual es difícil predecir su comportamiento. La monocromaticidad cuya significado inmediato sería “un color”, hace referencia a una sola longitud de onda cuya forma ideal sería una sola línea en el espectro, aunque en realidad ésta tiene un ancho de banda ($\Delta\lambda$) como se muestra en Fig. 1.3. [6-7].

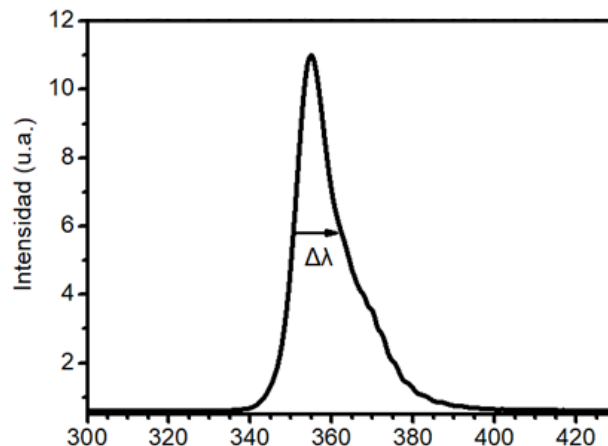


Fig. 1.3. Ancho de banda real de una emisión LED de 356 nm cuya emisión contiene más de una longitud de onda ocasionando un ancho de banda $\Delta\lambda$.

La direccionalidad es una propiedad de fuentes coherentes y no coherentes, se refiere a la dispersión angular del haz de luz, en el caso de láser es muy pequeña comparada con otras fuentes.

1.5.- Propiedades de la luz láser

La luz ordinaria como la del Sol y las lámparas usuales (incandescentes, fluorescentes) se caracteriza por estar compuesta con distintas longitudes de onda que viajan en distintas direcciones y no tienen ninguna relación de fase, a diferencia de la luz ordinaria la radiación láser es todo lo contrario, se caracteriza por la propiedades de monocromaticidad, direccionalidad y coherencia [6-7].

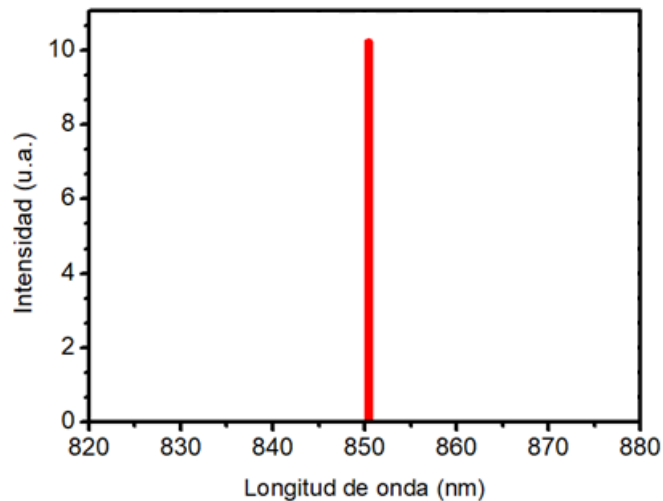


Fig. 1.4. Línea espectral en el caso ideal.

Monocromaticidad se refiere a un color cuya visualización en un espectro sería la de una línea espectral como se observa en la Fig. 1.4. En un caso ideal ésta monocromaticidad se vería como una línea espectral pero en la realidad se presenta un cierto ancho de banda ocasionado por dispersión como se ve en la Fig. 1.5.

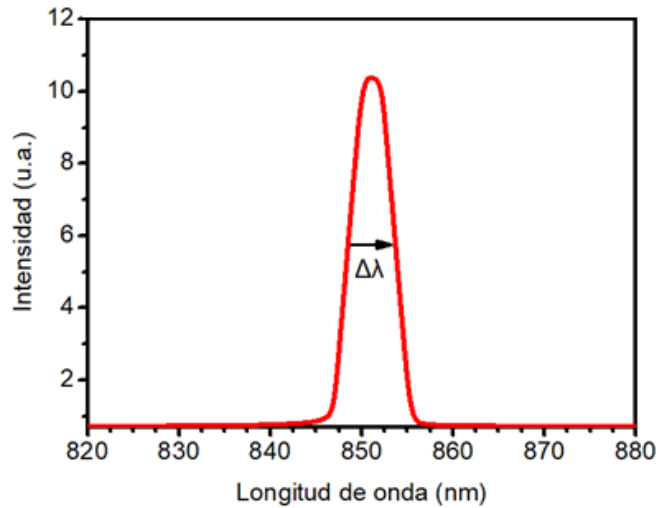


Fig. 1.5. Dispersión que ocurre en el caso real ocasionando $\Delta\lambda$.

La direccionalidad se refiere a la poca dispersión angular que tiene una emisión láser, cuya comparación con otras fuentes es menor y su descripción está dada por el llamado ángulo de divergencia como es muestra en la Fig. 1.6. La divergencia de una fuente tiene una repercusión en la densidad de potencia, por ejemplo entre una lámpara incandescente y un láser la potencia del láser es superior a la de la lámpara incandescente en aproximadamente cuarenta veces ya que la luz de una lámpara incandescente va en todas las direcciones y la luz de un láser es más direccional [6-7].

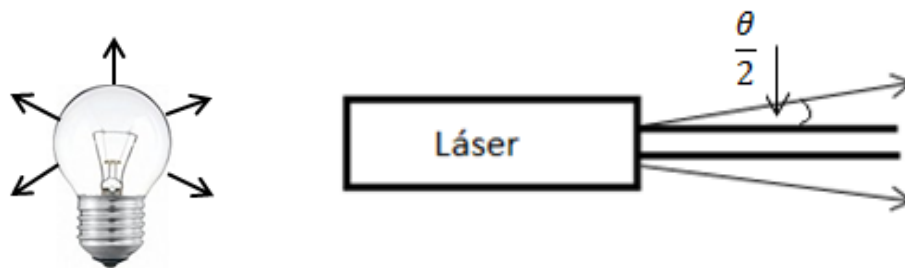


Fig. 1.6. Comparación de la radiación de un láser y una lámpara incandescente.

La coherencia se refiere a mantener la fase relativa entre las ondas que forman la onda electromagnética, una fuente de emisión de ondas coherentes son los láseres.

1.6.- Diodo electroluminiscente – LED

El LED es un dispositivo fotónico emisor de luz no coherente, normalmente hecho de un material semiconductor como el Arseniuro de Aluminio y Galio, cuya radiación óptica va de acuerdo con la corriente eléctrica producida por la aplicación de un campo eléctrico externo, a diferencia de los diodos semiconductores convencionales (Germanio y Silicio) el proceso de recombinación de portadores produce radiación, es decir, en este proceso se generan fotones [5-7].

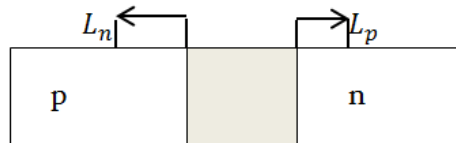


Fig. 1.7. Portadores inyectados.

La estructura de un LED es una juntura p – n cuya emisión de fotones es producida por una recombinación entre portadores mayoritarios y minoritarios al polarizarla en sentido directo como se muestra en la Fig. 1.7. donde L_n y L_p son concentraciones de los portadores minoritarios inyectados de los electrones y huecos respectivamente [6].

El LED está diseñado de forma que los fotones se emiten desde la parte superior del diodo (zona p), en consecuencia es preferible que la inyección de electrones en la zona p sea mayor que la de huecos en la zona n.

Una vez inyectados los portadores minoritarios en la región tipo p, electrones y huecos se recombinan emitiendo fotones, a esto se le llama recombinación radiante, no todos los fotones generados salen del diodo ya que debido a la reflexión en la superficie del material una parte es reabsorbida, la eficiencia óptica η_o se define como el cociente entre el número de fotones emitidos y el número de fotones generados. Los parámetros que determina la eficiencia óptica son, el índice de refracción del material semiconductor (n) y el ángulo de reflexión θ_r como se muestra en la Fig. 1.8 [5-7].

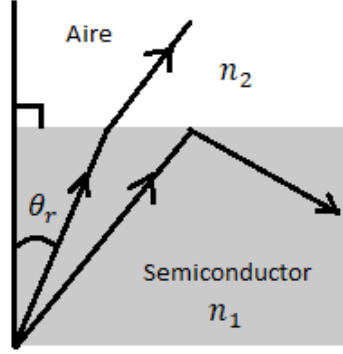


Fig. 1.8. Parámetros de la eficiencia óptica, donde n_1 , n_2 y θ_r representan el índice de refracción del semiconductor, aire y el ángulo del cono de salida respectivamente. Para ángulos mayores a θ_r los fotones son reflejados.

El ángulo de reflexión está dado por la expresión:

$$n_1 \sin \theta_r = n_2 \sin \theta_2 \quad (2)$$

Donde n_1 y n_2 son los índices de refracción del semiconductor y aire respectivamente, θ_r es el ángulo de reflexión.

Sólo los fotones dentro del cono formado por el ángulo de reflexión llamado cono de extracción salen del diodo como se muestra en la Fig. 1.8. El ángulo sólido que cubre el espacio total está dado por la expresión:

$$\Omega_o = \int_0^{2\pi} d\varphi = \int_0^\pi \sin \theta d\theta = 4\pi \quad (3)$$

El ángulo sólido subtendido por el ángulo de reflexión está dado por:

$$\Omega_o = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\theta_r} \sin \theta d\theta = 2\pi(1 - \cos \theta_r) \quad (4)$$

Donde θ_r es el ángulo de emisión de fotones respecto a la normal del material activo. La estructura interna de un diodo electroluminiscente en la región visible consiste en un sustrato cuya estructura cristalina debe ser congruente con la capa activa para que no se presente dislocaciones y se tenga una buena conductividad eléctrica y térmica hacia el electrodo metálico, sobre el sustrato se produce el crecimiento de la capa activa. La estructura producida de esta manera es encapsulada en un domo de resina transparente o traslúcida, esta cúpula protege la estructura e incrementa la eficiencia óptica al disminuir la continuidad del índice de refracción entre el semiconductor y la salida del aire y determina la distribución espacial de la radiación emitida. La resina epóxica para la encapsulación estándar es un cilindro con terminación de domo semiesférico que actúa como lente, la distribución espacial es función de la distancia entre el domo y la superficie activa [7-9].

Entre la clasificación de los LEDs más sencillos se encuentra el de homounión y crecimiento epitaxial (también llamado de emisión superficial y los LEDs de heterounión (también llamado de emisión de borde) descritos a continuación.

El **LED de homounión**, como se muestra en la Fig. 1.9. Es una unión p-n formada por átomos del mismo tipo, es decir del mismo semiconductor, dentro de este tipo de LEDs se encuentra también el LED de difusión plana cuya diferencia es tener una menor potencia para la corriente suministrada. Este tipo de LED emite luz en todas las direcciones por lo cual resulta complicado para aplicaciones con fibra óptica. Para aplicaciones más específicas como las telecomunicaciones se utiliza un LED de emisión superficial con un pozo grabado para su acoplamiento por fibra óptica [9,13].

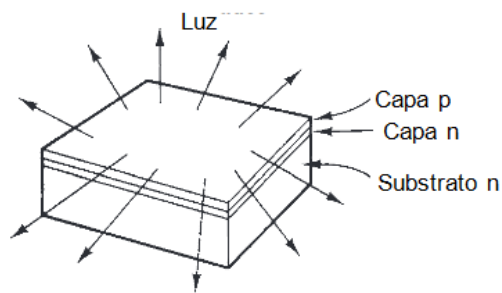


Fig. 1.9. Estructura LED de homounión.

El **LED de heterounión**, se fabrica con átomos de distinto tipo, es decir semiconductores distintos, de tal manera que los electrones, huecos y fotones se encuentren en un área mucho menor. La unión se construye sobre un sustrato de respaldo y se empareda con los contactos metálicos, la luz se emite desde la orilla y por ello también se les denomina emisores de borde como se muestra en la Fig. 1.10. El LED de heterounión emite una luz más direccional desde la capa activa en forma de banda. Los LEDs de emisión superficial se ocupan más porque emiten más luz, sin embargo los de emisión superficial presentan más pérdidas de acoplamiento [9,13].

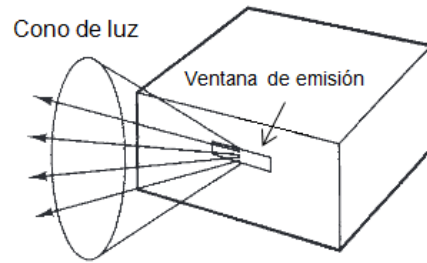


Fig. 1.10. Emisión del LED de orilla.

La potencia de un LED está en función lineal de la corriente que pasa por el dispositivo, ver figura Fig. 1.11. así como de la temperatura de operación, ver Fig. 1.12.

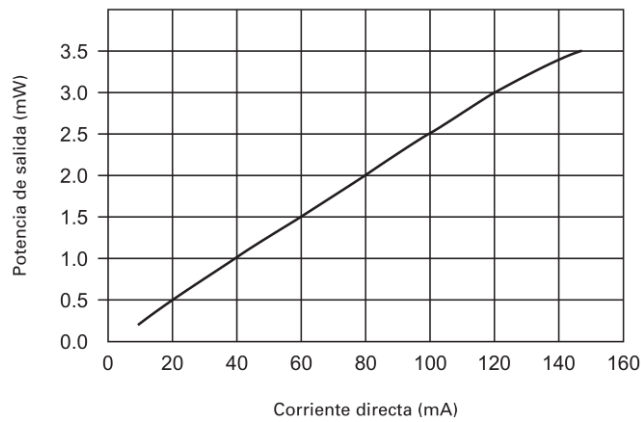


Fig. 1.11. Potencia como función de la corriente.

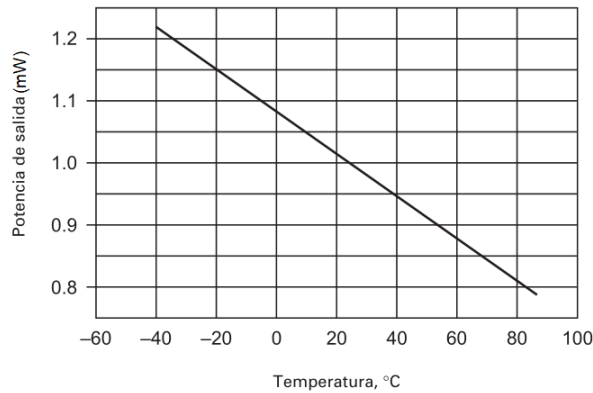


Fig. 1.12. Intensidad como función de la temperatura.

El color de la radiación de un diodo electroluminiscente está condicionado por el gap del material tipo p, en el cual se genera la mayoría de las recombinaciones entre electrones y huecos así como también por el tipo de dopantes del material activo. El nitruro de galio (GaN) con ayuda de la composición del indio en la capa activa intermedia ha sido clave para la emisiones de luz UV, azul y verde, InGaAlP para emitir verde, amarillo, naranja y rojo permiten cubrir gran parte del espectro visible, GaAlAs para emisión roja e infrarroja [9,13].

El rango de los LEDs utilizados a partir de 355 nm hasta 565 nm utilizan InGaN, 570 nm utiliza GaP, de 572 nm a 630 nm utiliza InGaAlP, 660 nm GaAlAs, 700 nm GaP y por último para 870 nm AlGaAs. Los materiales mencionados son utilizados por los dispositivos para emitir radiación a distinta longitud de onda. En la Tabla 1.2. se muestran los materiales utilizados en la fabricación de LEDs para la emisión a distintos colores.

Tabla 1.2. Compuestos del material activo de los LEDs para emisión de distintos colores.

Composición	Nombre del compuesto	Color de emisión
GaAs	Arseniuro de Galio	Infrarrojo
GaAlAs	Arseniuro de galio y Aluminio	
GaP	Fosfuro de Galio	Rojo
GaAlAs	Arseniuro de galio y Aluminio	
AlInGaP	Fosfuro de Aluminio Indio y Galio	
GaAsP/GaP	Fosfuro de Galio y Arsénico/ Fosfuro de Galio	
AlInGaP	Fosfuro de Aluminio Indio y Galio	Amarillo
GaAsP/GaP	Fosfuro de Galio y Arsénico/ Fosfuro de Galio	
AlInGaP	Fosfuro de Aluminio Indio y Galio	Verde
GaP	Fosfuro de Galio	
InGaN	Nitruro de Indio y Galio	Azul
GaN	Nitruro de Galio	
InGaN/Zafiro	Nitruro de Indio y Galio/Zafiro	Azul
SiC	Carburo de Silicio	
InGaN/Zafiro	Nitruro de Indio y Galio/Zafiro	Azul
GaN	Nitruro de Galio	
InGaN/Zafiro	Nitruro de Indio y Galio/Zafiro	Azul
InGaN	Nitruro de Indio y Galio	
GaN	Nitruro de Galio	Ultravioleta
Ce:YAG	Granate-Aluminio-itrio dopado de cerio.	Espectro completo

A diferencia de los fotones emitidos por un láser, los fotones emitidos por un LED no tienen relación alguna pues cada fotón se emite con distinta energía, dirección y fase, por ello el espectro de un LED es más ancho que el de un láser como se muestra en la Fig. 1.13. Al proceso en el que los electrones pasan de un nivel de energía mayor a uno menor por si solos se llama emisión espontánea, este es el mecanismo por el cual los LED emiten radiación [7].

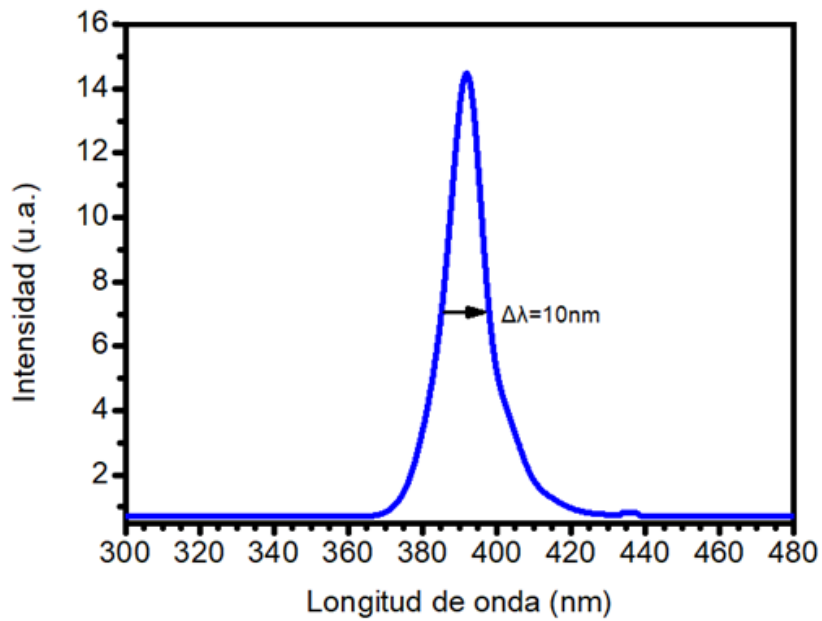


Fig.1.13. Espectro de emisión en un LED.

En tecnología de montaje superficial los dispositivos están soldados directamente sobre la superficie de una placa de circuito impreso, PCB (del inglés, *Printed Circuit Board*). El LED SMD (del inglés, *Surface-Mount-Device*) combina el montaje superficial con la tecnología fotolitográfica de circuito, FPC (del inglés, *Flexible Printed Circuits*) lámpara LED y una cubierta de silicón de alta calidad para formar un encapsulado que se pueda soldar en la superficie. El LED SMD es similar a un dispositivo semiconductor de estado sólido que puede convertir directamente electricidad a luz. Los LEDs SMD son más pequeños y requieren de un diseño más elaborado para su instalación en la tarjeta PCB debido a su dimensión en milímetros. Los LEDs SMD son a menudo diseñados para trabajar de 20 a 1200 mA y una tensión de 2.5 a 3.8 V. La estructura básica de un LED SMD es como se muestra en la Fig. 1.14.

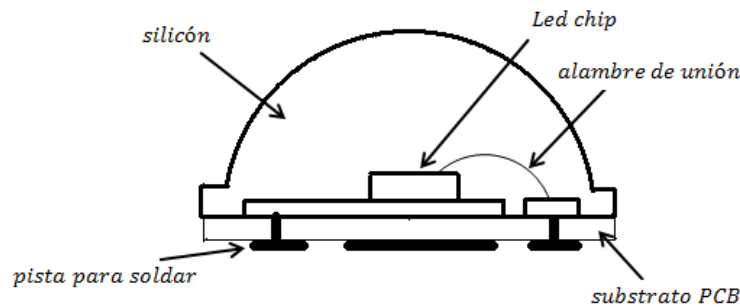


Fig.1.14. Estructura básica de un LED SMD.

1.7.- Diodo Láser

El láser es un tipo de fuente luminosa generada por emisión estimulada, lo componen la cavidad resonante, un medio activo en donde se produce la amplificación y bombeo (el cual permite excitar el medio activo), siendo sus principales propiedades monocromaticidad, direccionalidad y coherencia. Existen varios tipos de láser, clasificándolos de acuerdo a su longitud de onda, potencia, tamaño, precio y mecanismo de excitación siendo este último el más habitual y útil, el tipo de medio activo suele estar asociado al mecanismo de excitación. De acuerdo a este criterio se puede dividir la mayoría de los láseres en tres grandes familias: de gas, estado sólido y semiconductor como el de la Fig. 1.15. [5-7].



Fig. 1.15. Diodo láser.

El principio de funcionamiento del láser se muestra en la Fig. 1.16

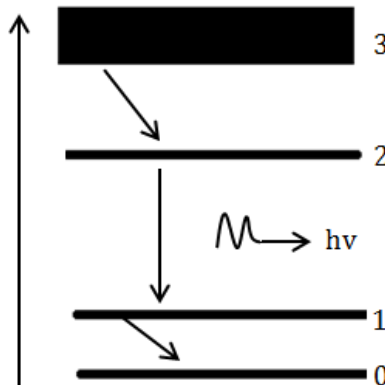


Fig. 1.16. Principio del láser.

El sistema es bombeado desde el estado fundamental (0) hasta el estado (3) por una excitación externa, el nivel (3) queda vacío, pues sus portadores se mueven al nivel (2) y los portadores del nivel(1) se mueven al (0), si el tiempo de vida del estado (2) es mayor al de las transiciones (3) a (2) y (1) a (0) la población de (2) aumenta y (1) disminuye. Cuando la inversión de población se logra, es decir cuando (2) es más poblado que (1), cualquier radiación de energía $h\nu = E_2 - E_1$ induce en el material más transiciones de arriba hacia abajo que de abajo hacia arriba, el medio amplifica la radiación de energía $h\nu$ y de este modo la condición de efecto láser se logra. En el caso de semiconductores es diferente, sus niveles de energía están agrupados en bandas casi continuas. Esto trae como primera consecuencia que la condición de

inversión de población debe expresarse en un formalismo de bandas de energía y lo segundo es que la radiación amplificada es parcialmente absorbida por las transiciones interbandas [5-7].

Los láseres de semiconductor o láseres de diodo constituyen una familia en el mundo de los láseres, desde hace algunas décadas los láseres de semiconductor son más vendidos, como su nombre lo indica el medio activo lo constituye un material semiconductor. Los semiconductores tienen un número modesto de portadores de corriente libres que pueden moverse a través de la red cristalina cuando se aplica un campo eléctrico externo, si los portadores son electrones se habla de un material semiconductor tipo n, si son huecos se habla de semiconductores tipo p, la unión de un material p y n se llama diodo. Los diodos se usan en aplicaciones electrónicas y para emisores de luz (LEDs). La unión p-n es la base de los láseres semiconductores.

Los niveles de energía de un semiconductor están ensanchados debido al efecto de los iones de la red cristalina situados muy próximos formando una estructura periódica, por ello consisten en distintas bandas de energía; la llamada banda de valencia es la más alta ocupada por electrones seguida de la banda de conducción, entre ellas existe una "banda prohibida" o *gap* en la cual los electrones no pueden ocupar los niveles correspondientes a dicha banda. En la unión p-n las bandas de energía están desplazadas de forma que los electrones y huecos en la banda de conducción no puedan cruzar. Sólo con la aplicación de un campo eléctrico esta estructura se modifica cruzando portadores al lado contrario favoreciendo la recombinación (transición desde la banda superior a inferior), que en ciertos materiales, los llamados de banda prohibida directa, se produce un fotón, siendo este su mecanismo de inversión de población de un láser de semiconductor. Cuando la inversión es suficientemente alta se tendrá una emisión estimulada la cual suele ser paralela a la unión, si no se alcanza la condición de umbral la emisión no es coherente y se tendrá un LED [7-9].

EL mecanismo de operación del diodo láser y el LED de unión p-n son similares, están basados en propiedades eléctricas y ópticas de uniones p-n y materiales semiconductores. Los diodos láser emiten luz coherente producida por emisión estimulada mientras que el LED bajo una excitación de inyección produce luz no coherente por emisión espontánea, los materiales utilizados para la emisión de distintas longitudes de onda de los diodos láser son similares a los usados en los LEDs, dependiendo así del material usado en la capa activa, nitruros utilizados para regiones visibles, arseniuros a partir del infrarrojo cercano. La longitud de onda de un láser semiconductor, excepto efectos térmicos está definida por el ancho de la banda prohibida, en los más comunes como el de AlGaAs la banda prohibida está en la frontera de rojo e infrarrojo. Hoy en día se tienen láseres comerciales desde el infrarrojo lejano hasta UV.

La estructura básica del diodo láser es muy similar a la doble estructura del LED, normalmente existen varias capas de distintos materiales llamadas “heterouniones” cuya función es el confinamiento de la luz por la diferencia entre sus índices de refracción de los materiales y a las dos facetas de espejo adicionadas en cada extremo de la capa activa formando una cavidad óptica para el láser de tipo Fabry-Perot, la luz coherente es emitida desde las facetas en direcciones opuestas, no todos emiten por el borde de la unión también los hay de emisión superficial (emiten perpendicularmente a la unión). Con un campo eléctrico externo los portadores minoritarios son inyectados a la capa activa a través de la unión p-n, para la emisión estimulada se necesita una gran cantidad de portadores inyectados para la inversión de población y la capa activa se hace menor a 150 nm para tener una gran cantidad de portadores inyectados. Para que una emisión estimulada ocurra a gran magnitud se necesita una gran cantidad de portadores y fotones confinados en la capa activa, este confinamiento puede lograrse al modificar el índice de refracción de la capa activa [7-9].

En la Fig.1.17. se muestra el diodo que tiene forma de paralelepípedo rectangular con dos caras perpendiculares al plano de unión; la cavidad geoméricamente forma una cavidad Fabry-Perot.

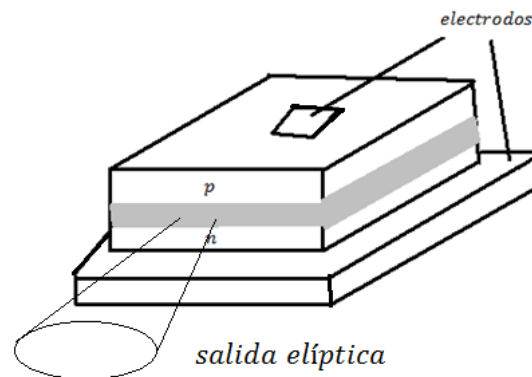


Fig.1.17. Estructura del diodo láser.

Las dimensiones de un diodo láser son pequeñas, dos de las superficies perpendiculares a la unión son rugosas para disminuir la reflexión y evitar la emisión en esas direcciones, las otras dos se pulen y actúan como espejos, favoreciendo la amplificación, de esta forma la estructura actúa como cavidad sin necesidad de espejos externos, esto es así porque los semiconductores tienen altos índices de refracción, haciendo que la reflectividad en la superficie medio-aire sea de un 30% o 40%. El diodo láser puede tener varias salidas de frecuencias debido al carácter de banda de los niveles de energía, sin embargo debido al tamaño de la cavidad, estas frecuencias están muy separadas. La temperatura influye en la respuesta de láser ya que un aumento conlleva un crecimiento en la corriente de umbral para la emisión y

de longitud de onda. Su perfil de emisión no es gaussiano o redondeado sino más bien alargado debido a difracción perpendicular a la unión, en esa sección el haz se puede abrir decenas de grados por lo cual es muy difícil de controlar convirtiéndose en una de sus desventajas principales, entre sus ventajas están su alta eficiencia, pequeño consumo de corriente y capacidad de ser excitados por fuentes de baja tensión.

Entre sus aplicaciones se encuentran lectores de discos, impresoras y telecomunicaciones, posibilidad de usar conjuntos de estos láseres agrupados y con la utilización de fibra óptica ha permitido alcanzar potencias muy altas extendiendo mucho sus aplicaciones en la industria y la ciencia.

1.8.- Bibliografía

- [1] Ana maría Cetto. (1996). La luz en la naturaleza y en el laboratorio. México: Fondo de cultura económica de cultura económica.
- [2] Walter Pérez Terrel (2000). Física, teoría y práctica. Universidad Mayor de San Marcos, Perú.
- [3] Marc Figueras Atienza (2011). Óptica y fotónica: la ciencia de la luz. Edición de UOC, España.
- [4] E. L. Dereniak, G. D.Boreman (1996). "Infrared Detectors and Systems", Willey, New York.
- [5] S. M. Sze. (1981). Physics of Semiconductor Devices (Wiley, New York).
- [6] P. Bhattacharya (1994). "Semiconductor Optoelectronic Devices", (Prentice Hall International Editions London).
- [7] Henry Mathieu, Herve Fanet. (2013). Física de semiconductores y componentes electrónicos. México: UNAM: Dirección general de publicaciones y fomento editorial.
- [8] Mitsuo Fukuda. (1998). Optical Semiconductor devices. John Wiley.
- [9] Vicente Aboites. (1991). El láser. México: Fondo de cultura económica.
- [10] Boylestad Nashelsky. (2010). Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos, Prentice hall.
- [11] Virgilio Beltrán I. (1995). Para atrapar un fotón. México: Fondo de cultura económica de cultura económica.
- [12] Bernardo Fontal. (2005). El espectro magnético y sus aplicaciones. Escuela Venezolana para la enseñanza de la química, Venezuela.
- [13] Waine Tomasi. (2003). Sistema de comunicaciones electrónicas. Prentice-Hall Pearson educación de México. S.A de C.V. Cuarta edición.

CAPÍTULO 2

Técnicas de caracterización

2.1.- Espectroscopia óptica

La espectroscopia es la medición e interpretación de la interacción entre radiación y materia en función de su longitud de onda, dando cabida a varios fenómenos como la reflexión, dispersión, absorbanza y reemisión, como la luz es una forma de energía, la absorción de la luz causa el aumento de energía en los átomos o moléculas cuya cantidad de energía está dada en niveles discretos. Al hacer incidir radiación UV- VIS de energía adecuada las moléculas pasan del estado fundamental a un estado de mayor energía (excitado), si la energía de radiación coincide con la diferencia de energía entre el último estado ocupado y el primer estado vacío se produce la transición de un electrón a un estado de energía superior. La luz UV-VIS es absorbida por los electrones de valencia y estos son promovidos a estados excitados. Las moléculas que absorben en la región UV-VIS producen que tengan color, es decir la longitud de onda que absorbe determina el color. La espectroscopia se utiliza para determinar características físico-químicas de los compuestos [1-3].

Históricamente la espectroscopia se refiere al uso de la luz visible dispersa por un prisma de acuerdo a su longitud de onda, este concepto se amplió para comprender alguna medida en función de su longitud de onda. La espectrometría es la técnica espectroscópica para evaluar o estudiar una cantidad dada como función de longitud de onda. Los instrumentos que presentan la capacidad de resolver radiaciones como función de longitud de onda son llamados espectrómetros o espectrofotómetros cuyos principios ópticos y electrónicos empleados son los mismos para espectroscopia UV, visible e IR, el espectrómetro transforma la información espectral a un medio gráfico de correlación, la medición cuantitativa empleada es el ancho de banda como se muestra en la Fig.2.1. Los espectrómetros funcionan con la misma óptica geométrica, la luz golpea el elemento dispersivo de longitud de onda (DWE, por sus siglas en inglés *dispersive electromagnetic wave*) con determinado ángulo de incidencia y dependiendo si este es un prisma o una rejilla de difracción la luz es difractada o refractada con cierto ángulo el cual varía de acuerdo a la longitud de onda. Un espectrómetro tiene como componentes esenciales un sistema de lentes, espejos que colimen la radiación, aberturas, un monocromador que separe las radiaciones en longitud de onda y un transductor que convierta la radiación a energía eléctrica [4–8].

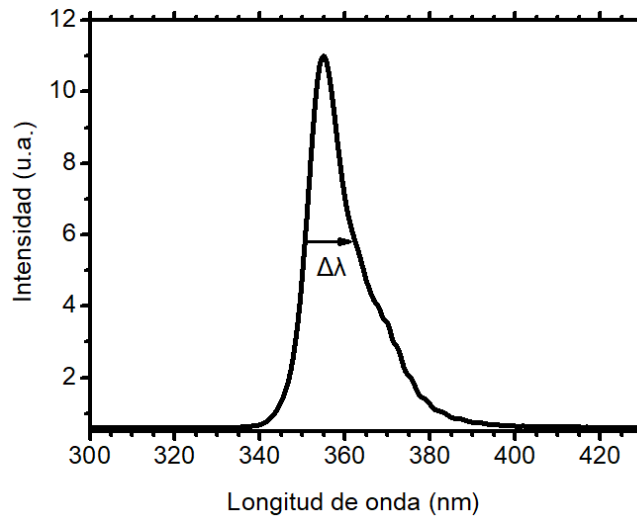


Fig. 2.1. Ancho de banda es el punto intermedio entre la línea base y el máximo.

El espectrómetro de fibra óptica utilizado para caracterizar los dispositivos optoelectrónicos es HR2000+ de Ocean Optics (ver apéndice A) Fig. 2.2, capaz de proporcionar hasta 0.065 nm de FWHM (del ingles, *Full With at Half Maximum*), cuyo rango espectral específico depende de la rejilla.

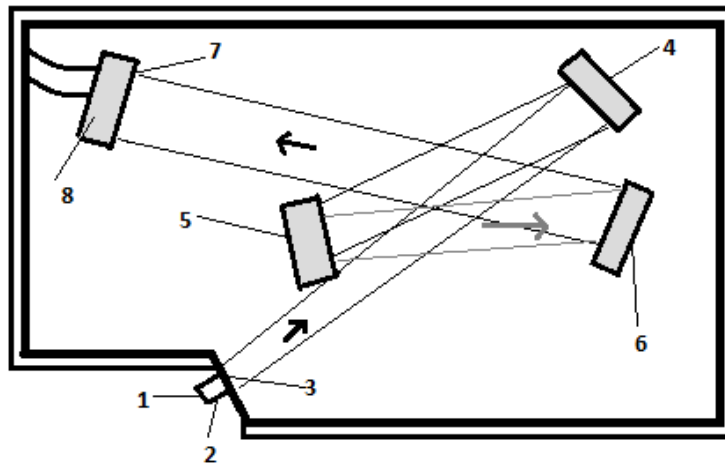


Fig. 2.2. Estructura interna de un espectrómetro

El espectrómetro de la Fig. 2.2 consta de un conector SMA para la entrada de la fibra (1), una abertura que controla la resolución espectral (2), un filtro paso banda que restringe la radiación a longitudes de ondas predeterminadas (3), un espejo colimador que enfoca la luz hacia la rejilla del espectrómetro (4), una rejilla que dirige la luz difractada sobre el espejo de enfoque (5), una rejilla que difracta la luz y la dirige hacia otro espejo de enfoque (6) y un detector CCD que convierte la luz a señal digital la cual tiene por objeto mostrar de forma gráfica la distribución espectral de energía de objetos de acuerdo a su longitud de onda (7, 8).

2.2.- Medición de la potencia óptica

Un medidor típico de potencia óptica consta de una consola para la interpretación de datos adquiridos y un sensor, el sensor es un fotodiodo seleccionado para un rango de longitudes de onda y niveles de potencia, los principales tipos de sensores semiconductores son de Silicio (Si), Germanio (Ge), Arseniuro de Galio e Indio (InGaAs).

El medidor de potencia utilizado fue el modelo PM100D (ver apéndice B) para medición de la potencia óptica de los LEDs y diodos láser como se muestra en la Fig. 2.3. El medidor de potencia utilizado funciona tanto para fuentes pulsadas como continuas, fuentes coherentes y no coherentes, es un medidor de potencia de luz en general.



Fig. 2.3. Consola y sensor para medición de potencia.

2.3.- Bibliografía

- [1] Michael J. (2004). Modern Spectroscopy, Hollas University of Reading. England: John Wiley y Sons.
- [2] Jeremy M. Lerner (2006). Imaging spectrometer fundamentals for researchers in the biosciences. Cytometry A, 1;69(8) DOI: 10.1002/cyto.a.20242.
- [3] Bernardo Fontal (2005). El espectro magnético y sus aplicaciones Escuela Venezolana para la enseñanza de la química, Venezuela.
- [4] Hecht, E. (2002). Optics. Pearson Addison Wesley.
- [5] Malacara, D., Malacara, Z., Malacara, D. (2013). Handbook of optical design. CRC Press.
- [6] Orza Segade, J.M. (1986). Láseres y sus aplicaciones. Madrid: Consejo superior de investigaciones científicas.
- [7] Mark, H. (1991). Principles and Practice of Spectroscopic Calibration, Chemical Analysis, Vol. 118, Wiley: New York.
- [8] PM100D - Compact Power and Energy Meter Console, Digital 4" LCD. Página Web: <https://www.thorlabs.com/thorproduct.cfm?partnumber=PM100D>

CAPÍTULO 3

Desarrollo Experimental

3.1.- Diseño de los Módulos: El objetivo final es la construcción de cuatro módulos que contengan cuarenta y ocho longitudes de onda con ayuda de LEDs y diodos láser, el esquema principal se ve en la Fig. 3.1. Los cuarenta y ocho diodos se dividieron en cuatro diferentes módulos, cada uno de ellos con doce longitudes de onda.

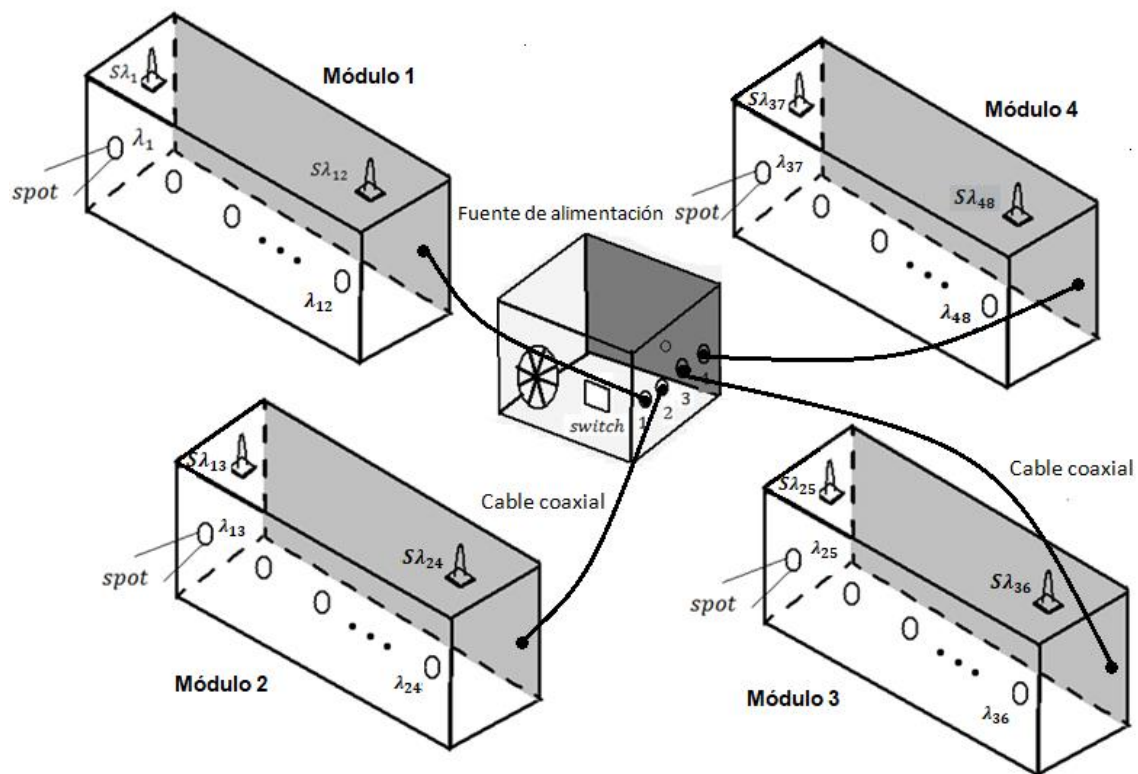


Fig. 3.1. Esquema de la fuente, consta de cuatro módulos y una fuente de alimentación.

Para el sistema de alimentación se consideró la suma de las corrientes en caso de estar en operación todos los diodos:

$$\sum_{m=1}^{48} I_m = 4623 [\text{mA}]$$

Donde I_m es la corriente de cada diodo dada en la hoja de especificaciones. Para solucionar la alimentación, se eligió una fuente de voltaje conmutada la cual tiene la capacidad de proveer 5V/20A para lo cual resulta suficiente.

En la Fig. 3.2 se muestra el circuito y componentes de una fuente conmutada a la cual se le hizo una modificación (para conectar el cable verde de “alimentación viva” a tierra para su encendido manual) para que suministrara 5V/20A, también se muestra la fuente terminada con cuatro salidas para la conexión por cable BNC.

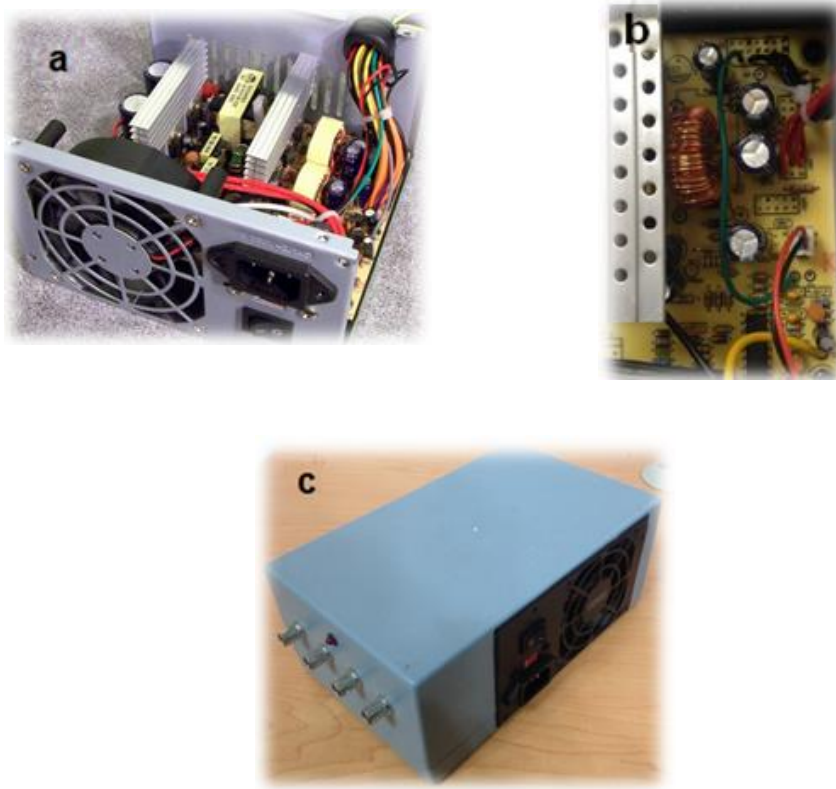


Fig. 3.2. a). Circuito interno de la fuente conmutada. b) Adaptación para el encendido manual. c) Estructura final de la fuente.

Para verificar la estabilidad de la fuente se implementó un circuito como el de la Fig. 3.3, está conformado con la fuente conmutada y una resistencia variable. Con este circuito se verificó que la tensión no disminuyera de forma drástica cuando se someta a una carga de casi 10 A.

Como resultado la fuente no presentó problema alguno en suministrar 10 A la cual es más que suficiente para la alimentación de los cuatro módulos.

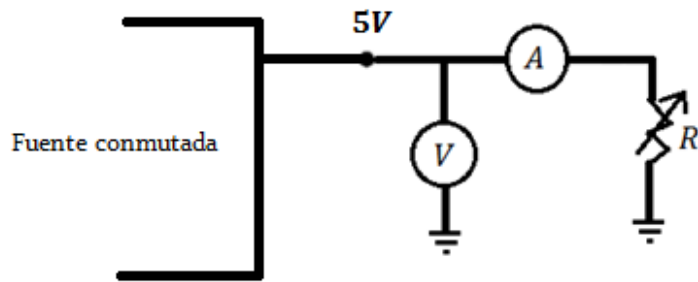


Fig. 3. 3. Circuito para verificar la estabilidad de la fuente conmutada.

3.2.- LEDs para la fuente

En las tablas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 se presentan datos técnicos de los LEDs instalados. Los LEDs utilizados son por montaje de orificio y de montaje superficial, los primeros están dentro de una caja o carcasa con algún tipo de lente, una muy común es la lente de bala cuya finalidad es la reducción de spot de salida (aproximadamente treinta grados); los LEDs de montaje superficial tienen un encapsulado que permite una mayor superficie semiconductor y son comúnmente diseñados para una mayor corriente y por lo tanto emiten una mayor potencia; el ángulo emisión de los LEDs SMD¹ es mayor que los LEDs de lente de bala cuya emisión se encuentra alrededor de ciento veinte grados y su montaje es directamente sobre el circuito por ello requieren un diseño con soporte especial.

El diseño para el montaje de los LEDs SMD se realizó en el software AutoCAD debido a sus dimensiones en milímetros de los dispositivos, un ejemplo es el cuarto LED del primer módulo cuyas medidas y diseño en AutoCAD se muestran en la Fig. 3.4.

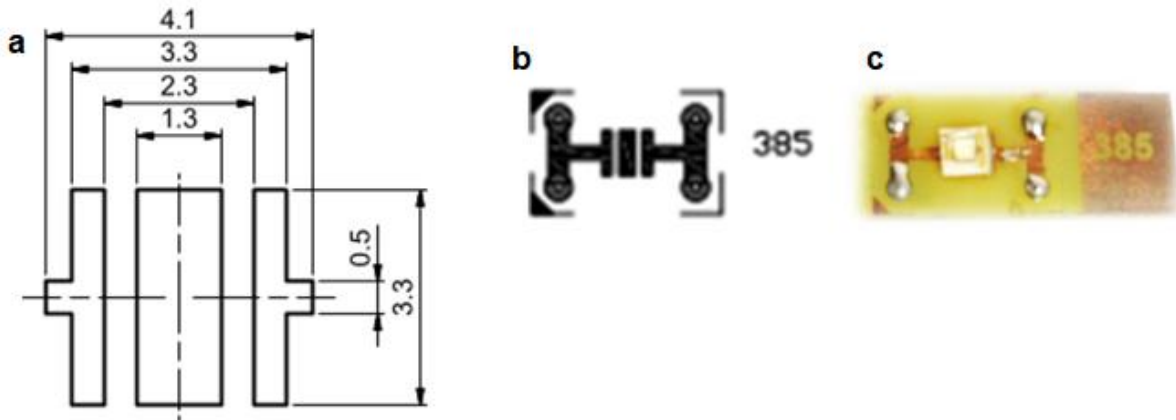


Fig. 3.4. a). Medidas en mm para la soldadura, b).Diseño en AutoCAD y c). Montaje en una tarjeta PCB.

¹ Dispositivo de montaje superficial.

3.3.- Módulo 1.

Tabla 3.1. Datos técnicos de operación de los LEDs del primer módulo.

Especificaciones técnicas de los LEDs del primer módulo cuyo rango es de 355nm a 458nm. Donde λ_T , V_T , I_T , P_T representan los valores teóricos de la longitud de onda, la tensión teórica, corriente y potencia, respectivamente.

	λ_T [nm]	V_T [V]	I_T [mA]	P_T [mW]	Número de serie	Elementos adicionales para su montaje	Imagen del diodo
1	355	3.6	20	0.3	SSL-LXTO46355C- Lumex		
2	377	3.6	20	3.7	LED 370E- Thorlabs		
3	375	3.5	30	2	SSL-LXTO46375C - Lumex		
4	385	3.1	250	200	VLMU3500-385- 120-Vishay		
5	390	3.4	20	15	UV5TZ-390-30- Bivar		
6	395	3.5	20	30	UV3TZ-395-30- Bivar		
7	400	3.4	250	380	LZ1-00UA00- 00U6-LED-ENGIN		
8	405	3.3	20	30	UV3TZ-405-30- Vishay		
9	411	3.2	20	11	OCU 400 411 OS- OSA OPTO LIGHT		
10	430	3.8	30	0.5	L-53MBC-Kinbright		
11	447	2.9	250	360	LXML-PR01-0500- Lumileds		
12	458	3.2	20	2	FNL- U300B22CDSL- FORGE		

3.4.- Módulo 2

Tabla 3.2. Datos técnicos de operación de los LEDs del segundo módulo.

Especificaciones técnicas de los LEDs del segundo cuyo rango es de 467nm a 525nm. Donde λ_T , V_T , I_T , P_T representan los valores teóricos de la longitud de onda, la tensión teórica, corriente y potencia, respectivamente.

	λ_T [nm]	V_T [V]	I_T [mA]	P_T [mW]	Número de serie	Elementos adicionales para su montaje	Imagen del diodo
1	467	3.1	250	86	ASMT-MB00-NDF00- Broadcome limited		
2	550	3.3	20	18	VAOL-SB1XAX-SA- VCC		
3	475	3.5	250	200	SML-LX2832UWC- TR-Lumex		
4	470	3.1	250	160	LBCP7P-GYHY-35- Osram		
5	485	3.1	250	180	XPCBLU-L1-0000- 00W01-CREE		
6	502	3.6	20	90	SSL-LX5093UEGC- Lumex		
7	510	3.4	20	600	MCL053BGC- Multicomp		
8	505	3.2	250	370	LVCK7P-JYKZ-25-Z- Osram		
9	520	3.2	20	80	SSL-LX5093UPGC/G- Lumex		
10	535	3.4	250	90	VAOL-ST1XAX-SA- VCC		
11	545	3.2	20	1.25	OCL-400 GE545-XD- T-OSA-OPTO-LIGHT		
12	525	2.1	250	65	150353RS74500- WURTH		

3.5.- Módulo 3

Tabla 3.3. Datos técnicos de operación de los LEDs del tercer módulo.

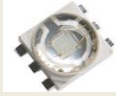






Especificaciones técnicas de los LEDs del segundo cuyo rango es de 565nm a 620nm. Donde λ_T , V_T , I_T , P_T representan los valores teóricos de la longitud de onda, la tensión teórica, corriente y potencia, respectivamente.

	λ_T [nm]	V_T [V]	I_T [mA]	P_T [mW]	Número de serie	Elementos adicionales para su montaje	Imagen del diodo
1	565	2.2	20	6	SSL-LX5093SGC/B- Lumex		
2	570	2	20	7	VAOL-10GDE4-VCC		
3	578	2.5	20	60	MC20370-MULTICOMP		
4	572	2.1	20	30	MCL034SG- MULTICOMP		
5	585	2.1	20	2	SSL-LX3044YC-LUMEX		
6	590	2.1	20	2	LED591E-Thorlabs		
7	595	2.2	20	90	SSL-LX5093SYC/G- Lumex		
8	587	2.2	50	100	LYE63B-CBEA-26-1-Z- Osram		
9	604	2.2	20	0.37	KPB-3025ESGC-F01- Kinbright		
10	600	2	80	120	MC20373-Multicomp		
11	605	2.3	20	60	AND157HAP-and optoelectronics		
12	620	2.7	250	160	LXM2-PH01-0060- Lumileds		

3.6.- Módulo 4

Tabla 3.4. Datos técnicos de operación de los LEDs del tercer módulo.

Especificaciones técnicas de los LEDs del segundo cuyo rango es de 610nm a 870nm. Donde λ_T , V_T , I_T , P_T representan los valores teóricos de la longitud de onda, la tensión teórica, corriente y potencia, respectivamente.

	λ_T [nm]	V_T [V]	I_T [mA]	P_T [mW]	Número de serie	Elementos adicionales para su montaje	Imagen del diodo
1	610	2	250	160	XPERDO-L1-R250-00A01-CREE		
2	615	2.1	250	150	ASMT-JH10-ARS01-BROADCOM		
3	630	2.1	250	160	XPCRED-L1-0000-00401-CREE		
4	625	2.2	250	160	LRC7P-JRJT-1-0-OSRAM		
5	635	2.2	25	7	2008352-Laser components		
6	640	2.1	250	160	ASMT-JD30-ALN01 Briadcom		
7	660	2	20	100	NTE30041-NTE electronics		
8	690	2	50	35	HL6738MG-opnext		
9	700	2.3	50	2	SSL-LX5093HD-Lumex		
10	808	2.1	50	10	L808P010-Thorlabs		
11	850	1.9	7	1.5	OPV300-Optek		
12	870	1.6	7	22	LED870E-Thorlabs		

El circuito para la caracterización (tensión, corriente, potencia óptica, longitud de onda real y ancho de línea) de cada diodo con base en las especificaciones del fabricante se muestra en la Fig. 3.5. Esto se hizo para cada uno de los diodos y los resultados se muestran en el capítulo 4.

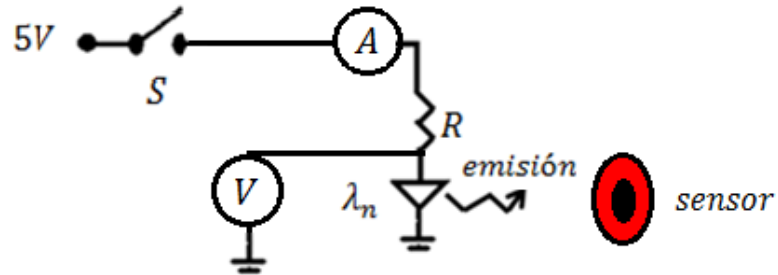


Fig. 3.5. Circuito para medir la tensión, corriente y potencia óptica

La longitud de onda se midió con un espectrómetro cuyo modelo es **HR2000 +** de *Ocean optics*, se trata de un espectrómetro de alta resolución para aplicaciones de caracterización de longitud de onda y ancho de línea. El espectrómetro mide en el rango de 200 – 700 nm.

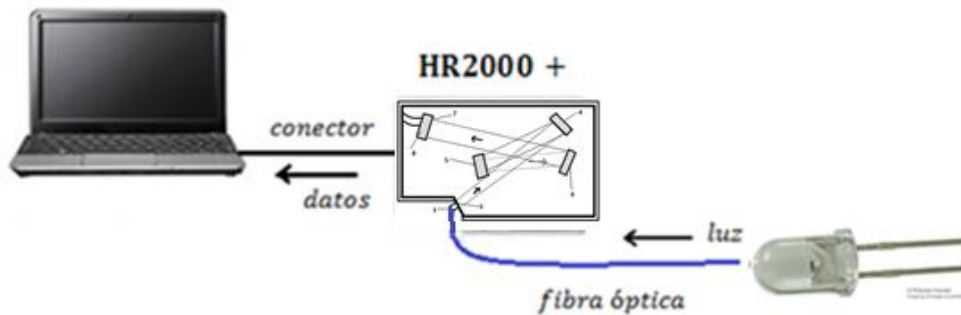


Fig. 3.6. Medición de la longitud de onda con espectrómetro.

Los circuitos impresos para cada módulo tienen como base el circuito de la Fig. 3.7, tiene un interruptor para el encendido/apagado, un fusible, un LED que indica el sistema activo (λ_{enc}) y el sistema de iluminación a cierta longitud de onda (λ_M). Se utilizó la forma más común para limitar la corriente que es por medio de una resistencia, esto tiene como desventaja la disipación de potencia en la resistencia, sin embargo esto no representa problema debido a las dimensiones físicas de la estructura donde se realizó el montaje.

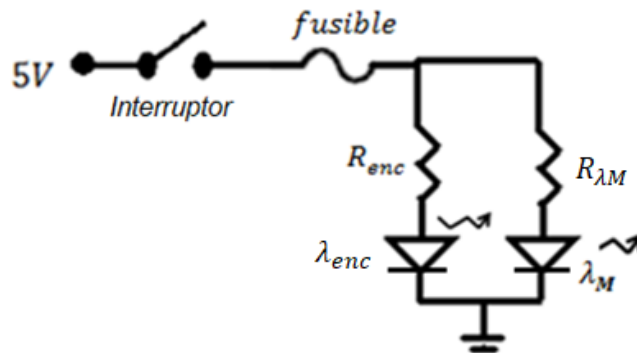


Fig. 3.7. Circuito para PCB.

El cálculo de la resistencia del sistema activo (R_{enc}) y el sistema de iluminación ($R_{\lambda M}$) se realiza con la ley de Ohm cuya ecuación es la siguiente:

$$R = \frac{V}{I} \text{ [}\Omega\text{]} \quad (5)$$

De las especificaciones para un LED verde se tiene que su funcionamiento es a 3 V y 20 mA, sustituyendo en 5 se tendrá:

$$R_{enc} = \frac{V}{I} = \frac{3V}{20mA} = 150\Omega$$

El cálculo de la resistencia del sistema de iluminación se da con la misma expresión, sólo cambiando su tensión (V_M) y corriente (I_M) de acuerdo a los datos del fabricante de cada diodo, la expresión para el cálculo es la siguiente:

$$R_{\lambda M} = \frac{V}{I} = \frac{V_M}{I_M}$$

En cuatro diferentes placas fenólicas se pusieron doce circuitos como el de la Fig. 3.7, resultando cuatro circuitos con la misma forma que la Fig. 3.8. Este circuito se repite para cada uno de los 4 módulos cambiando sólo la resistencia para cada diodo de distinta longitud de onda.

3.7.- Circuitos PCB y componentes de instalación

Para proporcionar una base en donde montar los LEDs y demás dispositivos (resistencias, porta fusibles etc.) se diseñó el circuito impreso en tarjeta PCB el cual proporciona resistencia mecánica y aislamiento.

El circuito de la Fig.3.8, cuyo modelo es ocupado por los cuatro módulos contiene el diagrama de la Fig.3.7, los dispositivos instalados se muestran en la Fig. 3.9, donde instalaron resistencias, conectores para los interruptores e indicador de sistema activo. En una de los extremos de la tarjeta se puso un conector para energizar los doce diodos de cada módulo, esto con el fin de separar la parte eléctrica de la óptica.

La parte óptica de cada módulo (sólo los dispositivos emisores) se implementaron en cuatro tarjetas PCB, en la Fig. 3.10 se muestra la tarjeta del primer módulo para la instalación de los doce primeros diodos, se eligió un orden ascendente de acuerdo a su longitud de onda emisión. La idea es prácticamente la misma para los otros tres módulos diferenciándose en el distinto montaje necesitado por cada diodo. Las Figuras 3.10 y 3.11 muestran los diseños para la instalación de los diodos del primer y segundo módulo respectivamente, los diseños para el tercer y cuarto módulo tienen misma forma que el de la Fig. 3.10, con la única diferencia del montaje para la instalación de cada diodo.

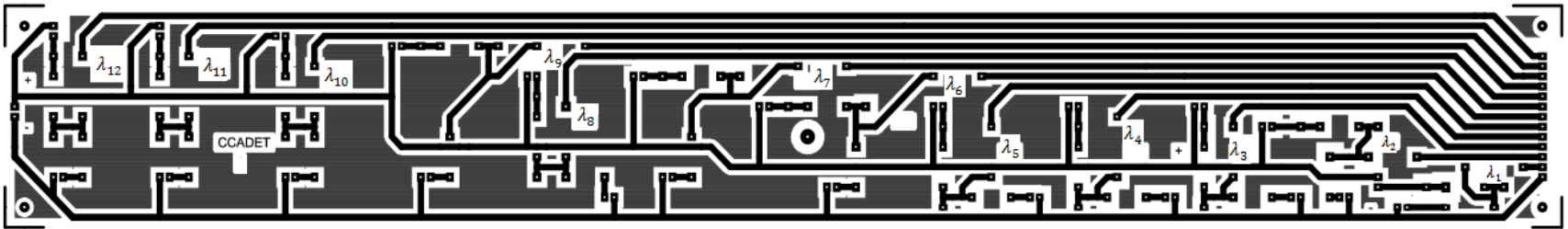


Fig. 3.8. Circuito para la limitación de la corriente de cada diodo.

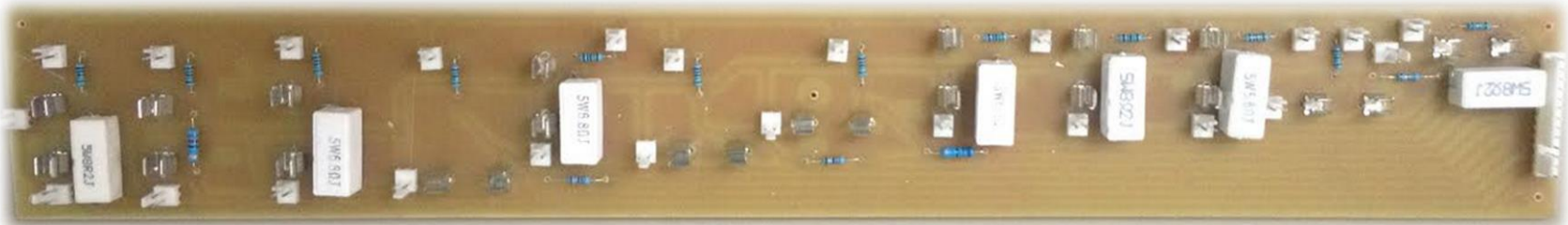


Fig. 3.9. Dispositivos instalados en la tarjeta PCB.

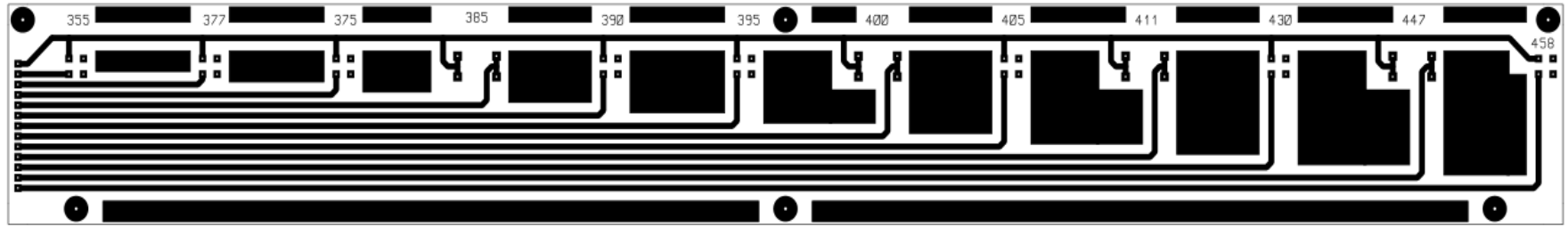


Fig. 3.10. Circuito para la instalación de los diodos emisores del primer módulo, las longitudes de onda están en el rango de 355 a 447 nm.

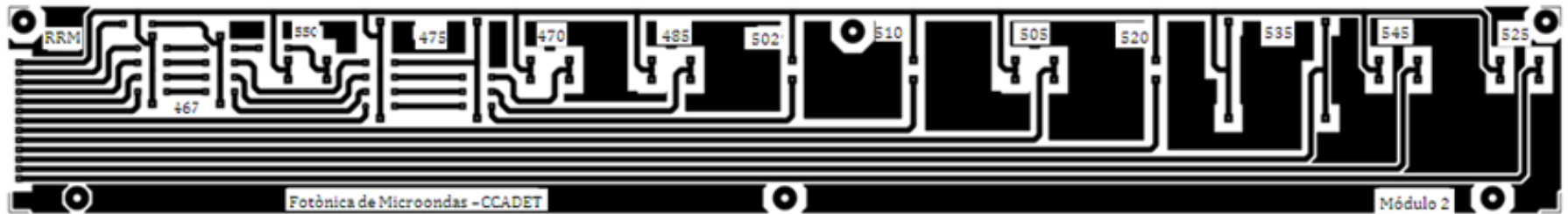


Fig. 3.11. Circuito para la instalación de los diodos emisores del segundo módulo, las longitudes de onda están en el rango de 456 a 526 nm.

3.8.- Componentes de los circuitos

Para que los diodos de cada módulo no queden directamente fijos en las tarjetas y puedan reemplazarse con facilidad, se instalaron bases para el montaje de los LEDs cuya finalidad es funcionar como un conector, en la Fig. 3.12, 3.13 y 3.14 se muestran las imágenes de estas bases así como su instalación en la tarjeta.

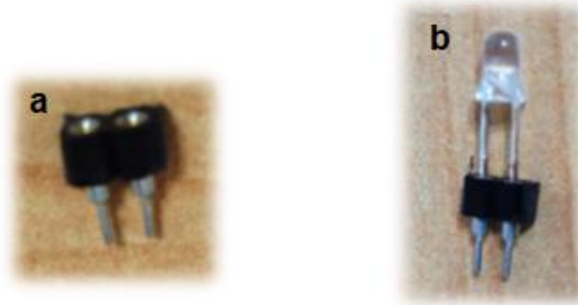


Fig. 3.12. a). Conector. b). LED en el conector.

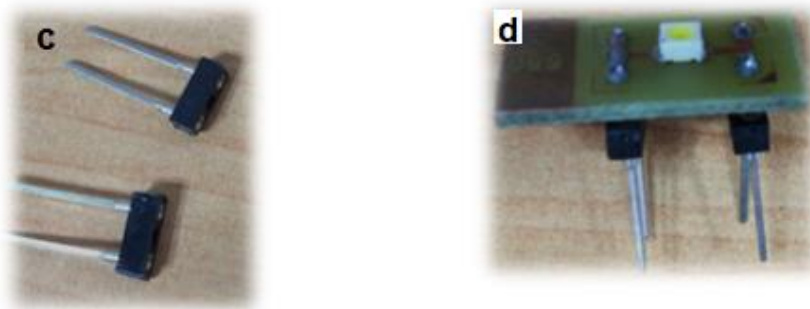


Fig. 3.13. c). Conectores para la tarjeta PCB. d). Tarjeta en el conector.

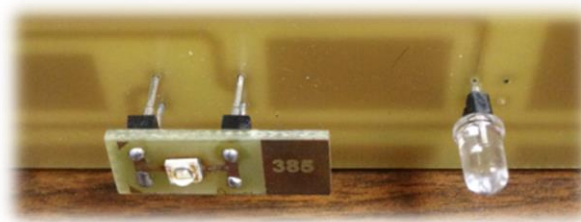


Fig. 3.14. LEDs montados en la tarjeta PCB.

3.9.- Ensamble de los módulos

Las dos tarjetas PCB se soportaron en una estructura de metal para formar una sola pieza brindando una mejor protección y manipulación, se revistió toda la estructura como se muestra en la Fig. 3.15. La instalación de un LED es relativamente fácil, pues se puede recurrir como a una resistencia para limitar su corriente, la dificultad inicia cuando se necesitan instalar más de cuarenta LEDs donde no sólo se tienen del tipo lente de bala (más comunes) sino también los LEDs de montaje superficial cuyas dimensiones complican su instalación ya que demandan un diseño especial para su funcionamiento. Una vez solucionado lo anterior se fabricó una estructura para sujetar las tarjetas, las estructuras se fabricaron de barras de acero, se cortaron de acuerdo a las medidas de las tarjetas, se barrenaron e hicieron las cuerdas, para sujetarlas se utilizaron tornillos como se muestra en la Fig. 3.15a. Por último toda la estructura se colocó dentro de una caja, elaborada de un material llamado trovicel, este material se cortó de acuerdo a las medidas necesarias para formar una caja para nuestro sistema como se muestra en la Fig. 3.15b.

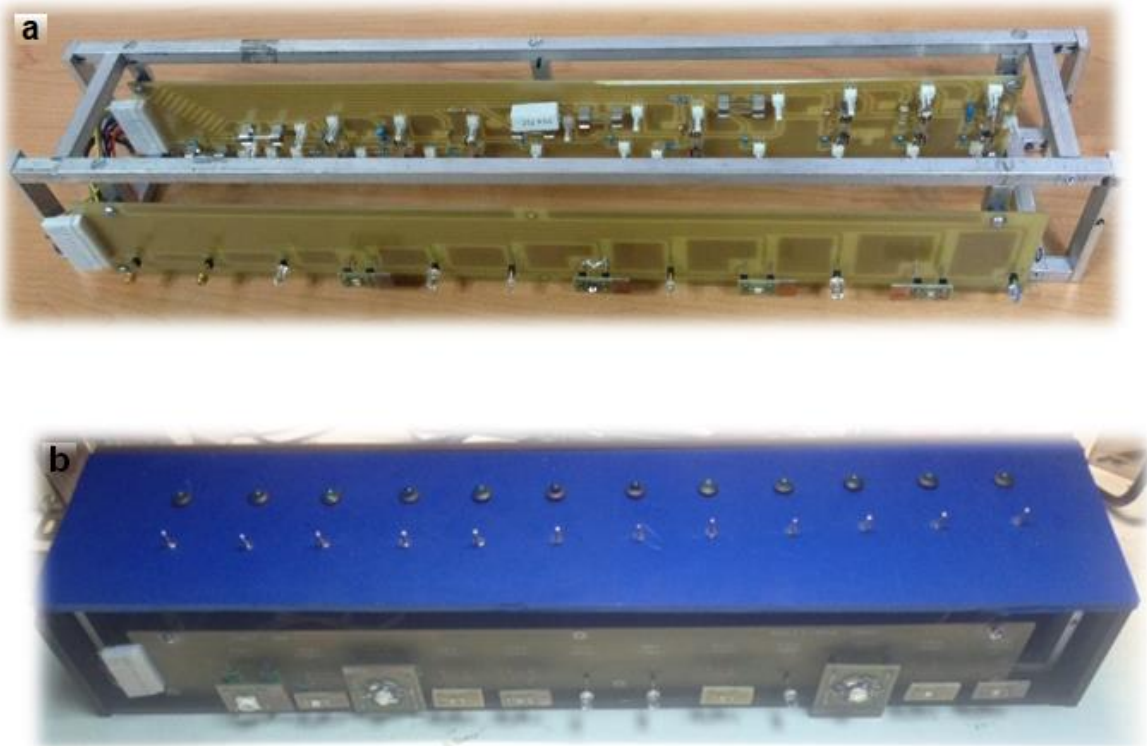


Fig. 3.15. a). Estructura para fijar las tarjetas. b). Ensamble final del módulo.

CAPÍTULO 4

Resultados y Discusión

La fuente de luz de UV-NIR de intervalos espectrales reducidos, como anteriormente se mencionó, se dividió en cuatro módulos, en este capítulo se mostrarán los espectros, potencia y ancho de banda de los cuarenta y ocho LEDs y diodos láser instalados.

4.1.- Módulo 1.

La Fig. 4.1. presenta la emisión normalizada de los primeros doce LEDs, se observa que la emisión de la potencia emitida no sólo es una banda angosta de emisión debido a que los electrones y huecos ocupan una distribución distinta de energía dentro de la banda de conducción y de valencia respectivamente, por ello los fotones asociados a cada recombinación tienen distinta energía y frecuencia. En la longitud de onda de pico se tiene una mayor concentración de portadores emitiendo a su máxima intensidad en cada LED. El ancho de banda está en el rango de 8 a 20 nm en la región de 355 a 420 nm. El LED de 435 nm muestra un espectro más ancho de 35 nm y no uniforme tanto en el pico de emisión como en su forma espectral.

Módulo 1: $\lambda_1(355 \text{ nm})$ a $\lambda_{12}(455 \text{ nm})$.

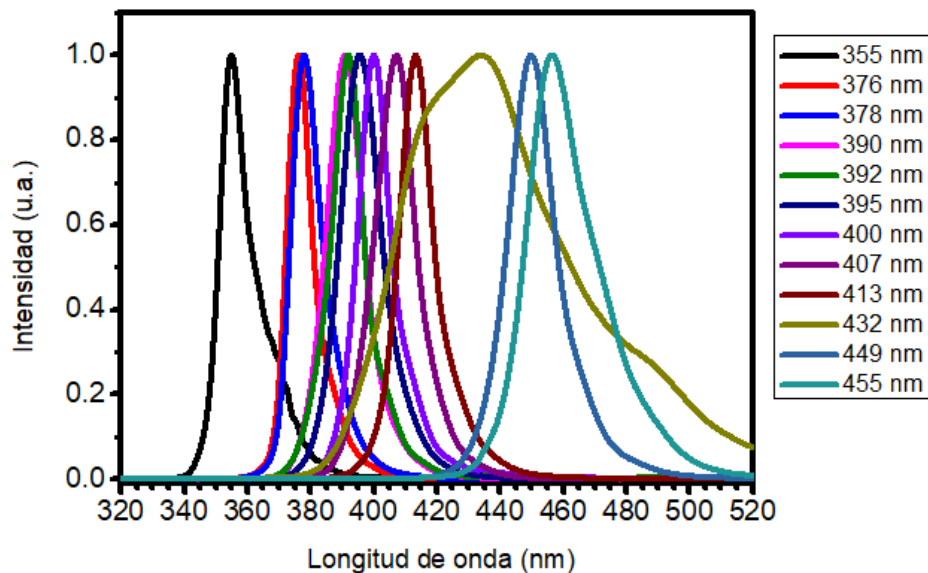


Fig. 4.1. Espectro de emisión normalizado del primer módulo

En la Fig. 4.2 se muestra la potencia contra longitud de onda del primer módulo, se observa que los LEDs cuya corriente nominal se encuentra en el orden de 20 mA en la región de 355 a 460 nm tienen una potencia óptica de salida de no más de 30 mW, esto se atribuye al tipo de cavidad, pues al ser muy pequeña el área del material activo (InGaN o GaN)¹ su corriente es menor por lo cual emiten poca potencia. Los tres LEDs cuya potencia esta entre 100 y 150mW son de montaje superficial con un área mayor de material activo (InGaN o GaN) que se diseña para tener una mayor corriente y por lo tanto más potencia de salida. Por otra parte en la Fig. 4.3 se observa un ancho de banda de 8 a 20 nm con la existencia de uno con 35 nm.

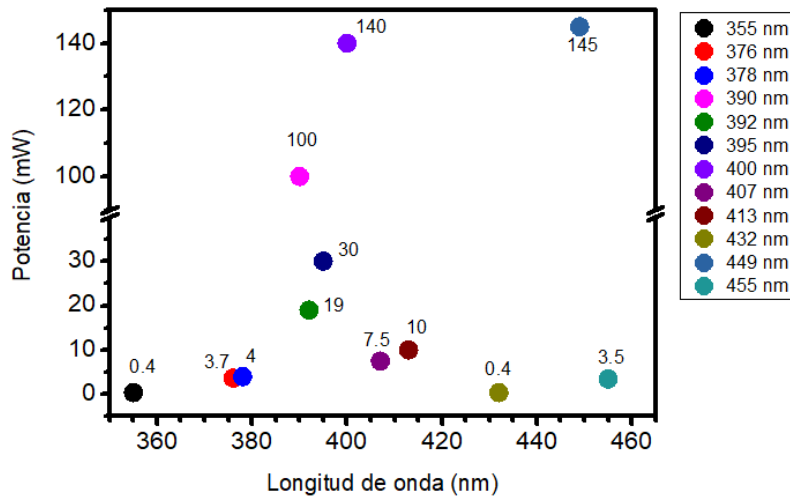


Fig. 4.2 Potencia en función de la longitud de onda del primer módulo.

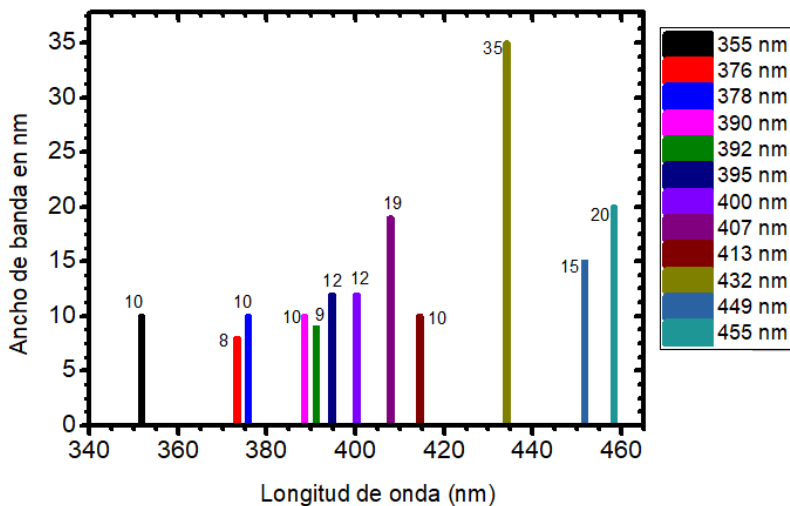


Fig. 4.3. Anchos de banda en función de la longitud de onda del primer módulo.

¹ Nitruro de Indio-Galio, Nitruro de Galio, ver apéndice C.





En la tabla 4.1 se presentan los datos experimentales obtenidos del primer módulo, donde λ_T , V_T , I_T y P_T representan los valores teóricos de longitud de onda, tensión, corriente y potencia óptica, respectivamente. λ_E , V_E , I_E y P_E representan los valores experimentales de longitud de onda, tensión, es corriente y potencia óptica, respectivamente.

Tabla 4.1. Datos experimentales del primer módulo.

	λ_T [nm]	λ_E [nm]	V_T [V]	V_E [V]	I_T [mA]	I_E [mA]	P_T [mW]	P_E [mW]	Ancho de banda [nm]	Número de serie y fabricante
1	355	355	3.6	3.6	20	30	0.3	0.4	10	SSL- LXTO46355C- Lumex
2	377	376	3.6	3.6	20	30	3.7	3.7	8	LED370E- Thorlabs
3	375	378	3.5	4	30	20	2	4	10	SSL-LXTO46375C - Lumex
4	385	390	3.1	3	250	240	200	100	10	VLMU3500-385- 120-Vishay
5	390	392	3.4	3.4	20	30	15	19	9	UV5TZ-390-30- Bivar
6	395	395	3.5	3.5	20	40	30	30	12	UV3TZ-395-30- Bivar
7	400	400	3.4	3.3	250	235	380	140	12	LZ1-00UA00- 00U6-LED-ENGIN
8	405	407	3.3	3.3	20	20	30	7.5	19	UV3TZ-405-30- Vishay
9	411	413	3.2	3.2	20	20	11	10	10	OCU 400 411 OS- OSA OPTO LIGHT
10	430	432	3.8	3.8	30	30	0.5	0.4	35	L-53MBC- Kinbright

En la Tabla 4.2. se muestra el material del sustrato con la que están fabricados los primeros doce LEDs, todos hechos con algún nitruro. Los nitruros de la familia III GaN, AlN e InN y sus principales aleaciones Nitruro de Aluminio-Galio (AlGaN) y Nitruro de Indio-Galio (InGaN) son candidatos potenciales de banda prohibida directa, en especial el Nitruro de Indio-Galio cuya energía de banda prohibida varía entre 6.2 y 1.9 eV generando longitudes de onda de 180 a 650 nm respectivamente, por esa razón se eligen para fabricar LEDs en el rango de 355 a 565 nm. La sintonización de los LEDs se puede lograr modificando el espesor del InGaN, el contenido de indio o bien, cambiando la temperatura de crecimiento de la capa de InGaN.

Tabla 4.2. Materiales de los LEDs del primer módulo

Longitud de onda (nm)	Ancho de banda (nm)	Material	Color de emisión
355	10	InGaN	
376	8	InGaN	
378	10	InGaN	
390	10	InGaN	
392	9	InGaN	
395	12	InGaN	
400	12	InGaN	
407	19	InGaN	
413	10	InGaN	
432	35	GaN	
449	15	InGaN	
455	20	InGaN	

4.2.- Módulo 2

En la Fig. 4.4 se observan los espectros de los doce LEDs normalizados del segundo módulo, sus anchos de banda se encuentran en el orden de 19 a 34 nm en la región de 450 a 550 nm, el aumento del ancho de banda de los espectros en este módulo en comparación con la región del módulo uno podría deberse a la baja calidad en el material activo de Nitruro de Galio durante su fabricación.

Módulo 2: $\lambda_1(456\text{nm})$ a $\lambda_{12}(526\text{nm})$.

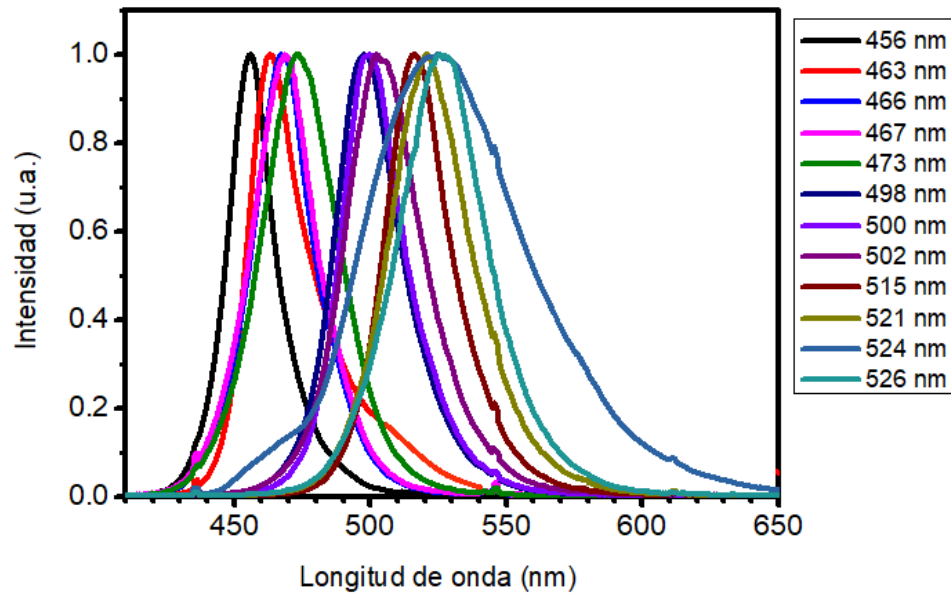


Fig. 4.4. Espectro normalizado del segundo módulo

En la Fig. 4.5 se observa que la potencia óptica de salida aumentó en esta región para los LEDs de 20 mA de corriente, a partir de los 500 nm se tiene una disminución considerable en la potencia de salida de los LEDs incluso para aquellos que funcionan a más corriente. En la Fig. 4.6 se observa anchos espectrales no muy diferente en los doce LEDs excepto el LED de 545 nm cuyo ancho espectral es de 65 nm.

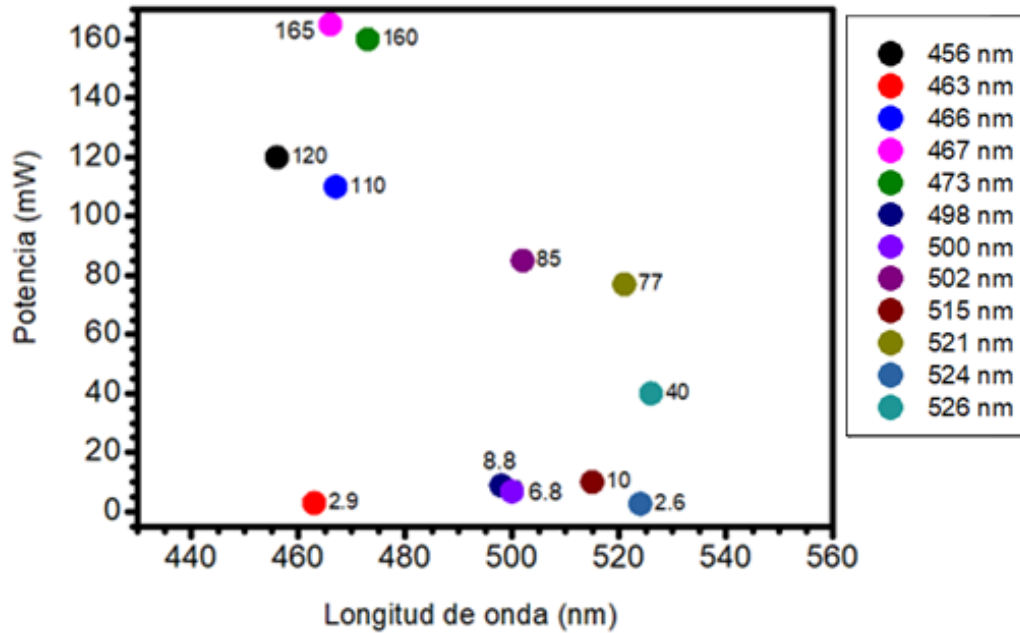


Fig. 4.5. Potencia en función de la longitud de onda del segundo módulo.

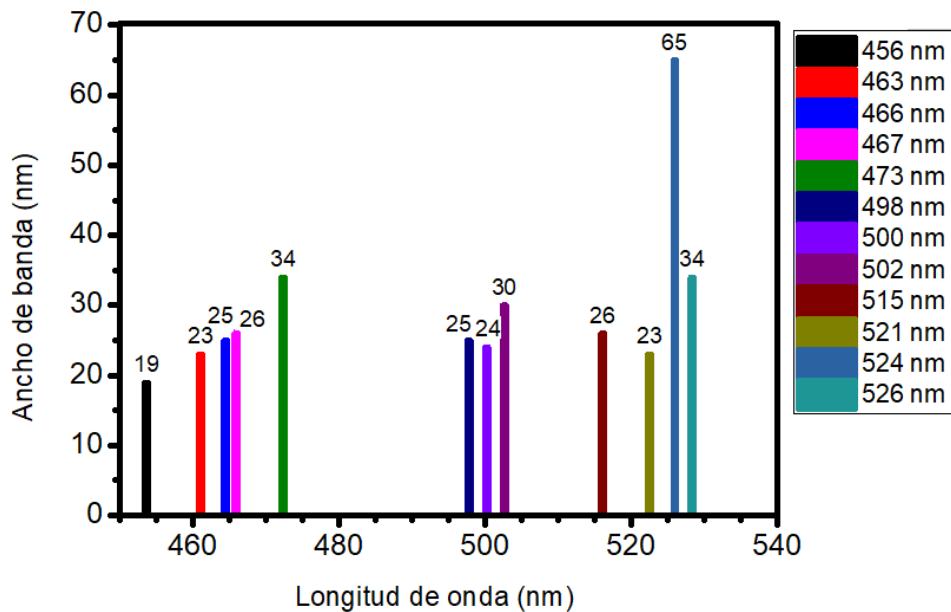


Fig. 4.6. Anchos de banda de los distintos diodos del segundo módulo.













En la tabla 4.3 se presentan los datos experimentales obtenidos del segundo módulo, donde λ_T , V_T , I_T y P_T representan los valores teóricos de longitud de onda, tensión, corriente y potencia óptica respectivamente. λ_E , V_E , I_E y P_E representan los valores experimentales de longitud de onda, tensión, es corriente y potencia óptica, respectivamente.

Tabla 4.3. Datos experimentales del segundo módulo.

	λ_T [nm]	λ_E [nm]	V_E [V]	I_T [mA]	I_E [mA]	P_T [mW]	P_E [mW]	Ancho de banda [nm]	Número de serie y fabricante
1	467	456	3	250	220	86	120	19	ASMT-MB00- NDF00-Broadcome limited
2	550	463	3.2	20	20	18	2.9	23	VAOL-SB1XAX-SA- VCC
3	475	466	3	250	250	160	165	26	LBCP7P-GYHY-35- Osram
4	470	467	3.4	250	240	200	110	25	SML- LX2832UWC-TR- Lumex
5	485	473	3.1	250	250	180	160	34	XPCBLU-L1-0000- 00W01-CREE
6	502	498	3.5	20	20	90	8.8	25	SSL-LX5093UEGC- Lumex
7	510	500	3.3	20	20	600	6.8	24	MCL053BGC- Multicomp
8	505	502	3.1	250	220	370	85	30	LVCK7P-JYKZ-25- Z-Osram
9	520	515	3.1	20	20	80	10	26	SSL- LX5093UPGC/G- Lumex
10	535	521	3.3	250	230	90	77	23	VAOL-ST1XAX-SA- VCC
11	545	524	3.1	20	20	1.25	2.6	65	OCL-400 GE545- XD-T-OSA-OPTO
12	525	526	2	250	220	65	40	34	150353RS74500-

Al igual que en el primer módulo, en la región del segundo módulo, la mayoría los LEDs están hechos de la aleación de Nitruro de Indio-Galio (InGaN) como se muestra en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Materiales de los LEDs del segundo módulo.

Longitud de onda (nm)	Ancho de banda (nm)	Material	Color de emisión
456	19	InGaN	
463	23	InGaN	
466	26	InGaN	
467	25	InGaN	
473	34	InGaN	
498	25	InGaN	
500	24	InGaN	
502	30	GaN	
515	26	InGaN	
521	23	GaN	
524	65	InGaN	
526	34	InGaN	

4.3.- Módulo 3

En la Fig. 4.7 se observan los espectros de los doce LEDs del tercer módulo, los anchos de banda se encuentran en el orden de 13 a 33 nm en la región de 560 a 630 nm excepto el noveno LED cuyo ancho de banda es mucho mayor. En la Fig. 4.8 se tiene las potencias de los LEDs, se puede decir que en esta región los LEDs que funcionan a una corriente de 20 mA tienen una potencia de salida no mayor a 4 mW por lo que de ser necesaria una potencia mayor se necesitarían buscar en el mercado LEDs de montaje superficial que funcionen a una mayor corriente y por lo tanto emitan mayor potencia. En la Fig. 4.9 se observa anchos espectrales no muy diferente en los doce LEDs, excepto los LEDs de 585 y 603 nm cuyos anchos espectrales son de 33 y 49 nm respectivamente.

Módulo 3: $\lambda_1(565 \text{ nm})$ a $\lambda_{12}(621 \text{ nm})$.

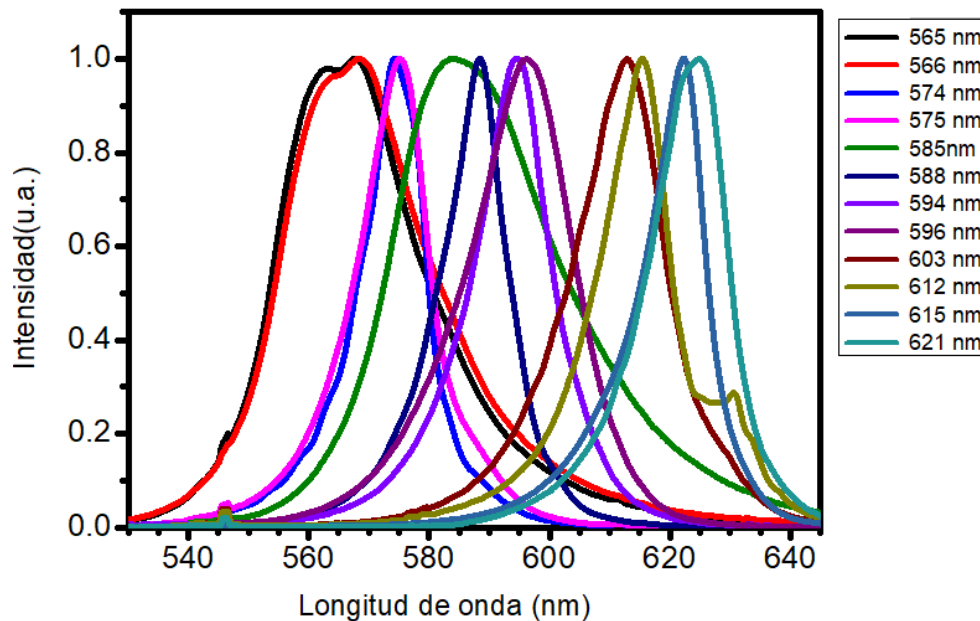


Fig. 4.7. Espectro normalizado del tercer módulo

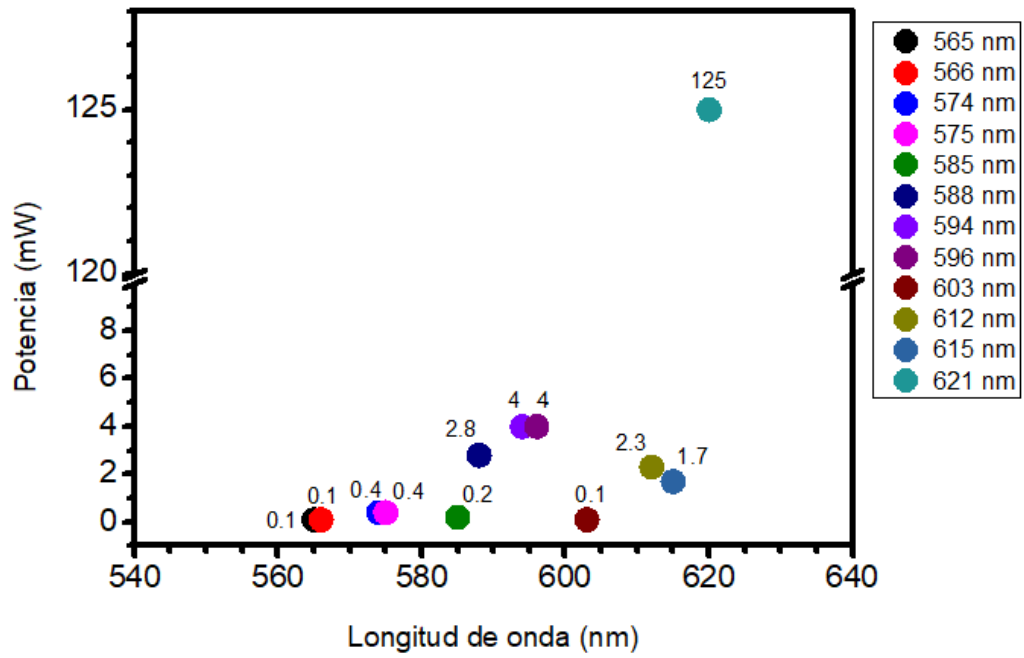


Fig. 4.8. Potencia en función de la longitud de onda del tercer módulo.

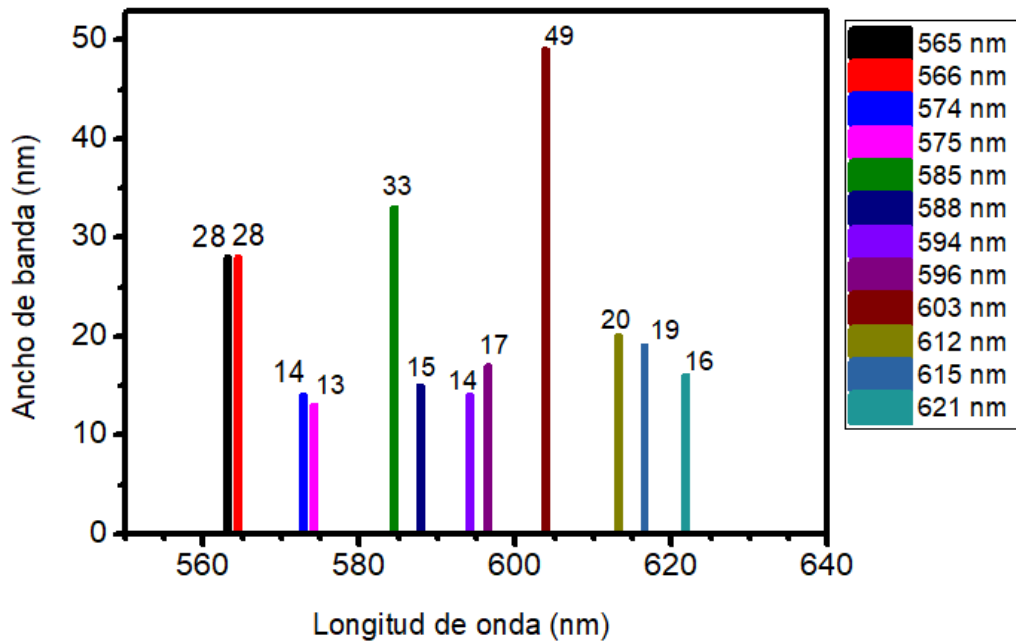


Fig. 4.9. Anchos de banda de los distintos diodos del tercer módulo.













En la tabla 4.5 se presentan los datos experimentales obtenidos del tercer módulo, donde λ_T , V_T , I_T y P_T representan los valores teóricos de longitud de onda, tensión, corriente y potencia óptica respectivamente. λ_E , V_E , I_E y P_E representan los valores experimentales de longitud de onda, tensión, es corriente y potencia óptica, respectivamente.

Tabla 4.5. Datos experimentales del tercer módulo

	λ_T [nm]	λ_E [nm]	V_T [V]	V_E [V]	I_T [mA]	I_E [mA]	P_T [mW]	P_E [mW]	Ancho de banda [nm]	Número de serie y fabricante
1	565	565	2.2	2.2	20	20	6	0.1	28	SSL-LX5093SGC/B-Lumex
2	570	566	2	2.1	20	20	7	0.1	28	VAOL-10GDE4-VCC
3	578	574	2.5	2	20	20	60	0.4	14	MC20370-MULTICOMP
4	572	575	2.1	2	20	20	30	0.4	13	MCL034SG-MULTICOMP
5	585	585	2.1	2.2	20	20	2	0.2	33	SSL-LX3044YC-LUMEX
6	590	588	2.1	2	20	20	2	2.8	15	LED591E-Thorlabs
7	595	594	2.2	2	20	20	90	4	14	SSL-LX5093SYC/G-Lumex
8	587	596	2.2	2	50	50	100	4	17	LYE63B-CBEA-26-1-Z-Osram
9	604	603	2.2	2.1	20	20	0.37	0.1	49	KPB-3025ESGC-F01-Kinbright
10	600	612	2	1.9	80	20	120	2.3	20	MC20373-Multicomp
11	605	615	2.3	1.9	20	20	60	1.7	19	AND157HAP – and optoelectronics
12	620	621	2.7	2	250	250	160	125	16	LXM2-PH01-0060-Lumileds

A partir de este módulo como se muestra en la Tabla 4.6 se comienza a utilizar fosfuro de galio (GaP) y fosfuro de galio y aluminio-indio (AlInGaP)² ya que con este tipo de aleaciones se obtiene una mejor pureza y nitidez de color que si usaran Arseniuro de Galio-Indio.

Tabla 4.6. Materiales de los LEDs del tercer módulo.

Longitud de onda (nm)	Ancho de banda (nm)	Material	Color de emisión
565	24	InGaN	
567	24	GaP	
574	14	AlInGaP	
575	13	AlInGaP	
585	29	AlInGaP	
591	13	AlInGaP	
594	14	AlInGaP	
597	17	AlInGaP	
604	53	GaP	
612	15	AlInGaP	
615	12	AlInGaP	
620	16	AlInGaP	

² Fosfuro de Galio, Fosfuro de Aluminio e Indio de Galio, ver Apéndice C

4.4.- Módulo 4

En la Fig. 4.10 se observan los espectros de los doce LEDs del cuarto módulo en la región de 640 a 880 nm, en esta región prevalecieron intervalos espectrales vacíos, es decir sin ninguna emisión cercana (700 a 850 nm) donde se puede decir que los diodos LEDs prácticamente dejan de existir, esto es atribuido a la falta de demanda de dispositivos de emisión en ese rango. A partir de 850 nm se pueden conseguir más longitudes de onda debido a sus variadas aplicaciones en el espectro infrarrojo. En esta región los espectros menos anchos pertenecen a los diodos láser (635nm, 690nm, 808nm y 850nm), los anchos de banda se encuentran en el orden de 4 a 27 nm. En la Fig. 4.11 se observa que se tienen potencias ópticas desde unas pequeñas fracciones hasta decenas de miliwatts en la región de 605 a 660 nm. Los cuatro diodos láser utilizados tienen una potencia de salida similar a la de los LEDs, excepto el de 850 nm que fue de 63 mW.

Módulo 4: $\lambda_1(622 \text{ nm})$ a $\lambda_{12}(865 \text{ nm})$.

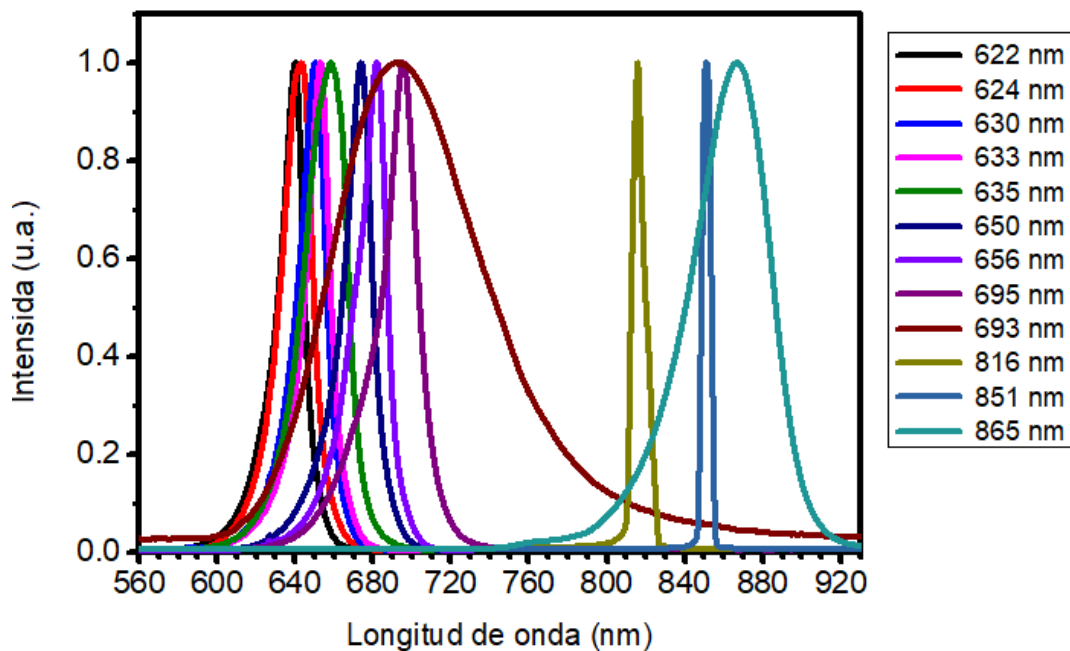


Fig. 4.10. Espectros normalizados del cuarto módulo

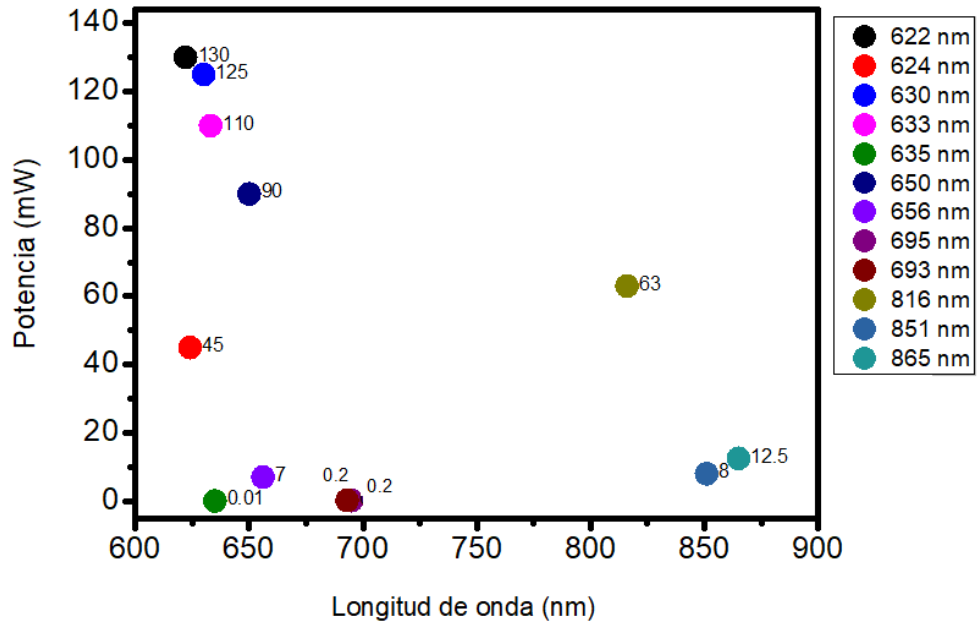


Fig. 4.11. Potencia en función de la longitud de onda del cuarto módulo.

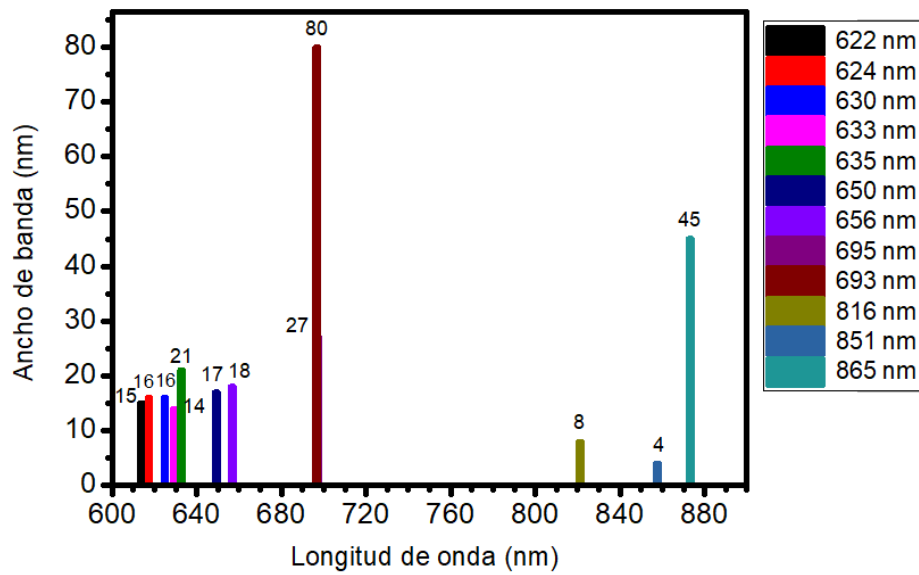


Fig. 4.12. Ancho de banda de los distintos diodos del cuarto módulo.













En la tabla 4.7 se presentan los datos experimentales obtenidos del cuarto módulo, donde λ_T , V_T , I_T y P_T representan los valores teóricos de longitud de onda, tensión, corriente y potencia óptica, respectivamente. λ_E , V_E , I_E y P_E representan los valores experimentales de longitud de onda, tensión, es corriente y potencia óptica, respectivamente.

Tabla 4.7. Datos experimentales del cuarto módulo

	λ_T [nm]	λ_E [nm]	V_T [V]	V_E [V]	I_T [mA]	I_E [mA]	P_T [mW]	P_E [mW]	Ancho de banda [nm]	Número de serie y fabricante
1	610	622	2	1.9	250	240	160	130	15	XPERDO-L1-R250-00A01-CREE
2	615	624	2.1	2.1	250	250	150	45	16	ASMT-JH10-ARS01-BROADCOM
3	630	630	2.1	2	250	240	160	125	16	XPCRED-L1-0000-00401-CREE
4	625	633	2.2	2.1	250	230	160	110	14	LRCP7P-JRJT-1-0-OSRAM
5	635	635	2.2	2.1	25	30	7	0.01	21	2008352-Laser components
6	640	650	2.1	2.1	250	260	160	90	17	ASMT-JD30-ALN01 –Briadcom limiteds
7	660	656	2	2	20	20	100	7	18	NTE30041-NTE electronics
8	690	695	2	2	50	50	35	0.2	27	HL6738MG-opnext
9	700	693	2.3	2.2	50	45	2	0.2	80	SSL-LX5093HD-Lumex
10	808	816	2.1	2	50	45	10	63	8	L808P010-Thorlabs
11	850	851	1.9	2	7	6	1.5	8	4	OPV300-Optek
12	870	865	1.6	1.9	7	6	22	12.5	45	LED870E-Thorlabs

En esta región se continuó utilizando Fosforo de Galio de Indio de Aluminio hasta los 700 nm, a partir de este rango se tiene el uso de Arseniuro de Aluminio Galio (AlGaAs)³ por su capacidad para emitir en regiones de longitudes de onda mayores como se muestra en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Materiales de los LEDs del cuarto módulo

Longitud de onda (nm)	Ancho de banda (nm)	Material	Color de emisión
622	11	AlInGaP	
634	13	InGaN	
648	16	AlInGaP	
651	14	AlInGaP	
655	11	AlInGaP	
671	16	AlInGaP	
678	18	GaAlAs	
693	23	AlInGaP	
698	76	AlInGaP	
816	6	AlGaAs	
851	4	AlGaAs	
863	40	AlGaAs	

³ Arseniuro de Galio y Aluminio, ver apéndice E

Los materiales para la emisión de distintas longitudes de onda más utilizados en la actualidad son Nitruro de Indio-Galio (InGaN) para la región UV y parte del espectro visible, Fosfuro de Galio de Indio de Aluminio (AlInGaP) para la región del verde hasta rojo y Arseniuro de Aluminio Galio para regiones de infrarrojo. Debido a que las distintas longitudes de onda se pueden producir entre otros factores, principalmente a la distancia de la banda prohibida, una fuente sintonizable UV-NIR se podría llegar a construir variando la distancia de la banda prohibida en tres LEDs, uno de Arseniuro de Galio-Indio (InGaN) otro de Arseniuro de Aluminio Galio (AlInGaP) y finalmente uno de Arseniuro de Aluminio Galio (AlGaAs), con ellos se cubriría cualquier longitud de onda la región UV-NIR.

En la Tabla 4.9. se muestran distintas las longitudes de onda con la que cuenta la fuente.

Tabla 4.9. Longitudes de onda de la fuente.

Longitud de onda nm	Módulo 1 nm	Módulo 2 nm	Módulo 3 nm	Módulo 4 nm
λ_1	355	456	565	622
λ_2	376	463	566	624
λ_3	378	466	574	630
λ_4	390	467	575	633
λ_5	392	473	585	635
λ_6	395	498	588	650
λ_7	400	500	594	656
λ_8	407	502	596	695
λ_9	413	515	603	693
λ_{10}	432	521	612	816
λ_{11}	449	524	615	851
λ_{12}	455	526	620	865

CAPÍTULO 5

Conclusiones

Se presentó una fuente de luz de bajo costo con intervalos espectrales reducidos que cuenta con cuarenta y ocho longitudes de onda diferentes. Una de las aplicaciones de esta fuente de luz es que será posible realizar experimentos en función de la longitud de onda para analizar la respuesta óptica de nanomateriales. Las emisiones de luz de la fuente fueron separadas en cuatro módulos, cada uno con doce longitudes de onda diferentes, provenientes de LEDs y diodos láser.

En el primer módulo se encuentra longitudes de onda de 355 a 455 nm, con potencias en un intervalo de 0.4 a 30 mW para los LEDs con consumo entre 20 – 40 mA. Los LEDs SMD⁴ con emisiones en 390, 400 y 449 nm tienen potencia óptica de 100, 140 y 145 mW, respectivamente y corrientes de consumo aproximadamente de 250 mA. El ancho de la banda espectral de emisión se encuentra en el orden de 8 a 20 nm, excepto el LED con emisión a 432 nm que tiene 35 nm de ancho espectral.

En el segundo módulo se encuentra longitudes de onda de 456 a 526 nm, con potencias en un intervalo de 2.6 a 40 mW para los LEDs con consumo de 20 mA. Los LEDs SMD con emisiones en 456, 466, 467, 473, 502 y 521 nm tienen potencia óptica de 120, 165, 110, 160, 85 y 77 mW, respectivamente, con corrientes de consumo de 250 mA. El ancho de la banda espectral de emisión se encuentra en el orden de 19 a 34 nm, excepto para el LED con emisión en 524 nm que tiene 65 nm de ancho.

En el tercer módulo se encuentra longitudes de onda de 565 a 620 nm, con potencias en un intervalo de 0.1 a 4 mW para los LEDs con consumo entre 20 – 30 mA. El LED SMD y emisión en 621 nm, tiene una potencia de 125 mW con un consumo de 250 mA de corriente. El ancho promedio de la banda de emisión de este módulo esta entre 13 a 33 nm, excepto para LED con emisión en 603 nm, que tiene 49 nm de ancho.

En el cuarto módulo se encuentra longitudes de onda de 622 a 865 nm, con potencias en un intervalo 6 a 12.5 mW para los LEDs cuyo consumo está entre 6 - 45 mA. Para LEDs SMD con emisión en 622, 624, 630 y 633 con potencia óptica de 130, 45, 125 y 110 mW y con corriente de consumo de 250 mA. Para los diodos láser con emisiones en 635, 695, 816 y 851 nm con un rango de potencia óptica de 0.01, 0.2, 63 y 8 mW, con consumo de 6 a 50 mA. El ancho promedio de la banda de emisión de este módulo se encuentra de 4 a 45 nm, excepto el LED con emisión a 493 nm cuyo ancho promedio de su banda es de 80 nm.

⁴ Dispositivo de montaje superficial.

En cada módulo hay un LED con la banda de emisión más ancha que lo requerido, un factor importante es que durante la fabricación del LED la distribución y espesor de la película del medio activo no es uniforme, generando una banda ancha de emisión, adicionalmente a esto los gradientes de temperatura de depósito contribuyen a incrementar el ancho de la banda de emisión.

Los LEDs y diodos láser son los existentes en el mercado con la relación costo-potencia de luz emitida. Las longitudes de onda se eligieron con separación de por lo menos 3 nm en su valor teórico. Sin embargo, algunas veces no coincide el valor teórico con el experimental lo que provoca picos de emisión cercanos de hasta un nanómetro.

El diseño y la construcción de la fuente de bajo costo demuestran que es posible tener diferentes longitudes de onda con anchos espectrales reducidos comparados con una lámpara de luz, que si bien no podría sustituir completamente a un oscilador óptico paramétrico, ayudará en las investigaciones donde se requiere trabajar con múltiples longitudes de onda de manera simultánea.

Trabajo a Futuro:

- 1.- Cambiar los LEDs de más ancho espectro de emisión por uno de espectro reducido.
- 2.- Mejorar el sistema de disipación de calor para los diodos de alta potencia y montaje superficial.
- 3.- Colocar las lentes colimadoras de luz.
- 4.- Instalar la fibra óptica a los colimadores para direccionar la luz a las muestras.

Apéndices

Apéndice A, Espectrómetro HR2000+



HR2000+ Spectrometer Installation and Operation Manual



For Products: HR2000+, HR2000+CG, HR2000+ES
Document: 294-00000-000-02-201502

A HALMA COMPANY

Product Overview

The HR2000+ High-Speed Miniature Fiber Optic Spectrometer provides optical resolution as good as 0.035 nm (FWHM). The HR2000+ is responsive from 200-1100 nm, but the specific range and resolution depends on your grating and entrance slit selections. With its capability of transferring 1ms spectra continuously, the HR2000+ is the fastest spectrometer available from Ocean Optics.

The HR2000+ is perfect for applications where fast reactions need to be monitored and high resolution is necessary, such as chemistry and biochemistry applications.

Data programmed into a memory chip on each HR2000+ includes wavelength calibration coefficients, linearity coefficients, and the serial number unique to each spectrometer. Our spectrometer operating software simply reads these values from the spectrometer — a feature that enables hot swapping of spectrometers among PCs.

The HR2000+ Spectrometer connects to a notebook or desktop PC via USB port or serial port. When connected to the USB port of a PC, the HR2000+ draws power from the host PC, eliminating the need for an external power supply. The HR2000+, like all our USB devices, can be controlled by our OceanView software, a Java-based spectroscopy software platform that operates on Windows, Macintosh and Linux operating systems.



Ocean Optics HR2000+ High-speed Fiber Optic Spectrometer

Apéndice B, Medidor de potencia óptica.

PM100D



2009

THORLABS

Item #	PM100D
Display	
Display Type	Graphical LCD 320 x 240 pixels, LED Backlight
Display Screens	Numerical, Bar Graph, Line Graph, Statistics, Simulated Analog Needle
Viewing Area	81.4 mm x 61.0 mm (3.20" x 2.40")
Refresh Rate	20 Hz
Audio	1x Speaker
Sensor Interface	
Compatible Sensors	All Photodiodes, Thermopiles, and Pyros See Below for Full Sensor Specs
Time Constant Correction	<1 s
AD Converter	16 bit
Trigger (Pulse Measurements, Pyroelectric Sensors)	Adjustable, 0.1 - 100%
Connector	DB9F, Left Side
Sensor Temperature Control	Thermistor
Temperature Range	-10 to 80 °C
Analog Outputs	
Signal	Amplified Input Signal (Not Corrected)
Voltage Range	0 to 2 V
Accuracy	±3%
Bandwidth	Up to 100 kHz, Dependent on Sensor and Settings
Connector	SMA, Left Side
Digital Outputs	
Memory	2 GB Removable SD Card
Connector / Interface	Mini USB / USB 2.0
Power	
Battery	Li-Polymer, 3.7 V, 1300 mAh
Charger / DC Input	5 V / 1 A
Dimensions and Mounting	
Dimensions (L x W x H)	180 mm x 105 mm x 38 mm (7.09" x 4.13" x 1.50")
Weight	<0.5 kg (<1.1 lb)
Mounting Options	Kickstand; 1/4"-20 Post Thread
Operating Temperature	0 to 40 °C

Apéndice C, Nitruro de Indio-Galio, Nitruro de Galio.

Los nitruros del grupo III han despertado gran interés por su potencial en dispositivos optoelectrónicos, el GaN y sus derivados como el InGaN son candidatos idóneos por ser semiconductores de banda prohibida directa que cubren un amplio espectro, poseen alta estabilidad térmica y química derivada de su alta energía de enlace. En estos materiales los átomos pueden acomodarse de modo que forman una estructura cristalina, esta estructura es una repetición periódica en el grupo de átomo. Los nitruros del grupo III pueden cristalizar según tres tipos de estructura wurtzita, zinc-blenda y rocksalt, siendo las dos primeras las más estables a temperatura ambiente y la tercera es metaestable. Una ventaja de GaN es la posibilidad de formar aleaciones ternarias de banda prohibida directa con energías desde 6.2 hasta 1.9 eV cuyas longitudes de onda corresponden a 180 y 650 nm respectivamente, correspondiéndoles una parte del espectro UV-VIS [1 - 2].

Bibliografía:

- [1] Fernando B. Naranjo Vega. Crecimiento, fabricación y caracterización de diodos electroluminiscentes basados en pozos cuánticos de InGaN. (2003). Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Superior de Ingenieros de Telecomunicación.
- [2] Joaquín Darío Tutor Sánchez y Alexis Bruno Alfonso. El nitruro de Galio y sus aleaciones ¡y se hizo la luz...- azul! (2012). Mundo Nano. Vol.5, p.p. 42-5

Apéndice D, Fosfuro de Galio, Fosfuro de Aluminio e Indio de Galio.

El fosfuro de Galio (GaP) es un semiconductor cuya energía banda prohibida directa para los LEDs puros es de 2.26 eV, correspondiéndole una longitud de onda de 550 nm designada como de color verde puro, sin embargo la eficiencia de conversión es muy baja debido a su banda negativa indirecta. El GaP puede ser dopado con nitrógeno, aluminio e indio para su emisión de longitudes de onda mayores y mejorar un poco más su eficiencia; la combinación con Galio (Ga) o AlIn (Aluminio Indio) permite un mejor control del ancho de la banda prohibida directa permitiendo tener distintos niveles de energía desde 2.26 hasta 1.42 eV [1].

Bibliografía:

[1] J. Václavík and D. Vapenka. (2013). Gallium Phosphide as a material for visible and infrared optics. Published by EDP Sciences, Institute of Plasma Physics. Czech Republic. DOI: 10.1051/epjconf/20134800028.

Apéndice E, Arseniuro de Galio y Aluminio.

El Arseniuro de Aluminio Galio es un material semiconductor similar al GaAs (Arseniuro de Galio) pero con una mayor banda prohibida cuya energía oscila entre 2.16 eV y 1.42 eV. Se utiliza esta aleación debido a su pureza de color y mayor potencia de salida aunque para ciertas aplicaciones es más conveniente utilizar otro tipo de semiconductor que le afecte menos el medio ambiente.

Bibliografía:

[1] Kiyoshi Takahashi, Akihiko Yoshikawa, Adarsh Sandhu. (2017). Wide Band gap Semiconductors. Springer Berlin Heidelberg.

Apéndice F, Componentes ópticos del segundo módulo.

1.355nm, No. Parte Fabricante: SSL-LXT046355C

UNCONTROLLED DOCUMENT

PART NUMBER: SSL-LXT046355C REV. --

Technical drawing showing dimensions: 44.67 [40.184], 43.91 [40.154], 45.55±0.30 [40.218±0.012], 1.51 [0.150] MAX., 0.15 [0.005] MAX., 3.78 [0.149] MAX., 0.45 [0.018], 25.45 [1.002] MAX., 40.44 [0.017] (0.75), 2.54 [0.100], 1.0 [0.040], 45, 1.01 [0.040].

ANODE CATHODE

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS TA = 25°C If = 20mA			
PARAMETER	MIN.	TYP.	MAX.
PEAK WAVELENGTH	353	355	360
FORWARD VOLTAGE	3.6	4.2	
REVERSE VOLTAGE	5.0		
TOTAL POWER OUTPUT		0.3	
VIEWING ANGLE	80		
EMITTED COLOR	ULTRA VIOLET		
BODY LENS FINISH	WATER CLEAR		

LIMITS OF SAFE OPERATION AT 25°C			
PARAMETER	MAX.	UNITS	
PEAK FORWARD CURRENT*	120	mA	
STEADY CURRENT	20	mA	
POWER DISSIPATION	84	mW	
OPERATING TEMP.	-40 TO +100	°C	
STORAGE TEMP.	-40 TO +100	°C	
SOLDERING TEMP.	+260	°C	
2.0mm FROM BODY	3	SEC. MAX.	

*1/10 DUTY CYCLE AT 1kHz

THERMAL PARAMETERS		
PARAMETER	VALUE	UNITS
MAXIMUM JUNCTION TEMPERATURE	100	°C
THERMAL RESISTANCE JUNCTION-AR	400	°C/W
THERMAL RESISTANCE JUNCTION-CASE	125	°C/W

CAUTION: STATIC SENSITIVE DEVICE
FOLLOW PROPER E.S.D. HANDLING PROCEDURES
WHEN WORKING WITH THIS PART.

UNCONTROLLED DOCUMENT

355nm UV LED, T0-46 CAN PACKAGE

DATE: 04-26-11 DRAWN BY: AB
PAGE: 1 OF 1 CHKD BY: KF
SCALE: NTS APRVD BY: BC
UNIT: mm [INCH]

290 E. HELEN ROAD
PALATINE, IL 60067-6976
PHONE: +1.847.359.2790
FAX: +1.847.359.6538
WEB: WWW.LUMEX.COM

CREATING LED AND LCD SOLUTIONS TOGETHER™

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED TOLERANCES FOR DECIMAL PRECISION ARE: X=±1 (±0.03), XX=±0.5 (±0.02), XXX=±0.25 (±0.01), XXXX=±0.127 (±0.005). LEAD SIZE=±0.05 (±0.002), LEAD LENGTH=±0.75 (±0.030). MIN=±0.025 (±0.001) PRECISION MAX=±0.127 (±0.005) PRECISION

THE INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF LUMEX INC. IT IS TO BE USED ONLY BY THE SPECIFICALLY AUTHORIZED IN WRITING BY LUMEX INC. THE HOLDER OF THIS DOCUMENT SHALL KEEP ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN CONFIDENTIAL AND SHALL PROTECT SAME IN WHOLE OR IN PART FROM DISCLOSURE AND DEGRADATION TO ALL THIRD PARTIES.

2. 377nm, No. Parte Fabricante: LED 370E



LED370E

Ultra Bright Deep Violet

LED

Specifications and Documentation



LED370E

Part 1. Introduction: LED370E Ultra Bright Deep Violet LED

The LED370E emits light with a spectral output centered at 375 nm. This LED is composed of heterostructures (HS) grown on an InGaN substrate. The diode is encapsulated in a round clear epoxy casing with a 5 mm diameter.

Part 2. Specifications for an LED370E

2.1. Electrical Specifications

	Typical	Maximum Ratings
Power Dissipation		110 mW
Reverse Voltage		3.0 V
DC Forward Current		30 mA
Forward Voltage @ 20 mA	3.5 V	4.3 V
Reverse Current V _r = -5 V		10 µA
Operating Temperature		-30 °C to 85 °C
Storage temperature Range		-30 °C to 100 °C

Note: All maximum measurements specified are at 25 °C.

2.2. Optical Specifications

	Typical
Center Wavelength	375 nm (±10 nm)
FWHM	10 nm
Half Viewing Angle	19°
Forward Optical Power	2.0 mW @ 20 mA
Total Optical Power	2.5 mW @ 20mA

2.3. Soldering Specifications

	Conditions
Manual Soldering	295 °C ± 5 °C, for less than 3 seconds
Wave Soldering	260 °C ± 5 °C, for less than 5 seconds
Reflow Soldering	Preheating: 70 °C to 80 °C, for 30 seconds Soldering: 245 °C ± 5 °C, for less than 5 seconds

2.4. Cleaning Solvents

Solvent	Ethyl Alcohol	Isopropyl Alcohol	Propanol	Acetone	Chloroform	Tetrahydrofuran	MKS
Approved	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No

3.375nm, No. Parte Fabricante: SSL-LXTO46375C

UNCONTROLLED DOCUMENT

PART NUMBER	SSL-LXTO46375C	REV.	--
-------------	----------------	------	----

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS TA = 25°C If = 20mA

PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST COND
PEAK WAVELENGTH	375	377	380	nm	
FORWARD VOLTAGE		3.6	4.2	V	
REVERSE VOLTAGE	5.0			V	If = 1µA
TOTAL POWER OUTPUT		1.3		mW	If = 20mA
VIEWING ANGLE	80			DEGREES	
EMITTED COLOR	ULTRA VIOLET				
EMITTER LEAD FINISH	METAL CLEAN				

LIMITS OF SAFE OPERATION AT 25°C

PARAMETER	MAX	UNITS
PEAK FORWARD CURRENT*	150	mA
STEADY CURRENT	20	mA
POWER DISSIPATION	84	mW
OPERATING TEMP	-40 TO +100	°C
STORAGE TEMP	-40 TO +100	°C
SOLDERING TEMP	+260	°C
2.5mm FROM BODY	3	SEC. MIN.

CAUTION: STATIC SENSITIVE DEVICE
FOLLOW PROPER E.S.D. HANDLING PROCEDURES
WHEN WORKING WITH THIS PART.

*UNLESS OTHERWISE SPECIFIED TOLERANCES PER DECIMAL PRECISION ARE: X+1 (40.000), X+0.5 (40.000), X+0.25 (40.010), X+0.127 (40.000), LEAD SIZE=±0.05 (40.000), LEAD LENGTH=±0.75 (40.000), MIN. LEAD PRECISION MAX. = 0.50 (40.000), MIN. LEAD PRECISION UNCONTROLLED DOCUMENT

377nm UV LED, T0-46 CAN PACKAGE.

DATE: 04.26.11 DRAWN BY: AB
PAGE: 1 OF 1 CHRD BY: KF
SCALE: NTS APPVD BY: BC
UNIT: mm [INCH]

LUMEX 290 E. HELEN ROAD
FALMOUTH, IL 62067-6976
PHONE: +1.847.359.2790
FAX: +1.847.359.6538
WEB: WWW.LUMEX.COM

CREATING LED AND LCD SOLUTIONS TOGETHER™

4. 385nm, No. Parte Fabricante: VLMU3500-385-120

VISHAY www.vishay.com **VLMU3500-385-120**
Vishay Semiconductors

UV SMD LED with Silicone Lens

FEATURES

- Ceramic SMT package with silicone lens
- Dimension (L x W x H) in mm: 3.5 x 3.5 x 2
- Forward current: up to 700 mA
- Radiant power (typ.): 780 mW at 500 mA, 1037 mW at 700 mA
- Materials:
 - Die: InGaN
 - Resin: silicone (water clear)
 - Leads / terminations finish: gold plated (Au)
- Grouping parameters:
 - Forward voltage
 - Radiant power
 - Peak wavelength
- Reflow soldering method
- MSL2 according to J-STD-020
- Packaging: MOQ = 1000 pieces; 12 mm tape with 100 pieces per reel, Ø 180 mm (7")
- Material categorization: for definitions of compliance please see www.vishay.com/doc/399912

APPLICATIONS

- Industrial curing
- Photocatalytic purification
- Poster printing curing
- Counterfeit money detector
- Blood detector
- Nail curing
- Teeth curing

DESCRIPTION

VLMU3500-385-120 is a ceramic based high power UV LED with silicone lens for long life time. The package size is 3.5 mm x 3.5 mm and the radiant power up to 1235 mW at 700 mA in a wavelength range of 380 nm to 399 nm.

PRODUCT GROUP AND PACKAGE DATA

- Product group: LED
- Package: ceramic high power
- Product series: high power UV LED
- Angle of half intensity: ± 60°
- Lead-finishing: Au

SAFETY ADVICES

Depending on the mode of operation, these devices emit highly concentrated non visible ultraviolet light which can be hazardous to the human eye. Products which incorporate these devices have to follow the safety precautions given in IEC 62471 "Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems".

RoHS COMPLIANT
REACH COMPLIANT
FREE
GREEN
J-STD-020

VISHAY www.vishay.com **VLMU3500-385-120**
Vishay Semiconductors

OPTICAL AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Tamb = 25 °C, unless otherwise specified)

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Forward voltage	If = 500 mA	Vf	2.8	3.4	4	V
	If = 350 mA		445	560	675	
	If = 500 mA		620	780	940	mW
Radiant power	If = 700 mA	Pr	824	1037	1235	
	If = 350 mA		-	210	-	
	If = 500 mA		-	298	-	mW/str
Radiant intensity	If = 700 mA	Iv	-	390	-	
	If = 500 mA		-	298	-	
	If = 700 mA		-	390	-	
Peak wavelength	If = 500 mA	λp	380	385	390	nm
Angle of half intensity	If = 500 mA	α	-	± 60	-	deg
Reverse current	Vr = 5 V	Ir	-	-	10	µA

Note: Tolerances ± 11 % for If, ± 0.1 V for Vf, ± 1 mm for λp.

RADIANT POWER CLASSIFICATION (If = 500 mA)

GROUP	MIN.	MAX.	UNIT
U002	650	660	
U008	660	700	
U070	700	740	
U074	740	780	mW
U078	780	820	
U082	820	860	
U086	860	900	
U090	900	940	

PEAK WAVELENGTH CLASSIFICATION (If = 500 mA)

GROUP	MIN.	MAX.	UNIT
Q385	380	385	nm
Q385	385	390	

FORWARD VOLTAGE CLASSIFICATION (If = 500 mA)

GROUP	MIN.	MAX.	UNIT
V2830	2.8	3.0	
V2932	3.0	3.2	
V3234	3.2	3.4	V
V3436	3.4	3.6	
V3638	3.6	3.8	
V3840	3.8	4.0	

Note: In order to ensure availability, single groups for radiant intensity, wavelength, and forward voltage will not be orderable. Only one group for radiant intensity, wavelength, and forward voltage will be ordered in any one reel.

MARKING EXAMPLE FOR SELECTION CODE ON LABEL

Selection code: U074Q385Q3436

- U074: If
- Q385: λp
- V3436: Vf

Rev. 1.0, 28-Jul-15 2 Document Number: 84320
For technical questions, contact LED@vishay.com

PARTS TABLE

PART	COLOR	RADIANT POWER [mW]			WAVELENGTH [nm]			FORWARD VOLTAGE [V]			TECHNOLOGY			
		MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.				
VLMU3500-385-120	Ultraviolet	620	780	940	500	380	385	390	500	2.8	3.4	4.0	500	InGaN

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Tamb = 25 °C, unless otherwise specified)

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
DC forward current	If		700	mA
Power dissipation		Pd	2.8	W
Electrostatic discharge	HBM: MIL-STD-883 C 3B	ESD	8000	V
Junction temperature		Tj	+125	°C
Operating temperature range		Tamb	-40 to +85	°C
Storage temperature range		Tstg	-40 to +100	°C
Solder temperature		Tsol	260	°C
Thermal resistance - junction to solder point		Rθj-c	12	°C/W

Rev. 1.0, 28-Jul-15 1 Document Number: 84320

7.400nm No. Parte Fabricante: LZ1-00UA00-00U6

High Efficacy VIOLET LED Emitter LZ1-00UA00



Key Features

- High Efficacy SW VIOLET LED
- Ultra-small foot print – 4.4mm x 4.4mm
- Surface mount ceramic package with integrated glass lens
- Very low Thermal Resistance (4.2°C/W)
- Electrically neutral thermal path
- Very high Radiant Flux density
- Autoclave (121°C, 2 ATM, 100% RH, 168 Hours)
- JEDEC Level 1 for Moisture Sensitivity Level
- Lead (Pb) free and RoHS compliant
- Reflow solderable (up to 6 cycles)
- Emitter available on Standard or Miniature MCPCB (optional)

Typical Applications

- Dental Curing and Teeth Whitening
- Ink and adhesive curing
- Sterilization and Medical
- DNA Gel

Description

The LZ1-00UA00 VIOLET LED emitter provides superior radiometric power in the wavelength range specifically required for sterilization, dental curing lights, and numerous medical applications. With a 4.4mm x 4.4mm ultra-small footprint, this package provides exceptional optical power density. The radiometric power performance and optimal peak wavelength of this LED are matched to the response curves of dental resins, inks and adhesives, resulting in a significantly reduced curing time. The patented design has unparalleled thermal and optical performance. The high quality materials used in the package are chosen to optimize light output, have excellent VIOLET resistance, and minimize stresses which results in monumental reliability and radiant flux maintenance.



COPYRIGHT © 2015 LED ENGIN. ALL RIGHTS RESERVED. LZ1-00UA00 (0.1 - 02/06/15)

LED Engin | 651 River Oaks Parkway | San Jose, CA 95134 USA | ph +1 408 922 7200 | fax +1 408 922 0158 | em sales@ledengin.com | www.ledengin.com



Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
DC Forward Current ⁽¹⁾	I _F	1000	mA
Peak Pulsed Forward Current ⁽²⁾	I _{FP}	1000	mA
Reverse Voltage	V _R	See Note 3	V
Storage Temperature	T _{stg}	-40 ~ +150	°C
Junction Temperature	T _J	125	°C
Soldering Temperature	T _{sold}	260	°C
Allowable Reflow Cycles		6	
Autoclave Conditions		121°C at 2 ATM, 100% RH for 168 hours	
ESD Sensitivity ⁽³⁾		> 2,000 V HBM Class 2 JEDEC E10-A	

Notes for Table 4:
 1. Maximum DC forward current is determined by the overall thermal resistance and ambient temperature. Follow the curves in Figure 10 for current derating.
 2. Pulse forward current conditions: Pulse Width 50% and Duty Cycle 5/10%.
 3. LEDs are not designed to be reverse biased.
 4. LED Engin recommends using reasonable precautions towards possible ESD-damages and handling the LZ1-00UA00 in an electrostatic protected area (EPA). An EPA may be adequately protected by ESD controls as outlined in ANSI/ESD S6.1.

Optical Characteristics @ T_c = 25°C

Parameter	Symbol	Typical	Unit
Radiant Flux (Φ I _F = 700mA)	Φ	760 900 1000	mW
Radiant Flux (Φ I _F = 1000mA)	Φ	1070 1260 1400	mW
Peak Wavelength ⁽¹⁾	λ _p	385 395 405	nm
Viewing Angle ⁽²⁾	2θ _{0.2}	74	Degrees
Total Included Angle ⁽³⁾	θ _{0.99}	110	Degrees

Notes for Table 5:
 1. When operating the VIOLET LED, observe EYE SAFETY: 3 class 3B rating. Avoid exposure to the beam.
 2. Viewing Angle is the off axis angle from emitter centerline where the radiometric power is 1/2 of the peak value.
 3. Total Included Angle is the total angle that includes 99% of the total radiant flux.

Electrical Characteristics @ T_c = 25°C

Parameter	Symbol	Typical	Unit
Forward Voltage (Φ I _F = 700mA)	V _F	3.9	V
Forward Voltage (Φ I _F = 1000mA)	V _F	4.1	V
Temperature Coefficient of Forward Voltage	ΔV _F /ΔT _J	-3.7	mV/°C
Thermal Resistance (Junction to Case)	Rθ _{JC}	4.2	°C/W

COPYRIGHT © 2015 LED ENGIN. ALL RIGHTS RESERVED. LZ1-00UA00 (0.1 - 02/06/15)

LED Engin | 651 River Oaks Parkway | San Jose, CA 95134 USA | ph +1 408 922 7200 | fax +1 408 922 0158 | em sales@ledengin.com | www.ledengin.com

8.405nm No. Parte Fabricante: UV3TZ-405-30

Tight Tolerance Ultraviolet LED Lamp TZ Series (T1, 3mm Round / 15° & 30°)



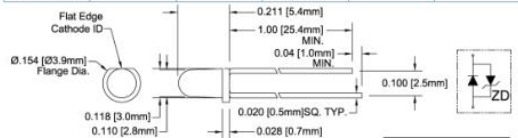
UV3TZ-XXX-XX

- RoHS Compliant
- Low Power Consumption
- Low Current Requirement
- High Efficiency
- Tight Tolerance of Wavelengths
- Equipped with a Protective Zener Diode Built-in

Bivar UV3TZ-XXX-XX Tight Tolerance Ultraviolet (UV) LEDs have peak wavelengths in the highly desirable ranges from 385 to 405nm with a tight tolerance of +/-2.5nm. These UV LEDs also have a built-in Zener Diode providing protective circuit against electrostatic discharge (ESD).

Applications: Industrial curing, fluorescence disclosing and verification, air purification, medical and biomedical applications, dermatological equipment, and hazardous materials detection.

Part Number	Chip Material	Emitted Color	Peak Wavelength	Lens Color	Viewing Angle
UV3TZ-385-15	InGaN/Sapphire	Purple	385nm	Water Clear	15°
UV3TZ-390-15			390nm		
UV3TZ-395-15			395nm		
UV3TZ-400-15			400nm		
UV3TZ-405-15	InGaN/Sapphire	Purple	405nm	Water Clear	30°
UV3TZ-385-30			385nm		
UV3TZ-390-30			390nm		
UV3TZ-395-30			395nm		
UV3TZ-400-30			400nm		
UV3TZ-405-30			405nm		



CAUTION: EMITS ULTRAVIOLET RADIATION!!!

RoHS Compliant

Attention: Do not stare directly into the UV light. Avoid skin exposure to the UV light. If wearing the UV light is necessary, please use UV filter glasses to avoid damage to the UV light. If the UV LED is used in a product, please use UV filter glasses to avoid damage to the UV light. Avoid direct eye and skin exposure to UV light. Keep out of reach of children.

Recommended Mounting Hole Size = Ø.032 ± .003

Tight Tolerance Ultraviolet LED Lamp UV3TZ-XXX-XX



Absolute Maximum Ratings

Power Dissipation	120 mW
Forward Current (DC)	20 mA
Peak Forward Current ¹	100 mA
Electrostatic Discharge (Class 1)	2000 V
Reverse Voltage	-V
Operating Temperature Range	-25 ~ +80°C
Storage Temperature Range	-30 ~ +80°C
Lead Soldering Temperature (3 mm from the base of the epoxy bulb) ²	260°C

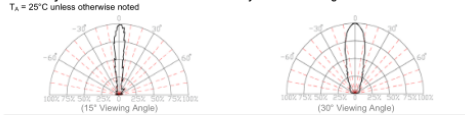
Notes: 1. 10% Duty Cycle, Pulse Width ≤ 0.1 msec. 2. Solder time less than 5 seconds at temperature extreme.

Electrical Characteristics

Part Number	Forward Voltage (V)			Recommend Forward Current (mA)			Reverse Current (mA)			Peak Wavelength (nm)			Emitting Power (mW)			50% Power Angle (deg)		
	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MAX	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
UV3TZ-385-15	3.2	3.4	3.6						382.5	385.0	387.5	10	20					
UV3TZ-390-15	3.2	3.4	3.6						387.5	390.0	392.5	10	20					
UV3TZ-395-15	3.1	3.3	3.5	10	15	20	100	392.5	395.0	397.5	10	20					15	
UV3TZ-400-15	3.1	3.3	3.5						397.5	400.0	402.5	10	20					
UV3TZ-405-15	3.1	3.3	3.5						402.5	405.0	407.5	10	20					
UV3TZ-385-30	3.2	3.4	3.6						382.5	385.0	387.5	10	20					
UV3TZ-390-30	3.2	3.4	3.6						387.5	390.0	392.5	20	40					
UV3TZ-395-30	3.1	3.3	3.5	10	15	20	100	392.5	395.0	397.5	20	40					30	
UV3TZ-400-30	3.1	3.3	3.5						397.5	400.0	402.5	20	40					
UV3TZ-405-30	3.1	3.3	3.5						402.5	405.0	407.5	20	40					

Notes: 1. Tolerance of forward voltage: ±0.05V. 2. Tolerance of peak wavelength: ±1.0nm. 3. Tolerance of emitting power (TYP) ±10%.

Directivity Radiation — Relative Luminous Intensity vs. Radiation Angle



Bivar reserves the right to make changes at any time.
 Bivar, Inc. — 4 Thomas Drive, California 95018, U.S.A.
 Phone: (408) 951-8888 Fax: (408) 951-3874 Web: www.bivar.com
 Revision D: 10/15 Page 2 of 4

Bivar, Inc. — 4 Thomas Drive, California 95018, U.S.A.
 Phone: (408) 951-8888 Fax: (408) 951-3874 Web: www.bivar.com
 Revision D: 10/15 Page 1 of 4

9.411nm No. Parte Fabricante: OCU 400 411 OS



OSA Opto Light GmbH
Köpenicker Str. 325 · Haus 201
12555 Berlin · Germany
Tel: +49 (0)30 65 76 26 83
Fax: +49 (0)30 65 76 26 81
E-Mail: contact@osa-opto.com

Series 400 - Ceramics

preliminary Data sheet ISSUE 12/2007

UV

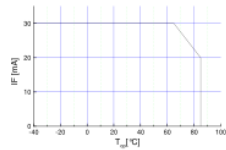
Features

- size 3.0(L) x 2.0(W) x 1.0(H) mm
- circuit substrate: Al2O3 Ceramics
- devices are ROHS conform
- lead free solderable, soldering pads: gold plated
- taped in 8 mm blister tape, cathode to transporting perforation
- all devices sorted into luminous intensity classes
- high radiation intensity types



Absolute Maximum Ratings

$I_{f, max}$ [mA]	I_T [mA]	$I_p \leq 100 \mu s$ $\tau=1: 10$	V_{R} [V]	$I_{k, max}$ [μ A]	Thermal resistance $R_{th, jk}$ [K / W]	T_{op} [°C]	T_{st} [°C]
30	50		5	100	60	-40...85	-55...85



Maximal forward current (DC) characteristic

Electro-Optical Characteristics

Type	Marking at	Measurement I_f [mA]	V_f [V]		λ_p [nm]	L_v [mW/sr]		Φ_v [mW]
			typ	max		min	typ	
OCU-400 403 OS	anode	20	3.2	4.5	403 ± 3	1.5	4.0	11.0
OCU-400 411 OS	anode	20	3.2	4.5	411 ± 4	1.5	4.0	11.0
OCU-400 418 OS	anode	20	3.2	4.5	418 ± 3	1.5	4.0	11.0

10.430nm No. Parte Fabricante: L-53MBC



T-1 3/4 (5mm) SOLID STATE LAMP

ATTENTION
OBSERVE PRECAUTIONS FOR HANDLING ELECTROSTATIC DISCHARGE SENSITIVE DEVICES

Features

- LOW POWER CONSUMPTION.
- POPULAR T-1 3/4 DIAMETER PACKAGE.
- GENERAL PURPOSE LEADS.
- RELIABLE AND RUGGED.
- LONG LIFE - SOLID STATE RELIABILITY.
- AVAILABLE ON TAPE AND REEL.
- ROHS COMPLIANT.

Package Dimensions

L-53MBC BLUE

Description

The Blue color color devices are made with GaN on SiC Light Emitting Diode.

Static electricity and surge damage the LEDs. It is recommended to use a wrist band or anti-electrostatic glove when handling the LEDs. All devices, equipment and machinery must be electrically grounded.

Notes:
1. All dimensions are in millimeters (inches).
2. Tolerance is ±0.25(0.01") unless otherwise noted.
3. Lead spacing is measured where the leads emerge from the package.
4. Specifications are subject to change without notice.

Selection Guide

Part No.	Dice	Lens Type	N (med) @ 20mA		Viewing Angle
			Min.	Typ.	
L-53MBC	BLUE (GaP)	WATER CLEAR	50	150	16°

Note:
1. 61.0 is the angle from optical centerline where the luminous intensity is 1/2 the optical centerline value.

Electrical / Optical Characteristics at T_{amb}25°C

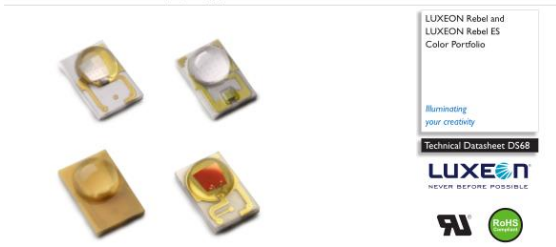
Symbol	Parameter	Device	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
λ_{peak}	Peak Wavelength	Blue	430		nm	$I_f=20mA$
λ_D	Dominant Wavelength	Blue	466		nm	$I_f=20mA$
$\Delta\lambda_{1/2}$	Spectral Line Half width	Blue	60		nm	$I_f=20mA$
C	Capacitance	Blue	100		pF	$V_f=0V, 1MHz$
V_f	Forward Voltage	Blue	3.8	4.5	V	$I_f=20mA$
I_r	Reverse Current	Blue		10	μA	$V_R = -5V$

Absolute Maximum Ratings at T_{amb}25°C

Parameter	Blue	Units
Power dissipation	105	mW
DC Forward Current	30	mA
Peak Forward Current [1]	150	mA
Reverse Voltage	5	V
Operating / Storage Temperature	-40°C To +85°C	
Lead Solder Temperature [2]	260°C For 3 Seconds	
Lead Solder Temperature [3]	260°C For 5 Seconds	

Notes:
1. 1% Duty Cycle, 0.1ms Pulse Width.
2. 2mm below package base.
3. 5mm below package base.

11.447nm No. Parte Fabricante: LXML-PR01-0500



LUXEON® Rebel and LUXEON® Rebel ES Color Portfolio

Introduction
 With leading light output, color stability, flux density, and clear saturated colors, the LUXEON® Rebel Color Portfolio of emitters is ideal for a wide variety of lighting, signaling, signage and entertainment applications. Every LUXEON Rebel Color Portfolio emitter has built-in quality, reliability, lumen maintenance and the ease of manufacturing needed to create a superior high quality light.

- Using the information in this document you can begin designing applications to your unique specifications.
- Use LUXEON Rebel Color Portfolio to
- deliver more usable light and higher flux density
 - optimize applications to reduce size and cost
 - tightly pack the LEDs for color mixing
 - engineer more robust applications
 - utilize standard FR4 PCB technology
 - simplify manufacturing through the use of surface mount technology
 - recognized under the Component Recognition Program of Underwriters Laboratories Inc. UL listing E327436.

Electrical Characteristics at 350 mA for LUXEON Rebel color, Thermal Pad Temperature = 25°C

Table 3.

Color	Part Number	Forward Voltage V_f (1)			Typical Temperature Coefficient of Forward Voltage (2) (mV/°C) $\Delta V_f / \Delta T_j$	Typical Thermal Resistance Junction to Thermal Pad (°C/W) $R_{\theta_{jc}}$
		Min.	Typ.	Max.		
Green	LXML-PM01	2.55	2.90	3.51	-2.0 to -4.0	10
Cyan	LXML-PE01	2.55	2.90	3.51	-2.0 to -4.0	10
Blue	LXML-PB01	2.55	2.95	3.51	-2.0 to -4.0	10
Royal-Blue	LXML-PR01	2.55	2.95	3.51	-2.0 to -4.0	10
Red	LXML-PD01	2.31	2.90	3.51	-2.0 to -4.0	12
Red	LXM2-PD01	1.80	2.10	2.80	-2.0 to -4.0	8
Deep Red	LXM3-PD01	1.80	2.10	2.80	-2.0 to -4.0	8
Red-Orange	LXML-PH01	2.31	2.90	3.51	-2.0 to -4.0	12
Red-Orange	LXM2-PH01	1.80	2.10	2.80	-2.0 to -4.0	8
PC Amber	LXM2-PL01	2.55	3.05	3.51	-2.0 to -4.0	10
Amber	LXML-PL01	2.31	2.90	3.51	-2.0 to -4.0	12

Electrical Characteristics at 700 mA for LUXEON Rebel ES Color, Thermal Pad Temperature = 25°C

Royal-Blue	LXML-PR02	2.50	3.00	3.50	-2.0 to -4.0	6
Blue	LXML-PB02	2.50	2.95	3.50	-2.0 to -4.0	

- Notes for Table 3:**
1. LUXEON Rebel ES colors measured between 25°C = T_j = 110°C and I_f = 700 mA.
 2. Measured between 25°C = T_j = 110°C at I_f = 350 mA.
 3. Philips Lumileds maintains a tolerance of ±0.06V on forward voltage measurements.

12.458nm No. Parte Fabricante: FNL-U300B22CDSL



3.0 mm / T1 Round High Performance Blue LED Lamps

- Features:**
- High intensity
 - Blue diffused (CD) or Water clear (WC) epoxy

LED Lamp Package



Electro / Optical Characteristics I_f = 20 mA T_a = 25° C

LED Part Number	Emitting Colour	Epoxy Type	Die Material	Wavelength		Forward Voltage V _f		Luminous intensity I _v		Luminous Flux Φ _v	Viewing ∠ 2θ½
				Peak λ _p	Dominant λ _d	typical	max	min	typical		
FNL-U300B23CDSL	Blue	CD	InGaN/SiC	-	470	3.20	3.70	-	140	-	60°
FNL-U300B22CDSL	Blue	CD	InGaN/SiC	-	460	3.20	3.70	-	140	-	60°
FNL-U300B23WCSSL	Blue	WC	InGaN/SiC	-	470	3.20	3.70	-	400	-	35°
FNL-U300B22WCSSL	Blue	WC	InGaN/SiC	-	460	3.20	3.70	-	400	-	35°
Units					nm		V		mcd	lm	deg

Maximum Ratings Ta = 25° C (Derate above 25° C)

Characteristic	Condition	Symbol	Rating	Units
Pulse Forward Current	0.1 duty cycle @ 1KHz	I _{FP}	100	mA
DC Forward Current		I _F	25	mA
Reverse Voltage	I _R = 100 μA	V _R	5	V
Power Dissipation		P _D	85	mW
Operating Temperature		T _{opr}	-20 to +80	°C
Storage Temperature		T _{stg}	-20 to +100	°C
Lead soldering temperature	1.6 mm from body - max 3 seconds		240	°C

Note
 Industry standard procedures regarding static must be observed when handling product produced with blue die material.



Internet uk.farnell.com Sales Tel 08447 11 11 11 Sales Fax 08447 11 11 12

Data Sheet F_FNL-U300XXXXSL Issue 3 - Feb 2011 Sheet 1 of 2



3.0 mm / T1 Round High Performance Blue LED Lamps

Apéndice G, Componentes ópticos del segundo módulo.

1.467nm No. Parte Fabricante: ASMT-MB00-NDF00

ASMT-Mx00
Moonstone™ 1W Power LED Light Source



Data Sheet



Description

The Moonstone™ 1W Power LED Light Source is a high performance energy efficient device which can handle high thermal and high driving current. The exposed pad design has excellent heat transfer from the package to the motherboard.

The low profile package design is suitable for a wide variety of applications especially where height is a constraint.

The package is compatible with reflow soldering process. This will give more freedom and flexibility to the light source designer.

Applications

- Portable (flash light, bicycle head light)
- Reading light
- Architectural lighting
- Garden lighting
- Decorative lighting

Features

- Available in Red, Amber, Green, and Blue color.
- Energy efficient
- Exposed pad for excellent heat transfer
- Suitable for reflow soldering process
- High current operation
- Long operation life
- Wide viewing angle
- Silicone encapsulation
- ESD Class HBM Class 3B (threshold > 8 kV)
- MSL 2A for InGaP products
- MSL 4 for AlInGaP products

Specifications

- AlInGaP technology for Red and Amber
- 2.1V (typ) at 350mA for AlInGaP
- InGaN technology for Green and Blue
- 3.2V (typ) at 350mA for InGaN

Optical Characteristics at 350 mA (T_j = 25°C)

Part Number	Color	Peak Wavelength, $\lambda_{p, \text{max}}$ (nm)	Dominant Wavelength, $\lambda_{d, 2\%}$ (nm)	Viewing Angle, 2θ _{1/2} (°)	Luminous Efficiency (lm/W)
		Typ	Typ	Typ	Typ
ASMT-MB00-AGH00	Red	635	625	120	48
ASMT-MB00-AH100	Red	635	625	120	54
ASMT-MB00-AGH00	Amber	598	590	120	48
ASMT-MB00	Green	519	525	120	54
ASMT-MB00	Blue	454	460	120	13

Electrical Characteristic at 350 mA (T_j = 25°C)

Dice type	Forward Voltage V _f (Volts) at I _f = 350mA			Thermal Resistance Rθj-ms (°C/W) ⁽¹⁾
	Min.	Typ.	Max.	Typ.
AlInGaP	1.7	2.1	2.3	12
InGaN	2.8	3.2	3.5	10

Notes:
1. Rθj-ms is Thermal Resistance from LED junction to metal slug.

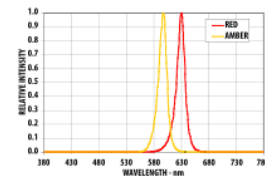


Figure 1. Relative Intensity vs. Wavelength for AlInGaP

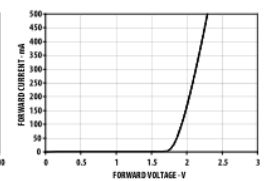


Figure 2. Forward Current vs Forward Voltage for AlInGaP

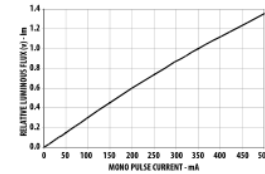


Figure 3. Relative Luminous Flux vs. Mono Pulse Current for AlInGaP

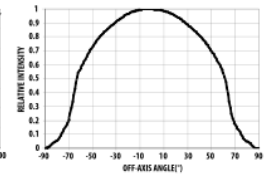


Figure 4. Radiation Pattern for AlInGaP

2.550nm No. Parte Fabricante: VAOL-SB1XAX-SA



HIGH POWER LIGHT
VAOL-SX1XAX-SA
1W STAR Series



Features

- Various colors
- High energy efficiency
- Low voltage
- Suitable for all SMT assembly methods
- Long operating life

Typical Applications

- Effect and accent lighting: display cases, front panels
- Architectural lighting: flood lights, stairway lighting, garden lighting
- Room lighting: contour lighting, chandeliers, pendants, coves
- Specialty lighting: security lighting, portable flashlight, reading lamps

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Rating	Units
DC Forward Current	I_F	350	mA
Peak pulse current:(tp ≤ 100 s, Duty cycle=0.25)	I_{pulse}	500	mA
Reverse Voltage	V_R	5	V
Reverse Current($V_R=5V$)	I_R	50	μA
LED junction Temperature (at 350 mA)	T_J	125	°C
Operating Temperature	T_{opr}	-30 ~ +110	°C
Storage Temperature	T_{stg}	-40 ~ +120	°C
Manual Soldering Time at 260°C(Max.)	T_{sol}	5	seconds

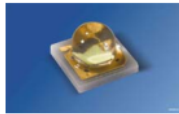
Luminous Flux Characteristics at $I_F=350mA(T_a=25°C, T_{opr}=100ms)$:

Lens Item	Part Name	Color	Flux			Units
			Min.	Typ.	Max.	
Lambertian	VAOL-SW1xAx-SA	White	70.3	90.0	--	lm
	VAOL-SX1xAx-SA	Warm White	63.0	80.0	--	lm
	VAOL-SR1xAx-SA	Red	30.0	50.0	--	lm
	VAOL-SO1xAx-SA	Red Orange	33.3	55.0	--	lm
	VAOL-SA1xAx-SA	Amber	30.0	50.0	--	lm
	VAOL-ST1xAx-SA	True Green	70.3	90.0	--	lm
	VAOL-SB1xAx-SA	Blue	20.3	35.0	--	lm

3.475nm No. Parte Fabricante: LBCP7P-GYHY-35

OSLON SSL
Ceramic package - 80° radiation pattern
Lead (Pb) Free Product - RoHS Compliant

LB CP7P



Released

Besondere Merkmale

- **Gehäusetyp:** SMT-Keramikgehäuse mit Silikonverguss und Linse
- **Typischer Lichtfluss:** 28 lm bei 350 mA und bis zu 57 lm bei 1 A
- **Besonderheit des Bauteils:** Kompakte Lichtquelle für platzsparende Designs
- **Wellenlänge:** 470 nm
- **Abstrahlwinkel:** 80°
- **Technologie:** InGaN
- **optischer Wirkungsgrad:** 25 lm/W bei 350 mA
- **Gruppierungsparameter:** Lichtstrom, Wellenlänge
- **Lötmethode:** Reflow Lötén
- **Vorbereitung:** nach JEDEC Level 2
- **Gurtung:** 12-mm Gurt mit 600/Rolle, ø180 mm
- **ESD-Festigkeit:** ESD-sicher bis 8 kV nach JESD22-A114-D
- **Erweiterte Korrosionsfestigkeit:** Details siehe Seite 10

Anwendungen

- Architekturbeleuchtung
- Bühnen- und Effekt-Beleuchtung
- Ladenbeleuchtung
- farbveränderliche Lichtquellen
- Remote-Phosphor Lichtquellen

Features

- **package:** SMT ceramic package with silicon resin with lens
- **typical Luminous Flux:** 28 lm at 350 mA and up to 57 lm bei 1 A
- **feature of the device:** small size high-flux LED for slim designs
- **wavelength:** 470 nm
- **viewing angle:** 80°
- **technology:** InGaN
- **optical efficiency:** 25 lm/W at 350 mA
- **grouping parameter:** luminous flux, wavelength
- **soldering methods:** reflow soldering
- **preconditioning:** acc. to JEDEC Level 2
- **taping:** 12-mm tape with 600/reel, ø180 mm
- **ESD-withstand voltage:** up to 8 kV acc. to JESD22-A114-D
- **Superior Corrosion Robustness:** details see page 10

Applications

- Architectural lighting
- Stage and entertainment lighting
- Retail and shop lighting
- Color changing fixtures
- Remote-phosphor fixtures

Released

LB CP7P

Kennwerte Characteristics
(T_s = 25 °C)

Bezeichnung Parameter	Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Wellenlänge des emittierten Lichtes Wavelength at peak emission I _F = 350 mA	(typ.) λ _{peak}	465	nm
Dominantwellenlänge ³⁾ (Seite 17) Dominant wavelength ³⁾ (page 17) I _F = 350 mA ¹	(min.) λ _{dom} (typ.) (max.)	464 470* 476	nm nm nm
Spektrale Bandbreite bei 50 % I _{rel max} Spectral bandwidth at 50 % I _{rel max} I _F = 350 mA	(typ.) Δλ	25	nm
Abstrahlwinkel bei 50 % I _v (Vollwinkel) Viewing angle at 50 % I _v	(typ.) 2φ	80	Grad deg.
Durchlassspannung ⁴⁾ (Seite 17) Forward voltage ⁴⁾ (page 17) I _F = 350 mA	(min.) V _F (typ.) (max.)	2.75 3.2 3.5	V V V
Sperrstrom Reverse current	(max.) I _R	not designed for reverse operation	μA
Wärmewiderstand Thermal resistance Sperrschicht/Lötpad Junction/solder point	(typ.) R _{th,JS} (max.)	7 9.4**	K/W K/W

* Einzelgruppen siehe Seite 5
Individual groups on page 5

** R_{th}(max) basiert auf statistischen Werten
R_{th}(max) is based on statistic values

4.470nm No. Parte Fabricante: SML-LX2832UWC-TR-Lumex

UNCONTROLLED DOCUMENT

PART NUMBER	SML-LX2832UWC-TR	REV.	E
DATE	E.C.N. NUMBER AND REVISION COMMENTS		
03.14.03	E.C.N. #10967		A
02.08.05	E.C.N. #11448		B
10.18.07	E.C.N. #11450		C
05.07.10	E.C.N. #11627		D
11.09.10	E.C.N. #11672		E

PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST COND
PEAK WAVELENGTH (WHITE)		3.3	4.0	nm	I _F = 20mA
FORWARD VOLTAGE		5.0		V _F	I _F = 10mA
REVERSE VOLTAGE	5.0			mV	I _F = 20mA
AXIAL INTENSITY (°1)	350		1000	mcd	I _F = 20mA
CHROMATICITY (°2)	0.31		0.31		I _F = 20mA
COORDINATES (°2)	Y		120	2x	2x
EMITTED COLOR	WHITE CLEAR				
EMITTOR LENS FINISH	WHITE CLEAR				

①: AXIAL INTENSITY TESTING CONDITION 500μm WAVELENGTH
②: THE CIE STANDARD COLORIMETRIC SYSTEM

PARAMETER	SYMBOL	MAX	UNITS
DRIVER PULSE			
FLYBACK CURRENT	I _F	150*	mA
STEADY CURRENT	I _F	30	mA
POWER DISSIPATION	P _D	100	mW
OPERATING TEMP.	T _{op}	-40 to +85	°C
STORAGE TEMP.	T _{stg}	-40 to +85	°C
*DUTY 1/10 PULSE WIDTH 10μs			

① LEAD FREE SOLDER PROFILE
10 SEC. MAX.

NOTES
1. THE POLARITY MARK IS ORIENTED TOWARDS THE TAPE SPROCKET HOLE.

*UNLESS OTHERWISE SPECIFIED TOLERANCES PER DECIMAL PRECISION ARE: .x+.1 (±0.03), .x.x±0.5 (±0.02), .x.x.x±0.25 (±0.01), .x.x.x.x±0.127 (±0.005), .x.x.x.x.x±0.05 (±0.002), .x.x.x.x.x.x±0.025 (±0.001), .x.x.x.x.x.x.x±0.0125 (±0.0005), .x.x.x.x.x.x.x.x±0.00625 (±0.00025), .x.x.x.x.x.x.x.x.x±0.003125 (±0.000125)

① RECOMMENDED SOLDER PASTE LEAD

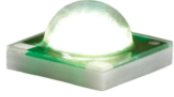
2.8mm X 3.2mm SMD /W REFLECTOR, 605nm LED, WATER CLEAR LENS, 2,000 PCS PER TAPE & REEL. DATE: 01.11.01 DRAWN BY: BC
290 E. HELLEN ROAD
SALATINE, IL 60067-6076
PHONE: +1.847.359.2790
FAX: +1.847.359.8538
WEB: WWW.LUMEX.COM

UNCONTROLLED DOCUMENT
PAGE: 1 OF 1
SCALE: N/A
APPROVED BY: KJ
UNIT: mm [INCH]

5.485nm No. Parte Fabricante: XPCBLU-L1-0000-00W01



Cree® XLamp® XP-C LEDs



PRODUCT DESCRIPTION

The XLamp® XP-C LED combines the proven lighting-class performance and reliability of the XLamp XRE LED in a package with 80% smaller footprint. The XLamp XP-C LED continues Cree's history of innovation in LEDs for lighting applications with wide viewing angle, symmetrical package, unlimited floor life and electrically neutral thermal path.

Cree XLamp LEDs bring high performance and quality of light to a wide range of lighting applications, including color-changing lighting, portable and personal lighting, outdoor lighting, indoor directional lighting, commercial lighting and emergency-vehicle lighting.

FEATURES

- Available in white (2600 K to 10,000 K CCT), royal blue, blue, green, amber, red-orange, red
- Maximum drive current: up to 500 mA
- Low thermal resistance: as low as 10 °C/W
- Wide viewing angle: 110° - 125°
- Unlimited floor life at 30 °C/85% RH
- Reflow solderable - JEDEC J-STD-020C compatible
- Electrically neutral thermal path
- RoHS- and REACH-compliant
- UL* recognized component (E349212)



TABLE OF CONTENTS

Characteristics
 Flux Characteristics - White
 Flux Characteristics - Color
 Relative Spectral Power Distribution
 Relative Flux vs. Junction Temperature
 Electrical Characteristics
 Relative Flux vs. Current
 Typical Spatial Distribution
 Thermal Design
 Reflow Soldering Characteristics
 Notes
 Mechanical Dimensions
 Tape and Reel
 Packaging

CHARACTERISTICS

Characteristics	Unit	Minimum	Typical	Maximum
Thermal resistance, junction to solder point - white, royal blue, blue	°C/W		12	
Thermal resistance, junction to solder point - green	°C/W		20	
Thermal resistance, junction to solder point - amber	°C/W		15	
Thermal resistance, junction to solder point - red, red-orange	°C/W		10	
Viewing angle (FWHM) - white	degrees		115	
Viewing angle (FWHM) - royal blue, blue, green, red, red-orange, amber	degrees		125	
Temperature coefficient of voltage - white, blue, royal blue, green	mV/°C		-4.0	
Temperature coefficient of voltage - amber, red-orange, red	mV/°C		-2.0	
ESD withstand voltage (HBM per MIL-STD-883D) - white, royal blue, blue, green	V			8000
ESD Classification (HBM per MIL-STD-883D) - amber, red-orange, red			Class 2	
DC forward current - white, royal blue, blue, green	mA		500	
DC forward current - amber, red-orange, red	mA		350	
Reverse voltage	V			5
Forward voltage (@ 350 mA) - white	V		3.2	3.9
Forward voltage (@ 350 mA) - royal blue, blue	V		3.3	3.9
Forward voltage (@ 350 mA) - green	V		3.4	3.9
Forward voltage (@ 350 mA) - amber, red-orange, red	V		2.2	2.5
Forward voltage (@ 125 mA) - royal blue, blue	V		3.1	
Forward voltage (@ 125 mA) - green	V		3.3	
Forward voltage (@ 125 mA) - red-orange, red	V		2.0	
Forward voltage (@ 125 mA) - amber	V		2.1	
Forward voltage (@ 500 mA) - royal blue, blue, white	V		3.5	
Forward voltage (@ 500 mA) - green	V		3.6	
LED junction temperature	°C			150

6.502nm No. Parte Fabricante: SSL-LX5093UEGC

UNCONTROLLED DOCUMENT

PART NUMBER SSL-LX5093UEGC		REV. A
REV.	E.C.N. NUMBER AND REVISION COMMENTS	DATE
A	E.C.N. #11148	10.30.06

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS $T_A=25^{\circ}\text{C}$ $I_f=20\text{mA}$

PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST COND.
PEAK WAVELENGTH		502		nm	
FORWARD VOLTAGE		3.5	4.0	V _f	
REVERSE VOLTAGE	5.0			V _r	$I_f=100\mu\text{A}$
AXIAL INTENSITY		1500		msd	$I_f=20\text{mA}$
VIEWING ANGLE		30		2 \times theta	
EMITTED COLOR:	GREEN				
EPoxy LENS FINISH:	WATER CLEAR				

LIMITS OF SAFE OPERATION AT 25°C


PARAMETER	MAX	UNITS
PEAK FORWARD CURRENT*	100	mA
STEADY CURRENT	25	mA
POWER DISSIPATION	105	mW
DERATE FROM 25°C	-1.2	mW/°C
OPERATING, STORAGE TEMP.	-40 TO +85	°C
SOLDERING TEMP.	+260	°C
2.0mm FROM BODY		3 SEC. MAX

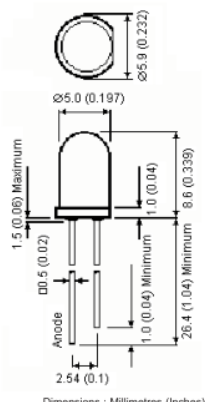
* $t < 10\mu\text{s}$

UNCONTROLLED DOCUMENT

REV. A	PART NUMBER SSL-LX5093UEGC	CONFIDENTIAL INFORMATION THE INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF LUMEX INC. EXCEPT AS SPECIFICALLY AUTHORIZED IN WRITING BY LUMEX INC., THE HOLDER OF THIS DOCUMENT SHALL KEEP ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN CONFIDENTIAL AND SHALL PROTECT SAME IN WHOLE OR IN PART FROM DISCLOSURE AND OCCASIONALLY TO ALL THIRD PARTIES.	<p>290 E. HELLEN ROAD PALATINE, IL 60067-6976 PHONE: +1.847.359.2790 US WEB: www.lumex.com TW WEB: www.lumex.com.tw</p>
T=5mm (T=1 3/4) 502nm ULTRA EMERALD GREEN LED, WATER CLEAR LENS.		RELIABILITY NOTE OUR MANY YEARS OF EXPERIENCE WITH ACCUMULATION INDICATE THAT SOLDER HEAT IS A MAJOR CAUSE OF EARLY AND FUTURE FAILURE. PLEASE PAY ATTENTION TO YOUR SOLDERING PROCESS.	DRAWN BY: JC CHECKED BY: APPROVED BY: DATE: 10.30.06 PAGE: 1 OF 1 SCALE: N/A

7.510nm No. Parte Fabricante: MCL053BGC


	PART NO. MCL053BGC	REVISIONS					
		ECN #	REV	DESCRIPTION	DRAWN	DATE	CHECKD
		-	A	RELEASED	Veena	25/6/08	Suresh
				APPRVD	DATE		
				G. C.	10/7/08		



Dimensions: Millimetres (Inches)

Specifications:

Dice material : InGaN.
 Emitted color : Blue green.
 Lens color : Water clear.
 Peak wavelength : 505nm.
 Viewing angle : 16 degrees.
 Luminous intensity (IV) : 16,000mcd.



Electrical/Optical Characteristics at T_a = 25°C

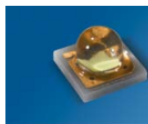
Parameter	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Unit	Test
Luminous Intensity	IV	8000	14500	21000	mcd	IF = 20mA
Viewing Angle	2φ 1/2	-	16	-	degrees	IF = 20mA
Peak Emission Wavelength	λ _p	-	505	-	nm	-
Dominant Wavelength	λ _d	-	510	-	nm	-
Spectral Line Half-Width	Δλ	-	40	-	nm	-
Forward Voltage	VF	2.7	3.4	4.0	V	IF = 20mA
Power Dissipation	Pd	-	-	85	-	-
Peak Forward Current (Duty 1/10 at 1KHz)	IF (Peak)	-	-	100	-	-
Recommended Operating Current	IF (Rec)	-	20	-	mA	-

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, DIMENSIONS ARE FOR REFERENCE PURPOSES ONLY.	DRAWN BY:	DATE:	DRAWING TITLE:		
	Veena	25/06/08	5.0mm Round LED Lamp - Ultra Blue/Green		
	CHECKED BY:	DATE:	SIZE:	DWG NO.	ELECTRONIC FILE
	Suresh	25/06/08	A	M10001260	L053BGC_DWG
APPROVED BY:	DATE:	SCALE: NTS		U.O.M.: mm (Inches)	SHEET: 1 OF 4
G.Cook	10/07/08				

8.505nm No. Parte Fabricante: LVCK7P-JYKZ-25-Z

OSLON Signal 80
 Datasheet
 Version 1.1

LV CK7P



Features:

- **Package:** SMD ceramic package with silicon resin with lens
- **Technology:** ThinGaN
- **Color:** verde green (505 nm)
- **ESD-withstand voltage:** 8 kV acc. to JESD22-A114-F
- **Viewing angle at 50 % I_v:** 80°

Applications

- Traffic Lights and Signaling
- General Lighting indoor and outdoor
- Medical Lighting
- Marker Lights

Besondere Merkmale:

- **Gehäusetyp:** SMD Keramik Gehäuse mit Silikonverguss und Linse
- **Technologie:** ThinGaN
- **Farbe:** verde grün (505 nm)
- **ESD-Festigkeit:** 8 kV nach JESD22-A114
- **Abstrahlwinkel bei 50 % I_v:** 80°

Anwendungen

- Ampel- und Signalanlagen
- Allgemeinbeleuchtung innen und außen
- Medizinische Beleuchtung
- Marker Lights

Version 1.1

LV CK7P

Characteristics (T_g = 25 °C; I_f = 350 mA)

Kennwerte

Parameter	Symbol	Values	Unit
Bezeichnung	Symbol	Werte	Einheit
Wavelength at peak emission Wellenlänge d. emittierten Lichtes	(typ.) λ _{peak}	503	nm
Dominant Wavelength ^{2) page 19} Dominantwellenlänge ^{2) Seite 19}	(min.) λ _{dom} (typ.) λ _{dom} (max.) λ _{dom}	498 505 512	nm nm nm
Spectral bandwidth at 50% I _{rel max} Spektrale Bandbreite b. 50% I _{rel max}	(typ.) Δλ	30	nm
Viewing angle at 50 % I _v Abstrahlwinkel bei 50 % I _v	(typ.) 2φ	80	°
Forward voltage ^{3) page 19} Durchlassspannung ^{3) Seite 19}	(min.) V _F (typ.) V _F (max.) V _F	2.70 3.30 3.70	V V V
Reverse current Sperrstrom	I _R	not designed for reverse operation	
Real thermal resistance junction / solder point ^{4) page 19} Realer Wärmewiderstand Sperrschicht / Lötpad ^{4) Seite 19}	(typ.) R _{th JS real} (max.) R _{th JS real}	7 9.4	K/W K/W
"Electrical" thermal resistance junction / solder point ^{4) page 19} "Elektrischer" Wärmewiderstand Sperrschicht / Lötpad ^{4) Seite 19} (with efficiency η ₀ = 20 %)	(typ.) R _{th JS el} (max.) R _{th JS el}	6 8	K/W K/W

9.520nm No. Parte Fabricante: SSL-LX5093UPGC/G

UNCONTROLLED DOCUMENT

PART NUMBER: SSL-LX5093UPGC/G REV. -

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS $T_c=25^\circ\text{C}$ $I_f=20\text{mA}$

PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST COND
BEAM ANGLE LENGTH	330			mm	
FORWARD VOLTAGE	3.2	3.8		V _F	$I_f=20\text{mA}$
REVERSE VOLTAGE	5.0			V _R	$I_f=10\mu\text{A}$
LUMINOUS INTENSITY		65000		mcd	$I_f=20\text{mA}$
VIEWING ANGLE		15		2 θ	$I_f=20\text{mA}$
EMITTED COLOR	GREEN				
LENS FINISH	WATER CLEAR				

LIMITS OF SAFE OPERATION AT 25°C

PARAMETER	MAX	UNITS
PEAK FORWARD CURRENT*	100	mA
STEADY CURRENT	20	mA
POWER DISSIPATION	80	mW
DERATE FROM 25°C	-1.2	mW/°C
OPERATING TEMP.	-30 TO +80	°C
STORAGE TEMP.	-40 TO +100	°C
SOLDERING TEMP.	+260	°C
2.0mm FROM BODY	3	SEC.

* 10% DUTY

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED TOLERANCES PER DECIMAL PRECISION ARE: X+/-1 (60.0%), X.X+/-0.5 (60.0%), X.XX+/-0.25 (60.0%), X.XXX+/-0.127 (60.0%), LEAD SIZE+/-0.05 (60.0%), LEAD LENGTH+/-0.75 (60.0%), MIN.+DECIMAL PRECISION MAX.+DECIMAL PRECISION

UNCONTROLLED DOCUMENT

DATE: 08.27.14 DRAWN BY: MA
 PAGE: 1 OF 1 CHKD BY: KF
 SCALE: NTS APPRVD BY: KF
 UNIT: mm (INCH) (2)

LUMEX QUASARBRITE T-5mm (T-1, 3/4) 520nm ULTRA PURE GREEN LED, WATER CLEAR LENS.
 450 N. GARY AVE. QUASARBRITE T-5mm (T-1, 3/4) 520nm ULTRA PURE GREEN LED, WATER CLEAR LENS.
 2000 SHELTON AVE. #2188-4902
 PHOENIX, AZ 85024-3756
 TEL: +1 (602) 973-5999
 FAX: +1 (602) 973-2752
 WEBSITE: WWW.LUMEX.COM
 MEMBER OF JPMV PHOTONICS GROUP

10.535nm No. Parte Fabricante: VAOL-ST1XAX-SA



HIGH POWER LIGHT
VAOL-SX1XAX-SA
1W STAR Series



Features

- Various colors
- High energy efficiency
- Low voltage
- Suitable for all SMT assembly methods
- Long operating life

Typical Applications

- Effect and accent lighting: display cases, front panels
- Architectural lighting: flood lights, stairway lighting, garden lighting
- Room lighting: contour lighting, chandeliers, pendants, coves
- Specialty lighting: security lighting, portable flashlight, reading lamps



Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Rating	Units
DC Forward Current	I_f	350	mA
Peak pulse current; (tp ≤ 100 μ s, Duty cycle=0.25)	I_{fmax}	500	mA
Reverse Voltage	V_R	5	V
Reverse Current ($V_R=5V$)	I_{Rc}	50	μ A
LED Junction Temperature (at 350 mA)	T_j	125	°C
Operating Temperature	T_{op}	-30 ~ +110	°C
Storage Temperature	T_{stg}	-40 ~ +120	°C
Manual Soldering Time at 260 °C (Max.)	T_{sol}	5	seconds

Luminous Flux Characteristics at $I_f=350\text{mA}$ ($T_c=25^\circ\text{C}$, $T_{op}=100\text{ms}$):

Lens Item	Part Name	Color	Flux			Units
			Min.	Typ.	Max.	
	VAOL-SW1xAX-SA	White	70.3	90.0	-	lm
	VAOL-SX1xAX-SA	Warm White	63.0	80.0	-	lm
	VAOL-SR1xAX-SA	Red	30.0	50.0	-	lm
Lambertian	VAOL-SO1xAX-SA	Red Orange	33.3	55.0	-	lm
	VAOL-SA1xAX-SA	Amber	30.0	50.0	-	lm
	VAOL-ST1xAX-SA	True Green	70.3	90.0	-	lm
	VAOL-SB1xAX-SA	Blue	20.3	35.0	-	lm

11.545nm No. Parte Fabricante: OCL-400 GE545-XD-T



OSA Opto Light GmbH
Köpenicker Str. 325 / Haus 201
12555 Berlin - Germany
Tel. +49 (0)30 65 76 26 83
Fax: +49 (0)30 65 76 26 81
E-Mail: contact@osa-opto.com

Series 400 - Ceramics
green 545 nm

preliminary

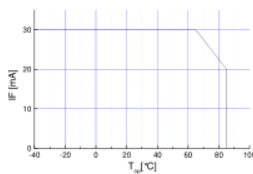
Features

- size 3.0(L) x 2.0(W) x 1.0(H) mm
- circuit substrate: Al2O3 Ceramics
- devices are ROHS conform
- lead free solderable, soldering pads: gold plated
- taped in 8 mm blister tape, cathode to transporting perforation
- all devices sorted into luminous intensity classes
- taping: face-up (T)
- high luminous intensity types



Absolute Maximum Ratings

$I_{f, max}$ [mA]	$I_{f, \mu}$ [mA] 100 μ s $\tau \leq 1: 10$	$t_p \leq$	V_{f1} [V]	$I_{th, max}$ [μ A]	Thermal resistance $R_{th, j-a}$ [K / W]	T_{Op} [°C]	T_{stg} [°C]
30	120	5	5	100	60	-40...85	-40...110



Maximal forward current (DC) characteristic

electrostatic discharge classification (MIL-STD-883E)

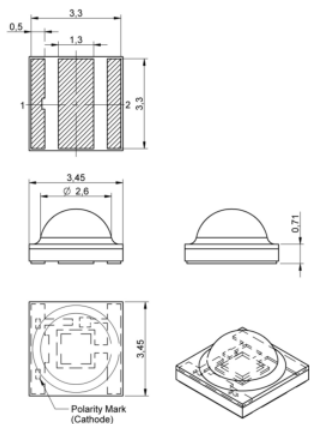
class 1

Electro-Optical Characteristics

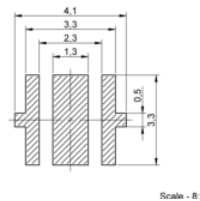
Type	Emitting color	Marking at	Measurement I_f [mA]	V_f [V]		λ_d / λ_p [nm]	I_v [mcd]	
				typ	max		min	typ
OCL-400 GE545	green	anode	20	3.2	3.6	545	600	850

12.525nm No. Parte Fabricante: 150353RS74500

A Dimensions: [mm]

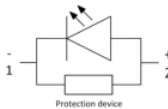


B Recommended land pattern: [mm]



Scale: - 8:1

C Schematic:



Scale: - 8:1



D Absolute Maximum Ratings (Ambient Temperature 25°C):

Properties	Test conditions	Value	Unit
Power dissipation	P_{Diss}	2.1	W
Peak Forward Current	$I_{f, peak}$	1000	mA
Continuous Forward Current	I_f	700	mA
Reverse Voltage	V_{rev}	5	V
ESD Threshold / Human Body Model	V_{ESD}	8000	V
Absolute thermal resistance junction to solder point	$R_{th, j-s}$	10	K/W
Junction temperature	T_j	125	°C

E General information:

- Operating temperature: -40°C to +100°C
- Storage temperature (on tape & reel): -40°C to +125°C; 60% RH max.

Optical Properties:

Properties	Value
Chip Technology	AlInGaP
Emitting Color	Red
Lens Type	Dome Lens Waterclear



Würth Elektronik nFos GmbH & Co. KG
nFos & nFos-Produkte
Max-Eyth-Str. 1
74639 Biberburg
Germany
Tel. +49 (0) 79 42 945 - 0
www.wuerth-ele.com
@Sap@wue.wue.com



DESCRIPTION

WL-SMDC Ceramic mono-color High-power LED waterclear

Order No.

150353RS74500

Size: 3535



SIZE

A4

This electronic component has been designed and developed for usage in general electronic equipment only. This product is not suitable for use in equipment where a high degree of safety, reliability, fire and/or explosion protection is required or where a failure of the product is reasonably expected to cause severe personal injury or death, unless the carrier has been notified and a replacement specifically governing such use. Moreover Würth Elektronik nFos GmbH & Co. KG products are neither designed nor intended for use in areas such as air, sea, space, nuclear, nuclear carrier, submarine, transportation (air-traffic control, train control, ship control, transportation signal, disaster prevention, medical, public information network etc.). Würth Elektronik nFos GmbH & Co. KG must be informed about the intent of each usage before the design stage. In addition, sufficient reliability evaluation checks for safety must be performed on every electronic component which is used in electrical circuits that require high safety and reliability functions or performance.

Apéndice H, Componentes ópticos tercer módulo.

1. 565nm No. Parte Fabricante: SSL-LX5093SGC/B

UNCONTROLLED DOCUMENT

PART NUMBER	SSL-LX5093SGC/B	REV.	D
DATE	E.C.N. NUMBER AND REVISION COMMENTS	REV.	A
03.02.05	UPDATED SPEC		B
05.31.01	E.C.N. #1030P & REDRAWN IN 3D		C
10.23.06	E.C.N. #1148		D
09.13.12	E.C.N. #1030P & REDRAWN		

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta=25°C)			
PARAMETER	MIN	TYP	MAX
FORWARD VOLTAGE	3.0	3.2	3.4
REVERSE VOLTAGE	5.0		
AVERAGE CURRENT	20		25
PEAK CURRENT	85		100
OPERATING TEMPERATURE RANGE	-40		+80
STORAGE TEMPERATURE RANGE	-40		+100
LEAD SOLDERING TEMPERATURE	260		

UNCONTROLLED DOCUMENT

2. 570nm No. Parte Fabricante: VAOL-10GDE4

VGG | OPTOELECTRONICS
lighting:theway

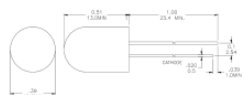
LED LAMP
VAOL-10GDE4

- Feature**
- Low Power Consumption
 - High Intensity
 - I.C. compatible

- Applications**
- Commercial Outdoor Sign Board
 - Front Panel Indicator
 - Data-Matrix Module
 - LED Bulb

- Description**
- These High Intensity LEDs are Based on GaP/GaP Material Technology
 - Emitted color: Green
 - Water Clean Lens

Package Dimension



*Tolerance: ± 0.01 / 0.25 mm

Absolute Maximum Ratings at Ta=25°C

Symbol	Parameter	Max.	Unit
PD	Power Dissipation	100	mW
VR	Reverse Voltage	5	V
IAF	Average Forward Current	25	mA
IPF	Peak Forward Current (Duty=0.1, 1kHz)	85	mA
—	Derating Linear Form 25°C	0.4	mA/°C
Temp	Operating Temperature Range	-40 to +80	°C
Tstg	Storage Temperature Range	-40 to +100	°C


Lead Soldering Temperature [1.6mm (0.063inch) From Body] 260°C For 5 Seconds.

Electrical / Optical Characteristics and Curves at Ta=25°C

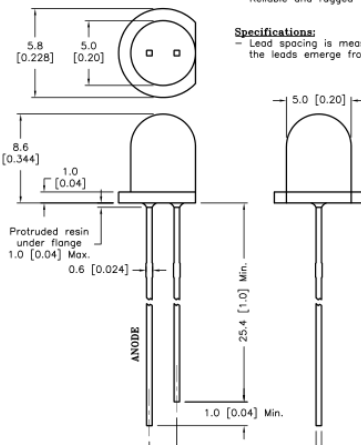
Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
VF	Forward Voltage	IF= 20 mA	2.0	2.4		V
IR	Reverse Current	VR= 5 V			100	µA
∠θ	Half Intensity Angle	IF= 20 mA		30		Deg.
IV	Luminous Intensity	IF= 20 mA		350		md.
λd	Dominant Wavelength	IF= 20 mA		570		nm



3. 578nm No. Parte Fabricante: MC20370



RoHS Compliant



5.8 [0.228] 5.0 [0.20] 8.6 [0.344] 1.0 [0.04] 0.6 [0.024] 2.54 [0.1] Nom. 0.5 [0.02] SQ. 1.0 [0.04] Min. 25.4 [1.0] Min.

REVISIONS

DCP #	REV	DESCRIPTION	DRAWN	DATE	CHECKD	DATE	APPRVD	DATE
190B	A	RELEASED	EO	6/7/06	YA	6/19/06	HO	6/19/06

DOC. NO. SPC-F005 • Effective: 7/8/02 • DCP No. 1388

SPC-F005.DWG

Features:

- High intensity
- Standard 1-1 3/4 diameter package
- General purpose LED
- Reliable and rugged

Specifications:

- Lead spacing is measured where the leads emerge from the package

Source Color **Chip Material** **Lens Color**
 Yellow Green AlInGaP Water Clear

Absolute Maximum Rating at Ta=25°C

Parameter	MAX.	Unit
Power Dissipation	120	mW
Peak Forward Current (1/10 Duty Cycle, 0.1ms Pulse Width)	100	mA
Continuous Forward Current	30	mA
Derating Linear From 50°C	0.4	mA/°C
Reverse Voltage	5	V
Operating Temperature Range	-25°C to +80°C	
Storage Temperature Range	-40°C to +100°C	
Lead Soldering Temperature [4mm (0.157) From Body]	260°C for 5 seconds	

Electrical Optical Characteristics at Ta=25°C

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max	Unit	Test Condition
Luminous Intensity	I _v	1600	3000		mcd	I _f =20mA (Note 1)
Viewing Angle	2θ _{1/2}		20		Deg	(Note 2)
Peak Emission Wavelength	λ _p		568		nm	I _f =20mA
Dominant Wavelength	λ _d		573	578	nm	I _f =20mA (Note 3)
Spectral Line Half-Width	Δλ		30		nm	I _f =20mA
Forward Voltage	V _f	1.9	2.6		V	I _f =20mA
Reverse Current	I _r	---	---	100	μA	V _R =5V

Notes:

- 1- Luminous intensity is measured with a light sensor and filter combination that approximates the CIE eye-response curve.
- 2- θ_{1/2} is the off-axis angle at which the luminous intensity is half the axial luminous intensity
- 3- The dominant wavelength (λ_d) is derived from the CIE chromaticity diagram and represents the single wavelength which defines the color of the device.

TOLERANCES:
 UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ±0.25 [±0.010]


DISCLAIMER:
 ALL STATEMENTS AND TECHNICAL INFORMATION CONTAINED HEREIN ARE BASED UPON INFORMATION AND/OR TESTS WE BELIEVE TO BE ACCURATE AND RELIABLE. SINCE CONDITIONS OF USE ARE BEYOND OUR CONTROL, THE USER SHALL DETERMINE THE SUITABILITY OF THE PRODUCT FOR THE INTENDED USE AND ASSUME ALL RISK AND LIABILITY WHATSOEVER IN CONNECTION THEREWITH.

DRAWN BY: EKLAS ODISH **DATE:** 6/7/06 **DRAWING TITLE:** Super Bright LED, Round Lens, 5mm (T1 3/4), Yellow Green Emitting Color

CHECKED BY: YILMAZ AKYONDEM **DATE:** 6/19/06 **SIZE:** A **DWG. NO.:** MC20369 **ELECTRONIC FILE:** 87K7008.DWG **REV:** A

APPROVED BY: HISHAM ODISH **DATE:** 6/19/06 **SCALE:** NTS **U.O.M.:** mm [INCHES] **SHEET:** 1 OF 2

4. 572nm No. Parte Fabricante: MCL034SGC



Specifications:

- Dice material : AlInGaP
- Emitted colour : Super Green
- Lens colour : Water Clear
- Peak wavelength : 570nm
- Viewing angle : 36°
- Luminous intensity (IV) : 1,300mcd

RoHS Compliant

Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)

Parameter	Value
Reverse Voltage	5V
Reverse Current	10μA (V _R = 5V)
Operating Temperature Range	-40°C to 85°C
Storage Temperature Range	-40°C to 100°C
Lead Soldering Temperature Range	260°C for 5 Seconds

Electrical/Optical Characteristics at Ta = 25°C

Parameter	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Unit	Test
Luminous Intensity	IV	600	1,300	1,850	mcd	IF = 20mA
Viewing Angle	2θ 1/2	-	36	-	degrees	
Peak Emission Wavelength	λP	-	570	-	nm	
Dominant Wavelength	λD	-	572	-	nm	
Spectral Line Half-Width	Δλ	-	30	-	nm	
Forward Voltage	VF	1.7	2.1	2.6	V	IF = 20mA
Power Dissipation	Pd	-	-	85	-	
Peak Forward Current (Duty 1/10 at 1KHz)	IF (Peak)	-	-	100	-	
Recommended Operating Current	IF (Rec)	-	20	-	mA	

5. 585nm No. Parte Fabricante: SSL-LX3044YC

UNCONTROLLED DOCUMENT

PART NUMBER: SSL-LX3044YC

REV.	E.C.N. NUMBER AND REVISION COMMENTS	DATE
A	REMOVED FLAT EDGE FROM FLANGE.	4.28.92
B	CHG'D CURRENT SPECS.	10.26.92
C	UPDATED SPECS.	11.28.94
D	UPDATED MEW ANGLE.	2.21.95
E	E.C.N. #10BRDR. & REDRAWN IN 3D.	4.11.01

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS $T_A=25^{\circ}\text{C}$ $I_f=20\text{mA}$

PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST COND
PEAK WAVELENGTH		585		nm	
FORWARD VOLTAGE		2.1	2.5	V _f	$I_f=100\mu\text{A}$
REVERSE VOLTAGE	5.0			V _r	$I_f=20\text{mA}$
AXIAL INTENSITY		90		mcd	
VIEWING ANGLE		30		2x theta	
EMITTED COLOR	YELLOW				
EPoxy LENS FINISH	WATER CLEAR				

LIMITS OF SAFE OPERATION AT 25°C

PARAMETER	MAX	UNITS
PEAK FORWARD CURRENT*	150	mA
STEADY CURRENT	30	mA
POWER DISSIPATION	105	mW
DERATE FROM 25°C	-1.5	mW/°C
OPERATING, STORAGE TEMP.	-40 TO +85	°C
SOLDERING TEMP.	+280	°C
2.0mm FROM BODY	3 SEC. MAX	

* $t < 10\mu\text{s}$

UNCONTROLLED DOCUMENT

CONFORMANCE: *UNLESS OTHERWISE SPECIFIED TOLERANCES PER DECIMAL PRECISION ARE: X+1 (+0.03), X.X+0.5 (+0.025), X.XX+0.25 (+0.010), X.XXX+0.127 (+0.005). LEAD SIZE=±0.05 (+0.002), LEAD LENGTH=±0.75 (+0.020), MIN. MOUNTING PRECISION MAX. ±0.25mm PRECISION

REV. E PART NUMBER SSL-LX3044YC

T-3mm (T-1) 585nm YELLOW LED, WATER CLEAR LENS.

CONFIDENTIAL INFORMATION: THE INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF LUMEX INC. EXCEPT AS SPECIFICALLY AUTHORIZED IN WRITING BY LUMEX INC. THE HOLDER OF THIS DOCUMENT SHALL KEEP ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN CONFIDENTIAL AND SHALL PROTECT SAME IN WHOLE OR IN PART FROM DISCLOSURE AND REPRODUCTION TO ALL THIRD PARTIES.

RELIABILITY NOTE: OUR MANY YEARS OF EXPERIENCE DATA ACCUMULATION INDICATE THAT SOLDER HEAT IS A MAJOR CAUSE OF SURVIVAL AND FAILURE FAILURE. PLEASE PAY ATTENTION TO YOUR SOLDERING PROCESS.

LUMEX 290 E. HELEN ROAD PALATINE, IL 60067-6976 PHONE: +1 847.359.2790 US WEB: www.lumex.com TW WEB: www.lumex.com.tw

DRAWN BY: BC CHECKED BY: APPROVED BY: DATE: 5.30.90 PAGE: 1 OF 1 SCALE: N/A

6. 590nm No. Parte Fabricante: LED 591E

LED591E

Ultra Bright Yellow LED

Specifications and Documentation

Part 1. Introduction: LED591E Ultra Bright Yellow LED

The LED591E emits light with a spectral output centered at 590 nm. This LED is composed of heterostructures (HS) grown on an InGaAlP substrate. The diode is encapsulated in a round clear epoxy casing with a 5 mm diameter.

Part 2. Specifications for an LED591E

2.1. Electrical Specifications

	Typical	Maximum Ratings
Power Dissipation		140 mW
Reverse Voltage		5.0 V
DC Forward Current		50 mA
Forward Voltage @ 20 mA	2.2 V	2.6 V
Reverse Current $V_r = -5\text{ V}$		10 μA
Operating Temperature		-30 °C to 85 °C
Storage temperature Range		-30 °C to 100 °C

Note: All maximum measurements specified are at 25 °C.

2.2. Optical Specifications

	Typical
Center Wavelength	590 nm (± 10 nm)
FWHM	20 nm (± 3 nm)
Half Viewing Angle	19°
Forward Optical Power	1.4 mW @ 20mA
Total Optical Power	2.0 mW @ 20mA

2.3. Soldering Specifications

	Conditions
Manual Soldering	295 °C ± 5 °C, for less than 3 seconds
Wave Soldering	260 °C ± 5 °C, for less than 5 seconds
Reflow Soldering	Preheating: 70 °C to 80 °C, for 30 seconds Soldering: 245 °C ± 5 °C, for less than 5 seconds

2.4. Cleaning Solvents

Solvent	Ethyl Alcohol	Isopropyl Alcohol	Propanol	Acetone	Chloroform	Trichloroethylene	MRS
Approved	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No

9.604nm, No. Parte Fabricante: KPB-3025ESGC-F01-Kinbright

Kingbright

3.0x2.5mm SURFACE MOUNT LED LAMP

KPB-3025ESGC-F01 HIGH EFFICIENCY RED SUPER BRIGHT GREEN

Features

- 3.0mmx2.5mm SMT LED, 1.1mm THICKNESS.
- BI-COLOR/LOW POWER CONSUMPTION.
- WIDE VIEWING ANGLE.
- IDEAL FOR BACKLIGHT AND INDICATOR.
- VARIOUS COLORS AND LENS TYPES AVAILABLE.
- PACKAGE: 2000PCS / REEL.
- ROHS COMPLIANT.

Description

The High Efficiency Red source color devices are made with Gallium Arsenide Phosphide on Gallium Phosphide Orange Light Emitting Diode.

The Super Bright Green source color devices are made with Gallium Phosphide Green Light Emitting Diode.

Package Dimensions

Technical drawing showing top, side, and bottom views of the LED package with dimensions in mm and inches. Dimensions include: 2(0.118), 1.1(0.043) MAX., 1.2(0.048), 2(0.079), 1.3(0.051), 1.1(0.043) MAX., 1(0.04), 0.6(0.024), 0.5(0.020), 0.5(0.020), 0.5(0.020).

Selection Guide

Part No.	Dice	Lens Type	Iv (mcd) @ 20 mA		Viewing Angle
			Min.	Typ.	
KPB-3025ESGC-F01	HIGH EFFICIENCY RED (GaAsP/GaP)	WATER CLEAR	4	12	120°
	SUPER BRIGHT GREEN (GaP)		4	12	

Note: 1. $\theta_{1/2}$ is the angle from optical centerline where the luminous intensity is 1/2 the optical centerline value.

Electrical / Optical Characteristics at Ta=25°C

Symbol	Parameter	Device	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
λ_{peak}	Peak Wavelength	High Efficiency Red Super Bright Green	627 565		nm	I _f =20mA
λ_d	Dominant Wavelength	High Efficiency Red Super Bright Green	625 568		nm	I _f =20mA
$\Delta\lambda_{1/2}$	Spectral Line Half-width	High Efficiency Red Super Bright Green	45 30		nm	I _f =20mA
C	Capacitance	High Efficiency Red Super Bright Green	15 15		pF	V _f =0V, f=1MHz
V _f	Forward Voltage	High Efficiency Red Super Bright Green	2.0 2.2	2.5	V	I _f =20mA
I _r	Reverse Current	All		10	µA	V _r =-5V

Absolute Maximum Ratings at Ta=25°C

Parameter	High Efficiency Red	Super Bright Green	Units
Power dissipation	105	105	mW
DC Forward Current	30	25	mA
Peak Forward Current [1]	180	140	mA
Reverse Voltage	5	5	V
Operating/Storage Temperature	-40°C To +85°C		

Note: 1. 1/10 Duty Cycle, 0.1ms Pulse Width.

10.600nm, No. Parte Fabricante: MC20373

multicomp

ALL RIGHTS RESERVED. NO PORTION OF THIS PUBLICATION, WHETHER IN WHOLE OR IN PART, CAN BE REPRODUCED, WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN CONSENT OF SPC TECHNOLOGY.

SPC-F1005.DWG

REVISIONS

DCP #	REV	DESCRIPTION	DRAWN	DATE	CHECKED	DATE	APPROV	DATE
1908	A	RELEASED	EO	6/7/06	YA	6/19/06	HO	6/19/06

DOC. NO. SPC-F1005 • ERMEDIA 3/18/02 • DCP No. 1368

Features:

- High intensity
- Standard T-1 3/4 diameter package
- General purpose LED
- Reliable and rugged

Specifications:

- Lead spacing is measured where the leads emerge from the package

Source Color | **Chip Material** | **Lens Color**

Amber | AllnGaP/GaP | Water Clear

Absolute Maximum Rating at Ta=25°C

Parameter	MAX.	Unit
Power Dissipation	80	mW
Peak Forward Current (1/10 Duty Cycle, 0.1ms Pulse Width)	100	mA
Continuous Forward Current	20	mA
Derating Linear From 50°C	0.4	mA/°C
Reverse Voltage	5	V
Operating Temperature Range	-25°C to +80°C	
Storage Temperature Range	-40°C to +100°C	
Lead Soldering Temperature [4mm (0.157) From Body]	260°C for 5 seconds	

Electrical Optical Characteristics at Ta=25°C

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Condition
Luminous Intensity	I _v	4000			mcd	I _f =20mA (Note 1)
Viewing Angle	2 $\theta_{1/2}$	10			Deg	(Note 2)
Peak Emission Wavelength	λ_p	605			nm	I _f =20mA
Dominant Wavelength	λ_d	600			nm	I _f =20mA (Note 3)
Spectral Line Half-Width	$\Delta\lambda$	25			nm	I _f =20mA
Forward Voltage	V _f	1.9	2.4		V	I _f =20mA
Reverse Current	I _r	---	---	100	µA	V _r =5V

Notes:

- Luminous intensity is measured with a light sensor and filter combination that approximates the CIE eye-response curve.
- $\theta_{1/2}$ is the off-axis angle at which the luminous intensity is half the axial luminous intensity
- The dominant wavelength (λ_d) is derived from the CIE chromaticity diagram and represents the single wavelength which defines the color of the device.

TOLERANCES:

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ±0.25 [±0.010]

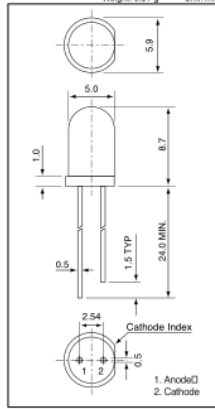
DISCLAIMER: ALL STATEMENTS AND TECHNICAL INFORMATION CONTAINED HEREIN ARE BASED UPON INFORMATION AND/OR TESTS WE BELIEVE TO BE ACCURATE AND RELIABLE. SINCE CONDITIONS OF USE ARE BEYOND OUR CONTROL, THE USER SHALL DETERMINE THE SUITABILITY OF THE PRODUCT FOR THE INTENDED USE AND ASSUME ALL RISK AND LIABILITY WHATSOEVER IN CONNECTION THEREWITH.

DRAWN BY: EKLAS ODISH **DATE:** 6/7/06 **DRAWING TITLE:** Super Bright LED, Round Lens, 5mm (T1 3/4), Amber Emitting Color

CHECKED BY: YILMAZ AKYONDEM **DATE:** 6/19/06 **SIZE:** A **DWG. NO.:** MC20373 **ELECTRONIC FILE:** 87K7012.DWG **REV:** A

APPROVED BY: HISHAM ODISH **DATE:** 6/19/06 **SCALE:** NTS **U.O.M.:** mm [INCHES] **SHEET:** 1 OF 2

11. 605nm No. Parte Fabricante: AND157HAP



AND157HAP InGaAlP High Brightness Amber Light Emission T-1 3/4 Package (5 mm)

- Features**
- Peak wavelength ($\lambda_p = 612$ nm) high bright emission
 - All plastic mold type, clear colorless lens
 - Low drive current: 1 to 20 mA DC
 - Excellent On-Off contrast ratio
 - Fast response time, capable of pulse operation
 - High power luminous intensity
 - Suitable for outdoor usage
 - High reliability; storage temperature -25 to +120°C
 - RoHS Compliant

Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristics	Symbol	Rating	Unit
Forward Current	I_F	30	mA
Reverse Voltage	V_R	4	V
Power Dissipation	P_D	100	mW
Operating Temperature Range	T_{Op}	-25 to 85	°C
Storage Temperature Range	T_{Stg}	-25 to 100	°C

Electro-Optical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristics	Symbol	Test Condition	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Forward Voltage	V_F	$I_F = 20$ mA	—	2.1	3.0	V
Reverse Current	I_R	$V_R = 4$ V	—	—	50	μA
Luminous Intensity	I_V	$I_F = 20$ mA	1,200	2,000	—	mcd
Peak Emission Wavelength	λ_p	$I_F = 20$ mA	—	612	—	nm
Spectral Line Half Width	$\Delta\lambda$	$I_F = 20$ mA	—	15	—	nm
Dominant Wavelength	λ_d	$I_F = 20$ mA	—	605	—	nm
Full Viewing Angle	θ	$I_V = 1/2$ Peak	—	20	—	degree

Precaution

Please be careful of the following:

1. Soldering temperature: 260°C max
Soldering time: 5 sec. max
Soldering portion of lead: up to 1.6 mm from the body of the device
2. The lead can be formed up to 5 mm from the body of the device without forming stress.
Soldering should be performed after the lead forming.

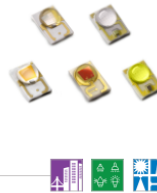
Product specifications contained herein may be changed without prior notice.

It is therefore advisable to contact Purdy Electronics before proceeding with the design of equipment incorporating this product.

Purdy Electronics Corporation • 720 Palomar Avenue • Sunnyvale, CA 94085
Tel: 408.523.8200 • Fax: 408.733.1287 • sales@purdyelectronics.com • www.purdyelectronics.com 6/12/07

12. 620nm No. Parte Fabricante: LXM2-PH01-0060

LUXEON Rebel and LUXEON Rebel ES Color Portfolio



Introduction

With leading light output, color stability, flux density, and clear saturated colors, the LUXEON Rebel and LUXEON Rebel ES emitters are ideal for a wide variety of lighting, signaling, signage and entertainment applications. Every LUXEON Rebel and LUXEON Rebel ES emitter has built-in quality, reliability, lumen maintenance and the ease of manufacturing needed to create a superior high quality light. Using the information in this document you can begin designing applications to your unique specifications.

Features and Benefits

- Deliver more usable light and higher flux density
- Optimize applications to reduce size and cost
- Tightly pack the LEDs for color mixing
- Engineer more robust applications
- Utilize standard FR4 PCB technology
- Simplify manufacturing through the use of surface mount technology
- Recognized under the Component Recognition Program of Underwriters Laboratories Inc. UL listing E327436

Key Applications

- Architecture
 - Entertainment
 - Studio
- Lamps
 - Remote Phosphor
- Specialty
 - Emergency Vehicle

Electrical Characteristics

Electrical Characteristics for LUXEON Rebel and LUXEON Rebel ES Colors at Test Current and Temperature¹⁾

Table 3.

Color	Part Number	Forward Voltage V_f (V)			Typical Temperature Coefficient of Forward Voltage ²⁾ $\frac{\Delta V_f}{\Delta T}$	Typical Thermal Resistance Junction to Thermal Pad $R_{\theta JC}$ ($^\circ\text{C}/\text{W}$)
		Minimum	Typical	Maximum		
Lime	LXML-PX02	2.60	2.75	3.00	-2.0 to -4.0	6
Green	LXML-PM01	2.55	2.90	3.51	-2.0 to -4.0	10
Cyan	LXML-PE01	2.55	2.90	3.51	-2.0 to -4.0	10
Blue	LXML-PB02	2.50	2.95	3.50	-2.0 to -4.0	6
	LXML-PB01	2.55	2.95	3.51	-2.0 to -4.0	10
Royal Blue	LXML-PR02	2.50	2.90	3.50	-2.0 to -4.0	6
	LXML-PR01	2.55	2.95	3.51	-2.0 to -4.0	10
Red	LXML-PD01	2.31	2.90	3.51	-2.0 to -4.0	12
Red	LXM2-PD01	1.80	2.10	2.80	-2.0 to -4.0	8
Deep Red	LXM3-PD01	1.80	2.10	2.80	-2.0 to -4.0	8
Red-Orange	LXML-PH01	2.31	2.90	3.51	-2.0 to -4.0	12
Red-Orange	LXM2-PH01	1.80	2.10	2.80	-2.0 to -4.0	8
PC Amber	LXM2-PL01	2.55	3.05	3.51	-2.0 to -4.0	10
Amber	LXML-PL01	2.31	2.90	3.51	-2.0 to -4.0	12

Notes for Table 3:

1. LUXEON Rebel ES Lime is tested at 350 mA/80°C. LUXEON Rebel ES Royal Blue and ES Blue are tested at 700 mA/25°C. All other LUXEON Rebel color emitters are tested at 350 mA/25°C.
2. Measured between $T_a = 25^\circ\text{C}$ and $T_a = 10^\circ\text{C}$ at test current.
3. $R_{\theta JC}$ Lumberth maintains a tolerance of ± 0.006 on forward voltage measurements.

Absolute Maximum Ratings

Table 4.

Parameter	Green/Cyan/Blue/Royal Blue	ES Royal Blue/ES Blue/Lime	Red/Deep Red Red-Orange/Amber	PC Amber
DC Forward Current (mA)	1000	1000	700	700
Peak Pulsed Forward Current (mA)	1000	1200	700	700
Average Forward Current (mA)	1000	1000	700	700
ESD Sensitivity	< 8000V Human Body Model (HBM) Class 3A JESD22-A114-B			
LED Junction Temperature ¹⁾	150°C	150°C	135°C	130°C
Operating Case Temperature	-40°C - 135°C	-40°C - 135°C	-40°C - 120°C	-40°C - 110°C
Storage Temperature	-40°C - 135°C	-40°C - 135°C	-40°C - 135°C	-40°C - 135°C
Soldering Temperature	JEDEC 020c: 260°C	JEDEC 020c: 260°C	JEDEC 020c: 260°C	JEDEC 020c: 260°C
Allowable Reflow Cycles	3	3	3	3
Autoclave Conditions	121°C at 2 ATM 100% Relative Humidity for 96 Hours Maximum			
Reverse Voltage (V)	LUXEON Rebel Color Portfolio LEDs are not designed to be driven in reverse bias.			

Apéndice I, Componentes ópticos del cuarto módulo.

1. 610nm No. Parte Fabricante: XPERDO-L1-R250-00A01

CREE  **PRODUCT FAMILY DATA SHEET**

Cree® XLamp® XP-E LEDs



PRODUCT DESCRIPTION

The XLamp® XP-E LED combines the proven lighting-class performance and reliability of the XLamp XR-E LED in a package with 80% smaller footprint. The XLamp XP-E LED continues Cree's history of innovation in LEDs for lighting applications with wide-viewing angle, symmetrical package, unlimited floor life and electrically neutral thermal path.

Cree XLamp LEDs bring high performance and quality of light to a wide range of lighting applications, including color-changing, portable and personal, outdoor, indoor-directional, transportation, stage and studio, commercial, horticulture and emergency-vehicle lighting.

FEATURES

- Available in white, 80-CRI, 85-CRI and 90-CRI white, royal blue, blue, green, amber, red-orange, red, photo red & far red
- Maximum drive current: up to 1 A
- Low thermal resistance: as low as 8 °C/W
- Maximum junction temperature: 150 °C
- Wide viewing angle: 115°-130°
- Unlimited floor life at ± 30 °C/85% RH
- Reflow solderable - JEDEC J-STD-020C compatible
- Electrically neutral thermal path
- RoHS and REACH compliant
- UL® recognized component (E349212)



Characteristics	Unit	Minimum	Typical	Maximum
Thermal resistance, junction to solder point - white, royal blue, blue	°C/W		9	
Thermal resistance, junction to solder point - green	°C/W		15	
Thermal resistance, junction to solder point - amber	°C/W		10	
Thermal resistance, junction to solder point - red-orange, red, photo red, far red	°C/W		8	
Viewing angle (FWHM) - white	degrees		115	
Viewing angle (FWHM) - royal blue, blue, green, amber, red-orange, red, photo red, far red	degrees		130	
Temperature coefficient of voltage - white	mV/°C		-3.0	
Temperature coefficient of voltage - royal blue, blue	mV/°C		-3.3	
Temperature coefficient of voltage - green	mV/°C		-3.8	
Temperature coefficient of voltage - amber	mV/°C		-1.2	
Temperature coefficient of voltage - red-orange, red	mV/°C		-1.8	
Temperature coefficient of voltage - photo red	mV/°C		-3.0	
Temperature coefficient of voltage - far red	mV/°C		-1.0	
ESD withstand voltage (HBM per MIL-STD-883D) - white, royal blue, blue, green	V			8000
ESD classification (HBM per MIL-STD-883D) - amber, red-orange, red, photo red, far red			Class 2	
DC forward current - white, royal blue, blue, green, photo red, far red	mA			1000
DC forward current - amber	mA			500
DC forward current - red-orange, red	mA			700
Reverse voltage	V			5
Forward voltage (@ 350 mA) - white	V		3.05	3.9
Forward voltage (@ 350 mA) - royal blue, blue	V		3.1	3.9
Forward voltage (@ 350 mA) - green	V		3.3	3.9
Forward voltage (@ 350 mA) - amber, red-orange, red, photo red	V		2.1	2.5
Forward voltage (@ 350 mA) - far red	V		1.9	2.4
Forward voltage (@ 500 mA) - amber	V		2.3	
Forward voltage (@ 700 mA) - white	V		3.3	
Forward voltage (@ 700 mA) - red-orange, red, photo red	V		2.3	
Forward voltage (@ 700 mA) - far red	V		2.1	
Forward voltage (@ 1000 mA) - white, royal blue, blue	V		3.5	
Forward voltage (@ 1000 mA) - green	V		3.8	

2.615nm No. Parte Fabricante: ASMT-JH10-ARS01

ASMT-Jx1x
1 W Mini Power LED Light Source



Data Sheet



Description

This 1 W Mini Power LED Light Source is a high performance energy-efficient device that can handle high thermal and high driving current. Option with electrically isolated metal slug is also available.

The White Mini Power LED is available in the range of color temperature from 2700 K to 10000 K.

The low profile package design and ultra small footprint is suitable for a wide variety of applications especially where space and height is a constraint.

The package is compatible with reflow soldering process. To facilitate easy pick and place assembly, the LEDs are packed in EIA-compliant tape and reel.

Features

- Available in Red, Red Orange, Amber, Blue, Royal Blue, Cyan, Green, Cool White, Neutral White and Warm White color
- Small footprint
- Energy efficient
- Direct heat transfer from metal slug to motherboard
- Compatible with reflow soldering process
- High current operation
- Long operation life
- Wide viewing angle
- Silicone encapsulation
- Non-ESD sensitive (threshold > 16 kV)
- MSL 1 products

Applications

- Architectural lighting
- Garden lighting
- Decorative lighting
- Sign backlight
- Safety, exit and emergency sign lightings
- Specialty lighting such as task lighting and reading lights
- Retail display
- Commercial lighting
- Accent or marker lightings, strip or step lightings
- Portable lightings, bicycle head lamp, torch lights.
- Pathway lighting
- Street lighting
- Tunnel lighting

CAUTION: Customer is advised to keep the LEDs in the MBB when not in use as prolonged exposure to environment might cause the silver plated leads to tarnish, which might cause difficulties in soldering.

Device Selection Guide (T_j = 25 °C)

Part Number	Color	Luminous Flux (lm) / Radiometric Power (mW), Φ _v (lx)			Test Current (mA)	Die Technology	Electrically Isolated Metal Slug
		Min.	Typ.	Max.			
ASMT-JR10-AST01	Red	51.7	62.0	87.4	350	AlInGaP	No
ASMT-JA10-ARS01	Amber	39.8	48.0	67.2	350	AlInGaP	No
ASMT-JH10-ARS01	Red Orange	39.8	48.0	67.2	350	AlInGaP	No
ASMT-JB11-NNQ01	Blue	18.1	24.0	39.8	350	InGaN	Yes
ASMT-JL11-NNQ01	Royal Blue	27.5 mW	35.5 mW	51.5 mW	350	InGaN	Yes
ASMT-JL11-NPR01		35.5 mW	51.5 mW	63.5 mW	350	InGaN	Yes
ASMT-JC11-NTU01	Cyan	67.2	75.0	99.6	350	InGaN	Yes
ASMT-JG11-NVW01	Green	87.4	110.0	129.5	350	InGaN	Yes
ASMT-JW11-NWX01	Cool White	113.6	120.0	147.7	350	InGaN	Yes
ASMT-JN11-NWX01	Neutral White	113.6	120.0	147.7	350	InGaN	Yes
ASMT-JY11-NVW01	Warm White	99.6	105.0	129.5	350	InGaN	Yes

Notes:
1. Φ_v is the total luminous flux / radiometric power output as measured with an integrating sphere at 25 ms mono pulse condition.
2. Flux tolerance is ±10%.

Absolute Maximum Ratings

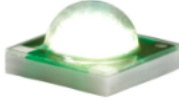
Parameter	AlInGaP	InGaN	InGaN Cyan	Units
DC Forward Current ^[1]	500	500	500	mA
Peak Pulsing Current ^[2]	1000	1000	1000	mA
Power Dissipation	1230	1830	1980	mW
LED Junction Temperature	125	150	150	°C
Operating Metal Slug Temperature Range at 350 mA	-40 to +115	-40 to +135	-40 to +135	°C
Storage Temperature Range	-40 to +120	-40 to +120	-40 to +120	°C
Soldering Temperature	See Figure 26			
Reverse Voltage ^[3]	Not recommended			

Notes:
1. Derate linearly based on Figure 10 for AlInGaP and Figure 22 for InGaN.
2. Pulse condition: duty factor = 10%, Frequency = 1 kHz.
3. Not designed for reverse bias operation.

3. 630nm No. Parte Fabricante: XPCRED-L1-0000-00401



Cree® XLamp® XP-C LEDs



PRODUCT DESCRIPTION

The XLamp® XP-C LED combines the proven lighting-class performance and reliability of the XLamp XR-E LED in a package with 80% smaller footprint. The XLamp XP-C LED continues Cree's history of innovation in LEDs for lighting applications with wide viewing angle, symmetrical package, unlimited floor life and electrically neutral thermal path.

Cree XLamp LEDs bring high performance and quality of light to a wide range of lighting applications, including color-changing lighting, portable and personal lighting, outdoor lighting, indoor directional lighting, commercial lighting and emergency-vehicle lighting.

FEATURES

- Available in white (2600 K to 10,000 K CCT), royal blue, blue, green, amber, red-orange, red
- Maximum drive current: up to 500 mA
- Low thermal resistance: as low as 10 °C/W
- Wide viewing angle: 110° – 125°
- Unlimited floor life at ≤ 30 °C/85% RH
- Reflow solderable - JEDEC J-STD-020C compatible
- Electrically neutral thermal path
- RoHS- and REACH-compliant
- UL® recognized component (E349212)

TABLE OF CONTENTS

- Characteristics
- Flux Characteristics - White
- Flux Characteristics - Color
- Relative Spectral Power Distribution
- Relative Flux vs. Junction Temperature
- Electrical Characteristics
- Relative Flux vs. Current
- Typical Spatial Distribution
- Thermal Design
- Reflow Soldering Characteristics
- Notes
- Mechanical Dimensions
- Tape and Reel
- Packaging

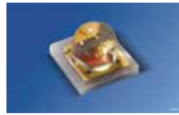


Characteristics	Unit	Minimum	Typical	Maximum
Thermal resistance, junction to solder point - white, royal blue, blue	°C/W		12	
Thermal resistance, junction to solder point - green	°C/W		20	
Thermal resistance, junction to solder point - amber	°C/W		15	
Thermal resistance, junction to solder point - red, red-orange	°C/W		10	
Viewing angle (FWHM) - white	degrees		115	
Viewing angle (FWHM) - royal blue, blue, green, red, red-orange, amber	degrees		125	
Temperature coefficient of voltage - white, blue, royal blue, green	mV/°C		-4.0	
Temperature coefficient of voltage - amber, red-orange, red	mV/°C		-2.0	
ESD withstand voltage (HBM per Mil-Std-883D) - white, royal blue, blue, green	V			8000
ESD Classification (HBM per Mil-Std-883D) - amber, red-orange, red			Class 2	
DC forward current - white, royal blue, blue, green	mA			500
DC forward current - amber, red-orange, red	mA			350
Reverse voltage	V			5
Forward voltage (@ 350 mA) - white	V		3.2	3.9
Forward voltage (@ 350 mA) - royal blue, blue	V		3.3	3.9
Forward voltage (@ 350 mA) - green	V		3.4	3.9
Forward voltage (@ 350 mA) - amber, red-orange, red	V		2.2	2.5
Forward voltage (@ 125 mA) - royal blue, blue	V		3.1	
Forward voltage (@ 125 mA) - green	V		3.3	
Forward voltage (@ 125 mA) - red-orange, red	V		2.0	
Forward voltage (@ 125 mA) - amber	V		2.1	
Forward voltage (@ 500 mA) - royal blue, blue, white	V		3.5	
Forward voltage (@ 500 mA) - green	V		3.6	
LED junction temperature	°C			150

4. 625nm No. Parte Fabricante: LRCP7P-JRJT-1-0

OSLON SSL - 80° radiation pattern
Ceramic package
Lead (Pb) Free Product - RoHS Compliant

LR CP7P



Released

Besondere Merkmale

- Gehäusertyp:** SMT-Keramik Gehäuse mit Silikonverguss und Linse
- Typischer Lichtstrom:** 58 lm bei 350 mA (68 lm bei 400 mA)
- Besonderheit des Bauteils:** Kompakte Lichtquelle für platzsparende Designs
- Wellenlänge:** 625 nm
- Abstrahlwinkel:** 80°
- Technologie:** Dünnschicht InGaAlP
- optischer Wirkungsgrad:** 77 lm/W bei 350 mA (90 lm/W bei 100 mA)
- Gruppierungsparameter:** Lichtstrom
- Lötmethod:** Reflow-Löten
- Vorbereitung:** nach JEDEC Level 2
- Gurtung:** 12-mm Gurt mit 600/Rolle, ø180 mm
- ESD-Festigkeit:** ESD-sicher bis 8 kV nach JESD22-A114-D
- Erweiterte Korrosionsfestigkeit:** Details siehe Seite 10

Anwendungen

- Architekturbeleuchtung
- Bühnen- und Effekt-Beleuchtung
- Ladenbeleuchtung
- farbveränderliche Lichtquellen

Features

- package:** SMT ceramic package with silicon resin with lens
- typical Luminous Flux:** 58 lm at 350 mA (68 lm at 400 mA)
- feature of the device:** small size high-flux LED for slim designs
- wavelength:** 625 nm
- viewing angle:** 80°
- technology:** Thinfilm InGaAlP
- optical efficiency:** 77 lm/W at 350 mA (90 lm/W at 100 mA)
- grouping parameter:** luminous flux
- soldering methods:** reflow soldering
- preconditioning:** acc. to JEDEC Level 2
- taping:** 12-mm tape with 600/reel, ø180 mm
- ESD-withstand voltage:** up to 8 kV acc. to JESD22-A114-D
- Superior Corrosion Robustness:** details see page 10

Applications

- Architectural lighting
- Stage and entertainment lighting
- Retail and shop lighting
- Color changing fixtures

Released

LR CP7P

Kennwerte
Characteristics
(T_s = 25 °C)

Bezeichnung Parameter	Symbol Symbol	Werte Values	Einheit Unit
Wellenlänge des emittierten Lichtes Wavelength at peak emission I _F = 350 mA	(typ.) λ _{peak}	632	nm
Dominantwellenlänge ^{5) Seite 15} Dominant wavelength ^{5) page 15} I _F = 350 mA	λ _{dom}	620 625 632	nm
Spektrale Bandbreite bei 50 % I _{rel max} Spectral bandwidth at 50 % I _{rel max} I _F = 350 mA	(typ.) Δλ	18	nm
Abstrahlwinkel bei 50 % I _v (Vollwinkel) (typ.) Viewing angle at 50 % I _v	2φ	80	Grad deg.
Durchlassspannung ^{4) Seite 17)} Forward voltage ^{4) page 17)} I _F = 350 mA	(min.) (typ.) (max.) V _F V _F V _F	2.0 2.2 2.6	V V V
Sperrstrom Reverse current		not designed for reverse operation	
Wärmewiderstand Thermal resistance Sperrschicht/Lötpad Junction/solder point	(typ.) (max.) R _{th,JS} R _{th,JS}	7 9.4**	K/W K/W

* Einzelgruppen siehe Seite 5
Individual groups on page 5

** R_{th,max} basiert auf statistischen Werten
R_{th,max} is based on statistic values

7. 660nm No. Parte Fabricante: NTE30041



NTE30037 thru NTE30043, NTE30045 Super Bright LED Indicators, 5mm

Features:

- All Plastic Mold Type *Water Clear Lens:
 - NTE30037 (Yellow Green, AlGaP/GaAs)
 - NTE30038 (Pure Green, GaInN/GaN)
 - NTE30039 (Yellow, AlInGaP/GaP)
 - NTE30040 (Orange, AlInGaP/GaAs)
 - NTE30041 (Deep Red, GaAlAs/GaAs)
 - NTE30042 (Amber, AlGaP/GaAs)
 - NTE30043 (Blue, GaInN/GaN)
 - NTE30045 (White, GaInN/GaN)

Absolute Maximum Ratings: (T_A = +25°C unless otherwise specified)

Reverse Voltage, V _R	All devices	5V
Continuous Forward Current, I _F	NTE30037, NTE30038, NTE30040, NTE30041, NTE30042	25mA
	NTE30039, NTE30043, NTE30045	30mA
Peak Forward Current (1:10 Duty Cycle, 0.1ms Pulse Width), I _{FM}	NTE30037, NTE30040, NTE30041, NTE30042	50mA
	NTE30039, NTE30043, NTE30045	100mA
	NTE30038	150mA
Power Dissipation, P _D	NTE30037, NTE30039, NTE30040, NTE30042	100mW
	NTE30041	110mW
	NTE30038, NTE30043, NTE30045	120mW
Operating Temperature Range, T _{opr}	All other devices	-25°C to +85°C
	NTE30038 Only	-40°C to +100°C
Storage Temperature Range, T _{stg}	All other devices	-40°C to +100°C
	NTE30038 Only	-40°C to +100°C
	All other devices	-25°C to +100°C
Lead Temperature (During Soldering, .063 (1.6mm) from body, 5sec max), T _L		+260°C

Electro-Optical Characteristics: (T_A = +25°C unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Forward Voltage	V _F	I _F = 20mA		2.2	2.4	V	
NTE30037				3.0	3.3	3.6	V
NTE30038					2.25	2.6	V
NTE30039					2.0	2.6	V
NTE30040					1.86	2.5	V
NTE30041					2.0	2.4	V
NTE30042					3.5	4.0	V
NTE30043					3.6	4.0	V
NTE30045							

Electro-Optical Characteristics (Cont'd): (T_A = +25°C unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Reverse Current	I _R	V _R = 5V	-	-	10	μA
All Devices			-	-	100	μA
NTE30038		V _R = 4V			60	μA
NTE30043, NTE30045 Only						
Luminous Intensity	I _V	I _F = 20mA, Note 1		2500	-	mcd
NTE30037				11000	-	mcd
NTE30038				7000	-	mcd
NTE30039				2400	-	mcd
NTE30040				3500	-	mcd
NTE30041				5500	-	mcd
NTE30042				3500	-	mcd
NTE30043				16000	-	mcd
Peak Emission Wave Length	λ _P	I _F = 20mA		575	-	nm
NTE30037				523	-	nm
NTE30038				592	-	nm
NTE30039				620	-	nm
NTE30040				660	-	nm
NTE30041				607	-	nm
NTE30042				465	-	nm
NTE30043						
NTE30045		CIE Coordinates, Typ	X: 0.30, Y: 0.31			
Dominate Wave Length (NTE30040 Only)	λ _d (HUE)	I _F = 20mA, Note 2	-	615	-	nm
Spectral Line Half Width	Δλ	I _F = 20mA		20	-	nm
NTE30037, NTE30040, NTE30041, NTE30042				45	-	nm
NTE30038				25	-	nm
NTE30039				35	-	nm
NTE30043						
Viewing Angle	2θ _{1/2}	I _F = 20mA		12	-	deg.
All Devices				15	-	deg.
NTE30038 Only				40	-	deg.
NTE30040 Only				22	-	deg.
NTE30045 Only						
Terminal Capacitance (NTE30040 Only)	C _T	V = 0V, f = 1MHz	-	15	-	pF
Response Frequency (NTE30040 Only)	F _C		-	4	-	MHz

Note 1. Luminous intensity is measured with an Exeltron 2001.

Note 2. The dominate wavelength, λ_d, is derived from the CIE Chromaticity Diagram and represents the color of the device.

8. 690nm No. Parte Fabricante: HL6738MG

HL6738MG

Visible High Power Laser Diode



ODE-208-601E (Z)

Rev.5
Mar. 2005

Description

The HL6738MG is a 0.68 μm band AlGaInP laser diode (LD) with a multi-quantum well (MQW) structure. It is suitable as a light source for large capacity optical disc memories and various other types of optical equipment.

Hermetic sealing of the small package (φ 5.6 mm) assures high reliability.

Application

- Optical disc memories
- Optical equipment

Features

- High output power : 35 mW (CW)
- Visible light output : λ_P = 680 to 695 nm
- Small package : φ 5.6 mm
- Low astigmatism : 6 μm Typ (P₀ = 5 mW)
- Single longitudinal mode



HL6738MG

Absolute Maximum Ratings

(T_C = 25°C)

Item	Symbol	Value	Unit
Optical output power	P _O	35	mW
Pulse optical output power	P _{O(pulse)}	50 *	mW
Laser diode reverse voltage	V _{R(LD)}	2	V
Photo diode reverse voltage	V _{R(PD)}	30	V
Operating temperature	T _{opr}	-10 to +70	°C
Storage temperature	T _{stg}	-40 to +85	°C

Note: * Pulse condition : Pulse width = 100 ns, duty = 50%

Optical and Electrical Characteristics

(T_C = 25°C)

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions
Threshold current	I _{th}	30	45	70	mA	—
Operating voltage	V _{OP}	2.1	2.5	2.8	V	P _O = 30 mW
Slope efficiency	η _s	0.5	0.7	0.9	mW/mA	18(mW) / (I _{OP4000} - I _{th(mw)})
Beam divergence parallel to the junction	θ	7	8.5	10.5	deg.	P _O = 30 mW
Beam divergence perpendicular to the junction	θ _⊥	17	19	23	deg.	P _O = 30 mW
Astigmatism	A _S	—	6	—	μm	P _O = 5 mW, NA = 0.55
Lasing wavelength	λ _P	680	690	695	nm	P _O = 30 mW
Monitor current	I _S	0.02	0.1	0.45	mA	P _O = 30 mW, V _{OP0} = 5 V

9. 700nm No. Parte Fabricante: SSL-LX5093HD

UNCONTROLLED DOCUMENT

PART NUMBER	SSL-LX5093HD	REV.	D
DATE	E.C.N. NUMBER AND REVISION COMMENTS	REV.	
02.07.05	UPDATED SPEC.	A	
05.25.01	E.C.N. #1080R. & REDRAWN IN 3D.	B	
10.19.06	E.C.N. #11148.	C	
07.14.11	E.C.N. #1080R. & REDRAWN/#11736.	D	

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS Ta=25°C If=20mA					
PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST COND
VIEW ANGLE/STICH		70		°	
FORWARD VOLTAGE	2.25	2.5		V	
REVERSE VOLTAGE	5.0			V	If=100µA
WAVELENGTH	3	6		nm	If=20mA
VIEWING ANGLE		30		2x 180°	
EMITTED COLOR	RED				
EMITTER LENS FINISH	RED DIFFUSED				

LIMITS OF SAFE OPERATION AT 25°C		
PARAMETER	MAX	UNITS
FORWARD CURRENT*	150	mA
STEADY CURRENT	25	mA
POWER DISSIPATION	63	mW
TEMPERATURE RISE	-1.2	°W/°C
OPERATING TEMP.	-40 TO +85	°C
STORAGE TEMP.	-40 TO +85	°C
SOLDERING TEMP.	+260	°C
2.0mm FROM BODY	5	SEC

* PULSE

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED TOLERANCES PER DECIMAL PRECISION ARE: X+/-1 (±0.025), X+/-0.5 (±0.025), X.XX+/-0.25 (±0.010), X.XXX+/-0.127 (±0.005), LEAD SIZE=±0.05 (±0.002), LEAD LENGTH=±0.75 (±0.020), MIN. = ±0.20 DECIMAL PRECISION

UNCONTROLLED DOCUMENT

QUASARBRITE T=5mm (T=1, 3/4) 700nm RED LED, RED DIFFUSED LENS.

DATE: 07.14.11 DRAWN BY: JB

PAGE: 1 OF 1 CHKD BY: KF

SCALE: NTS APPRVD BY: BC

UNIT: mm [INCH]

100

10. 808nm No. Parte Fabricante:L808P0

Product Specification Sheet



Laser Diode



L808P010



Description

Thorlabs Ø5.6 mm, TO-18 can package discreet laser diode is a compact light source suited to many application. Our lasers are fully compatible with our entire line of Laser Diode and TEC Controllers as well as our selection of Laser Diode Mounts and Collimation Solutions.

Specifications

($P_0 = 10 \text{ mW}$, $T_c = 25 \text{ }^\circ\text{C}$)

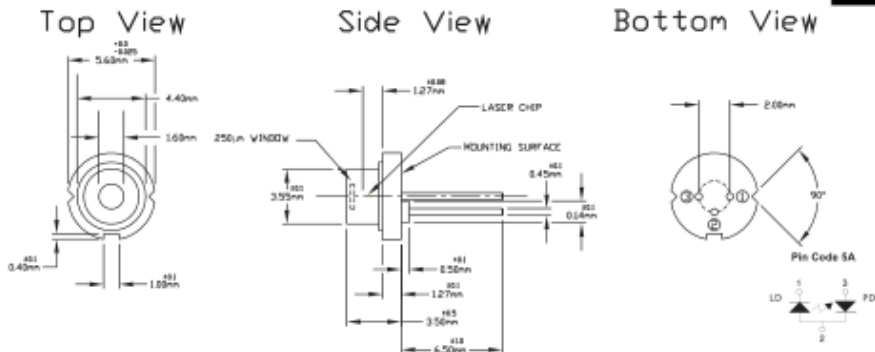
Specification	Symbol	Max
Optical Output Power, mW	P_o	10
LD Reverse Voltage, V	$V_{R,LD}$	2
PD Reverse Voltage, V	$V_{R,PD}$	30
Operation Case Temperature, $^\circ\text{C}$	T_{op}	-10 to 50
Storage Temperature, $^\circ\text{C}$	T_{STG}	-40 to 85

Specification	Symbol	Min	Typ	Max
Lasing Wavelength, nm	λ_o	795	808	815
Threshold Current, mA	I_{th}	10	25	40
Operation Current, mA	I_{op}	25	50	70
Operating Voltage, V	V_{op}	1.8	2.0	2.5
Monitor Current*, mA	I_m	0.05	0.3	1.0
Slope Efficiency, mW/mA	η	0.3	0.5	0.7
Beam Divergence, $^\circ$	θ_V	8	10	12
Beam Divergence, $^\circ$	θ_H	25	30	40
Astigmatism**, μm	A_s		11	

* $V_f = 5 \text{ V}$

** $NA = 0.4$

Drawings



USA, Canada, & S. America
Thorlabs, Inc.
430 Route 238
Norwalk, NJ 07068, USA
Tel: 973-579-7277
Fax: 973-580-3680
www.thorlabs.com
email: feedback@thorlabs.com

Europe
Thorlabs GmbH
Helm-Rohde-Str. 6
85221 Ditzingen, Germany
Tel: +49-08131-9996-0
Fax: +49-08131-9996-99
www.thorlabs.com
email: Europe@thorlabs.com

UK and Ireland
Thorlabs LTD.
1 Salam Thomas Place, Ely
Cambridge CB7 4JX, GB
Tel: +44 (0)1353-854443
Fax: +44 (0)1353-854444
www.thorlabs.com
email: uk@thorlabs.com

Scandinavia
Thorlabs Sweden AB
Box 141 54
401 28 Örebro, Sweden
Tel: +46-31-735-30-00
Fax: +46-31-793-40-45
www.thorlabs.com
email: scandinavia@thorlabs.com

Japan and Asia
Thorlabs Japan Inc.
3-17-3, Otsuba
Bunkyo-ku, Tokyo 112-0812, Japan
Tel: +81-3-5977-9400
Fax: +81-3-5977-9402
www.thorlabs.jp
email: info@thorlabs.jp



10911-901 Rev C - October 7, 2010
Specifications subject to change without notice.

11. 850nm No. Parte Fabricante: OPV300

Vertical Cavity Surface Emitting Laser

OPV300, OPV310, OPV310Y,
OPV314, OPV314Y



Features:

- 850nm VCSEL Technology
- Data rates up to 2.5 Gbps
- High thermal stability
- Low drive current / high output density
- Narrow and concentric beam angle
- Recommended for multimode fiber applications
- Burned in for communication level reliability



Description:

The **OPV300 / OPV310 / OPV314** series are high performance 850nm Vertical Cavity Surface Emitting Laser (VCSEL). The **OPV300** and **OPV310** are designed to be utilized for sensing applications as well as air transmission of data. The **OPV314** is designed for high speed communication links. The **OPV310 / OPV314** combine all the performance advantages of a VCSEL with the addition of a power monitor diode for precise control of optical power. The **OPV310** and **OPV314** have a back monitor photodiode used for optical power management or optical reception for data communication applications.

The **OPV300 / OPV310** have a flat lens while the **OPV314** has a microbead lens. Refer to mechanical drawings for details.

The high performance 850nm VCSEL is designed for applications where low current is required with high on-axis optical power. These product's combine features including high speed, high output optical power and concentric beam making it an ideal transmitter for integration into all types of data communications equipment as well as for reflective and transmissive switches.

Applications:

- Fiber Channel
- Gigabit Ethernet
- ATM
- VSR
- Intra-System links
- Optical backplane interconnects
- Reflective sensing
- Interruptive sensing
- Long distance spot illumination

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

Operating Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-40°C to +100°C
Maximum Forward Peak Current, continuous	12 mA
Maximum Reverse Voltage	5 V
Max. Continuous Optical Power at 70° C	1.1 mW
Lead Soldering Temperature	260°C for 10 sec.
Maximum Forward Current, pulsed (1 μs P.W., 10% D.C.)	48 mA

Notes:

- (1) Threshold Current is based on the two line intersection method specified in Telcordia GR-468-Core. Line 1 from 4 mA to 8 mA. Line 2 from 0 mA to 0.5 mA.
- (2) Series Resistance is the slope of the Voltage-Current line from 5 to 8 mA.
- (3) Slope efficiency is the slope of the best fit LI line from 5 mA to 8 mA using no larger than .25 mA test interval points.
- (4) Using data points taken for slope efficiency above, $\Delta L/\Delta I$ shall be calculated for each adjacent pair of points.



Additional laser safety information can be found on the Optek website. See application subItem #221. Classification is not marked on the device due to space limitations. See package outline for centerline of optical radiance. Operating devices beyond maximum rating may result in hazardous radiation exposure.

12. 870nm No. Parte Fabricante: LED870E



LED870E

Ultra Bright NIR LED

Specifications and Documentation



LED870E

Part 1. Introduction: LED870E Ultra Bright NIR LED

The LED870E emits light with a spectral output centered at 870 nm. This LED is composed of heterostructures (HS) grown on an AlGaAs substrate. The diode is encapsulated in a round clear epoxy casing with a 5 mm diameter.

Part 2. Specifications for an LED870E

2.1. Electrical Specifications

	Typical	Maximum Ratings
Power Dissipation		160 mW
Reverse Voltage		5.0 V
DC Forward Current		100 mA
Forward Voltage @ 20 mA	1.5 V	1.7 V
Reverse Current $V_r = -5$ V		10 μ A
Pulsed Current (1 ms pulse with 10% duty cycle)		1000 mA
Operating Temperature		-30 °C to 85 °C
Storage temperature Range		-30 °C to 100 °C

Note: All maximum measurements specified are at 25 °C.

2.2. Optical Specifications

	Typical
Center Wavelength	870 nm
FWHM	40 nm
Half Viewing Angle	10° ($\pm 2^\circ$)
Forward Optical Power	8.3 mW
Total Optical Power	22 mW
Rise (Fall) Time	15 (10) ns

2.3. Soldering Specifications

	Conditions
Manual Soldering	295 °C \pm 5 °C, for less than 3 seconds
Wave Soldering	260 °C \pm 5 °C, for less than 5 seconds
Reflow Soldering	Preheating: 70 °C to 80 °C, for 30 seconds Soldering: 245 °C \pm 5 °C, for less than 5 seconds

2.4. Cleaning Solvents

Solvent	Ethyl Alcohol	Isopropyl Alcohol	Propanol	Acetone	Chloroform	Trichloroethylene	MKS
Approved	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No