

APÉNDICE A

FUENTE DE CORRIENTE DIRECTA

Introducción

La mayoría de los equipos electrónicos requieren tensiones de CC para su funcionamiento. Estas tensiones pueden ser suministradas por baterías o por fuentes de alimentación internas que convierten la corriente alterna, que puede obtenerse de la red eléctrica que llega a cada vivienda, en tensiones reguladas de CC. El primer elemento de una fuente de alimentación de CC interna es el transformador, que eleva o disminuye la tensión de entrada a un nivel adecuado para el funcionamiento del equipo. La función secundaria del transformador es servir como aislamiento de tierra del dispositivo a fin de reducir posibles peligros de electrocución. A continuación del transformador se sitúa un rectificador, que suele ser un diodo. En el pasado se utilizaban diodos de vacío y una amplia variedad de diferentes materiales (cristales de germanio o sulfato de cadmio) en los rectificadores de baja potencia empleados en los equipos electrónicos. En la actualidad se emplean casi exclusivamente rectificadores de silicio debido a su bajo costo y alta fiabilidad.

Las fluctuaciones y ondulaciones superpuestas a la tensión de CC rectificada (percibidas como un zumbido en los amplificadores de sonido defectuosos) pueden filtrarse mediante un capacitor. Cuanto más grande sea el capacitor, menor será el nivel de fluctuación de la tensión. Es posible alcanzar un control más exacto sobre los niveles y fluctuaciones de tensión mediante un regulador de tensión, que también consigue que las tensiones internas sean independientes de las fluctuaciones que puedan encontrarse en un artefacto eléctrico.

Objetivo

Construir una fuente de corriente continua regulada que entregue un voltaje de salida de 1.2 a 12V y una corriente mínima de 280mA para alimentar 4 módulos láser, los cuales operan con un voltaje nominal de 3.2V (5V como máximo) y una corriente de 70mA por modulo.

Material

Transformador de 127V/12V a 1A

Rectificador o puente de diodos a 2A

1 Capacitor electrolítico de 1000uF a 35V

1 Capacitor electrolítico de 10uF a 35V

1 Capacitor electrolítico de 1uF a 35V

1 Capacitor cerámico de 0.1uF

2 Diodos 1N4002

1 Regulador de voltaje LM317

1 Resistencia de 240Ω

1 Potenciómetro de 5KΩ

Gabinete

2 Jacks banana

Switch

Fusible a 750mA

Desarrollo

Transformador

Utilizamos un transformador, que es un dispositivo que nos convierte por medio de la inducción electromagnética de un voltaje alto a uno bajo (dependiendo del número de espiras); así, el voltaje que va al primario del transformador, es una onda senoidal cuya amplitud dependerá de 120 VAC y en el secundario, el transformador nos da una señal con una amplitud menor a la señal de entrada.

El voltaje de salida que se va a manejar es de 1.2 a 12V, hay que tomar en cuenta la caída de voltaje producida por los componentes del circuito así que se utilizará un transformador con una tensión en el secundario de 12 VAC. Con esta tensión en AC, se obtiene una tensión pico:

$$V_{\text{pico}} = V_{\text{rms}} \times \sqrt{2}$$

$$V_{\text{pico}} = 12 \times \sqrt{2}$$

$$V_{\text{pico}} = 16.9706[\text{v}]$$

Diodos

Los diodos son dispositivos semiconductores cuyo objetivo es rectificar el voltaje AC que suministra el transformador. El diodo se puede polarizar en forma directa, en la cual conduce corriente; mientras que en polarización inversa no conduce. El diodo rectifica la señal, ya sea de media onda u onda completa.

Rectificador (puente de diodos)

Elegimos el del puente de diodos ya que su funcionamiento es mejor, nos permite utilizar todo el voltaje del secundario del transformador; esto en el caso de un transformador sin derivación central, ya que en uno con derivación central, la tensión de salida depende de la mitad de la tensión del secundario. A continuación se describe el funcionamiento del puente de diodos.

Utilizando el circuito de la figura A.1, observamos que el transformador es alimentado por una tensión en corriente alterna. Durante el semiciclo positivo los diodos D1 y D3 (en blanco) son polarizados en directo y los diodos D2 y D4 (en negro) son polarizados en inversa. Es conveniente hacer notar que la corriente atraviesa la resistencia de carga R_L , que en nuestro caso es la carga que se le pone a la salida.

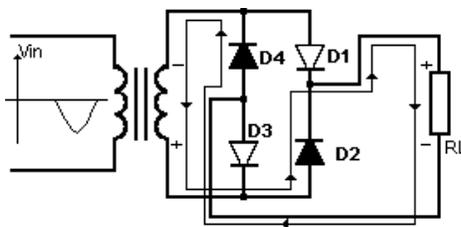


Figura A.1. Rectificador de onda completa, semiciclo positivo.

En la figura A.2 se ilustra la conducción de los diodos en el semiciclo negativo. En este caso, la polaridad del transformador es el inverso al caso anterior y los diodos D1 y D3 (en negro) son polarizados en inversa y D2 y D4 (en blanco) en directa. La corriente pasa por la carga R_L en el mismo sentido que en el semiciclo positivo.

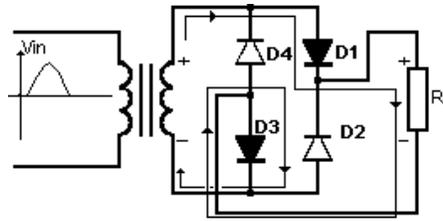


Figura A.2. Rectificador de onda completa, semiciclo negativo.

La salida tiene la forma de una onda rectificada completa. Esta salida es pulsante y para "aplanarla" se coloca un capacitor en paralelo con la carga. Este capacitor se carga a la tensión máxima y se descargará por RL mientras que la tensión de salida del secundario del transformador disminuye a cero volts, y consecutivamente el ciclo se repite.

Por lo tanto, la salida del voltaje sería de onda completa positiva y si le adicionamos un capacitor la caída del voltaje se atenúa, por lo que la gráfica del voltaje de salida sería así:

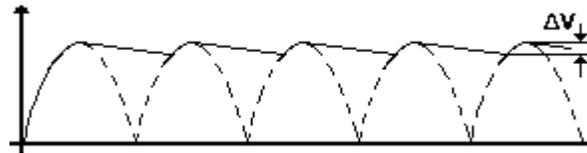


Figura A. 3. Voltaje de rizo.

Ahora ya se tiene esta salida de voltaje pero se necesita que sea regulado y estable, hay varias formas de lograrlo pero la más eficiente es la de usar un regulador de voltaje.

Capacitor

En este circuito funciona como un filtro ya que atenúa la onda de salida de la rectificación y obtenemos un voltaje de CC.

El voltaje de rizo es el voltaje que cae desde el pico máximo hasta donde se empieza a levantar de nuevo, esto debido a la carga almacenada en el capacitor que nos proporciona un voltaje y atenúa la caída de la amplitud máxima del voltaje mientras el periodo senoidal del voltaje de alimentación se completa, entonces esa pequeña diferencia de potencial o caída de voltaje es lo que se llama voltaje de rizo.

Regulador de voltaje

El regulador recibe la señal proveniente de la etapa de rectificado y filtrado y entrega una tensión constante sin importar las variaciones en la carga o del voltaje de alimentación.

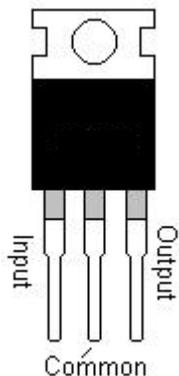


Figura. A.4. Regulador de voltaje LM317 - TO 220.

Este circuito viene con circuitos internos de protección. Su capacidad de entrega de corriente es limitada por lo que el diseñador debe aumentarle transistores externos para aumentar su capacidad. También debe adicionar una resistencia para limitar la corriente a un valor aceptable en caso de que haya un corto circuito en la salida.

El regulador de voltaje positivo LM317 tiene un empaque TO-220. Estos reguladores ofrecen una salida de voltaje regulada con un valor ajustable por el usuario de 1.2 a 37V [8].

Estructura de la fuente.

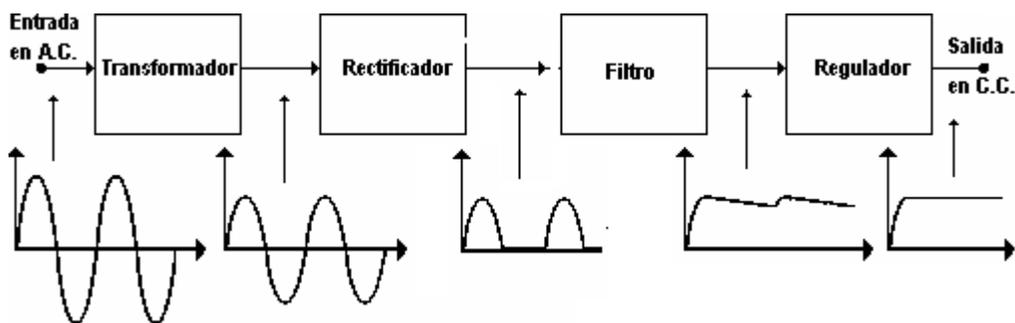
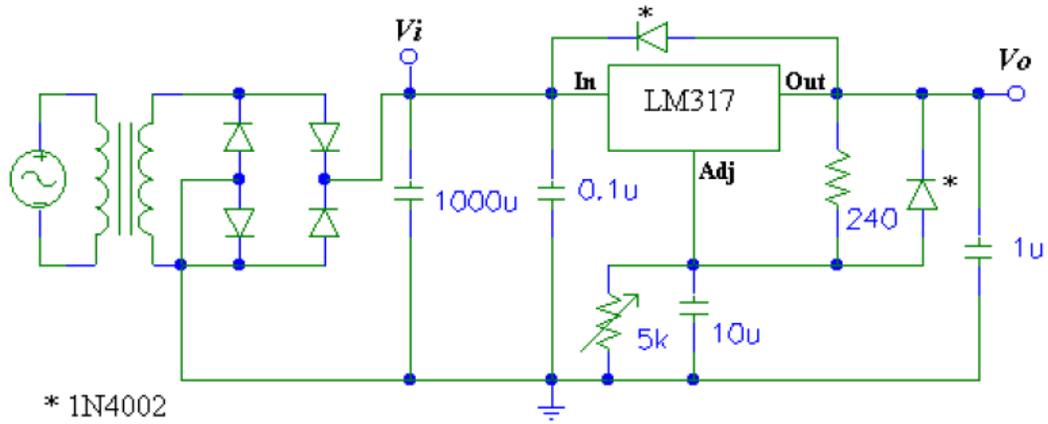


Figura A.5. Diagrama a bloques de la fuente.



* 1N4002

Figura A.6. Diagrama esquemático.

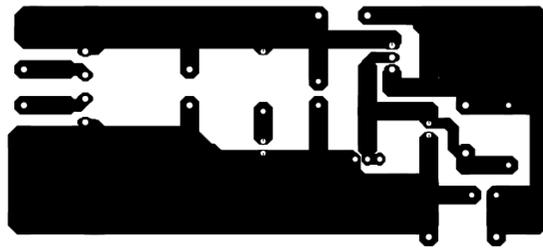


Figura A.7. Circuito impreso (pistas).

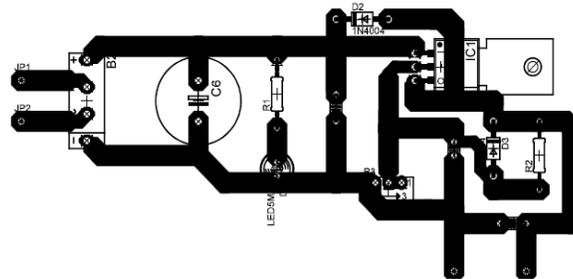


Figura A.8. Componentes.

APÉNDICE B

NORMAS DE EXPOSICIÓN A RADIACIÓN LÁSER

Norma oficial Mexicana: NOM-013-STPS-1993. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes [9].

Tabla B.1. Radiación infrarroja.

Longitud de onda en nanómetros (nm)	Tiempo de exposición en horas (h) por día	Nivel máximo en miliWatts por centímetro cuadrado (mW/cm ²)
700 a 1400	8	10

Nota: El nivel máximo de exposición a la radiación infrarroja es el establecido en la tabla y no debe ser rebasado para el tiempo de exposición que se indica.

Normas sobre límites de exposición a radiación láser de longitudes de onda entre 180 nm y 1 μ m.

Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP).

Los láseres son usados en una amplia variedad de aplicaciones, industriales, de consumo, científicas y médicas, incluyendo comunicación por fibra óptica, reproductores de disco compacto, para alinear, soldar, cortar, perforar, tratamiento térmico, medición de distancia, entretenimiento, anuncios, computación óptica y cirugías. En la mayoría de las aplicaciones industriales la radiación láser está totalmente encerrada, incluso encerramientos parciales impiden eficazmente la exposición humana directa.

Efectos adversos para la salud durante la exposición a radiación láser son teóricamente posibles a lo largo del espectro óptico de 180nm en el ultravioleta (UV) hasta 10³ μ m en el infrarrojo lejano (IRC), pero el riesgo de lesión en la retina debido a la radiación en la

región visible e infrarrojo cercano (400-1400nm) es de particular interés. Los límites de exposición varían enormemente a lo largo del espectro óptico debido a variaciones en los efectos biológicos y a las diferentes estructuras del ojo que son expuestas a riesgos; los límites desarrollados para esta región son para duraciones de exposición entre 1 ns y 8 h (30 ks). Los efectos biológicos inducidos por radiación óptica son esencialmente los mismos para fuentes coherentes e incoherentes para una longitud de onda, sitio de exposición y duración dadas. La radiación láser, sin embargo, debe ser tratada como un caso especial porque pocas fuentes ópticas convencionales pueden producir exposición radiante e irradiancia a través de láseres.

Las presentes normas sobre límites de exposición a la radiación láser actualizan y sustituyen a las publicadas anteriormente por la organización predecesora de la Comisión, el IRPA/Comité Internacional de Radiación No Ionizante (IRPA/INIRC). Se han realizado cambios a los límites de exposición recomendados para proporcionar un criterio de peligro más preciso para exposición ocular para fuentes puntuales así como para exposiciones infrarrojas de los ojos y la piel [10].

Factores de seguridad

Consideraciones espectrales: visible e infrarrojo cercano

Los umbrales de daño para la córnea y la retina varían considerablemente con la longitud de onda y por ello es necesario tener en cuenta la precisión requerida para el seguimiento de esta variación. Parece aceptable ajustar los límites de exposición para diferentes longitudes de onda, pero de una manera más sencilla que la que los datos biológicos podrían indicar. Los límites de exposición para longitudes de onda entre 700 y 1050 nm se incrementan con un factor C_A ; C_A aumenta de 1 a 5 mientras la longitud de onda aumenta de 700 a 1050 nm. Entre 1050 y 1400 nm, los límites de exposición para ojos y piel incluyen un factor de corrección espectral constante C_A de 5 y, para exposición ocular a pulsos ultra cortos un factor adicional de 2.

Como resultado de la reunión de expertos de ICNIRP, ACGIH, IEC, y ANSI en Aberdeen, Maryland en 1992, se alcanzó un consenso para introducir un nuevo factor de corrección

C_C para los límites infrarrojos. Esto fue basado en una revisión de la apropiada literatura científica y la comprensión de los principales factores de seguridad existentes para los límites de exposición en esta región espectral. Así, un nuevo factor de corrección C_C , es introducido en esta revisión con valores en el rango de 1 a 8. C_C resulta del aumento de absorción de energía en el medio ocular; este nuevo factor aplica para longitudes de onda de 701 a 1400nm [10]. En la tabla B.2. se muestran los límites de exposición ocular para las regiones del espectro visible e infrarrojo cercano en diferentes intervalos de tiempo.

Tabla B.2. Límites de exposición ocular para fuente láser puntual [10]

Longitud de onda, λ (nm)	Duración de exposición, t	Límite de exposición	Restricciones
Visible e IRA			
400 – 700	1 ns a 18 μ s	0.005 Jm^{-2}	
400 – 700	18 μ s a 10 s	$18t^{3/4} \text{ Jm}^{-2}$	
400 – 550	10 s a 10 ks	100 Jm^{-2}	
550 – 700	10 s a T_1	$18t^{3/4} \text{ Jm}^{-2}$	Todos los límites de exposición para $\lambda < 315 \text{ nm}$ debe ser $\leq 5.6 \times 10^3 t^{1/4} \text{ Jm}^{-2}$ para $t < 10 \text{ s}$
550 – 700	T_1 a 10 ks	$100C_B \text{ Jm}^{-2}$	
400 – 700	10 ks a 30 ks	$0.01C_B \text{ Wm}^{-2}$	
700 – 1050	1 ns a 18 μ s	$0.005C_A \text{ Jm}^{-2}$	
700 – 1050	18 μ s a 1 ks	$18C_A t^{3/4} \text{ Jm}^{-2}$	
1051 – 1400	1 ns a 50 μ s	$0.05C_C \text{ Jm}^{-2}$	
1051 – 1400	50 μ s a 1 ks	$90C_C t^{3/4} \text{ Jm}^{-2}$	
701 – 1400	1 ks a 30 ks	$3.2C_A C_C \text{ Wm}^{-2}$	

Notas: 1 ks= 1 000s; 30ks= 8h; $C_A= 1$ si $\lambda= 400 - 700\text{nm}$; $C_A= 10^{[0.002(\lambda - 700)]}$ si $\lambda= 700-1050\text{nm}$; $C_A= 5$ si $\lambda= 1051 - 1400\text{nm}$;

$C_B= 1$ si $\lambda < 550\text{nm}$; $C_B= 10^{[0.015(\lambda - 550)]}$ si $\lambda= 550 - 700\text{nm}$;

$T_1= 10 \times 10^{[0.02(\lambda - 550)]}$ s si $\lambda= 550 - 700\text{nm}$; y

$C_C= 1$ si $\lambda < 1150$; $C_C= 10^{[0.0181(\lambda - 1150)]}$ si $1150 < \lambda < 1200$; $C_C= 8$ si $1200 < \lambda < 1400$

Límite de exposición para onda continua.

Dado que el riesgo de lesiones en la retina por ver una luz de onda continua o de fuentes de infrarrojo cercano depende de tres variables (tiempo, longitud de onda y angular subtendido) y el ángulo no es constante para todas las longitudes de onda y duración de la exposición, la Comisión concluyó que un límite de exposición único para varias longitudes

de onda no era posible. La Comisión concluyó que los límites de exposición para tiempos mayores a 1s requieren un enfoque doble tanto para la luz de longitud de onda corta como para los límites de exposición para radiación óptica incoherente [11]. La siguiente tabla presenta los cambios propuestos a los límites de exposición para onda continua láser incluidos en la “Revisión de las normas sobre límites de exposición a la radiación láser de longitudes de onda entre 400 nm y 1.4um” publicada por la ICNIRP [11].

Tabla B.3. Cambio propuesto a los límites de exposición para onda continua láser.

Intervalo longitud de onda (nm)	Duración de exposición	Límite de exposición (EL) ^a	Comentarios
400-1,400 nm	1 ns < t < 1 s	No cambian los valores límites, excepto para eliminar el incremento del valor de α_{\min} para $t < 0.7$ s, ^b	Límites originales bien establecidos como mecanismo de daño térmico. Sin embargo, la investigación del movimiento del ojo Requiere un cambio. ^b
400-600 nm	1 s < t < 100 s	H=10 C _B mJ/cm ² donde FOV $\gamma = 11$ mrad, (i.e., $\Omega = 10^{-4}$ sr), y equivalente para: L=100 C _B J/(cm ² sr) donde FOV $\gamma = 11$ mrad	Fotoquímica: asume y FOV $\gamma = 11$ mrad, es demasiado conservadora representan para t > 100s, por lo tanto, una nueva propuesta para mediciones. FOV $\gamma = 1.1 \sqrt{t}$ mrad para t > 100 ($\Omega = t$ usr).
	100 s < t < 10 ⁴ s	E=0.1 C _B mW/cm ² , i.e., L=100 C _B J/(cm ² sr) para mediciones FOV $\gamma = 1.1 \sqrt{t}$ (mrad, Importante cuando $\alpha > 11$ mrad).	Primer límite doble a la protección contra la lesión fotoquímica.
400-600 nm	1 s < t < T ₂ s T ₂ s < t < 30 ks	H=1.8 t ^{0.75} C _E mJ/cm ² E=1.8 C _E T ₂ ^{-0.25} mW/cm ² para $\alpha > 1.5$ mrad	Basándose solamente en los efectos térmicos, se duplica en segundo lugar el límite a proteger contra lesión termal retiniana.
600-1,400nm	1 s < t < T ₂	H=1.8 C _A C _E C _C t ^{0.75} mJ/cm ² E= 1.0 C _A C _C mW/cm ² para	Los límites originales exageraron mecanismos de daño térmico y los movimientos del ojo tratados no adecuadamente para la exposición de CW (onda continua).

$$E = 1.8 C_A C_E C_C T_2^{-0.25} \text{ mW/cm}^2$$

$\alpha < 1.5 \text{ mrad}$
Para $\alpha > 1.5 \text{ mrad}$

^a $C_B = 1$ para $\lambda < 450\text{nm}$; $C_B = 10^{0.02(\lambda-450)}$; and $T_2 = 10[10^{(\alpha-1.5)98.5}]$ límite para $T_2 = 10\text{s}$ para $\alpha < 1.5 \text{ mrad}$ y 100s si $\alpha > 100 \text{ mrad}$; $C_A = 1.0$ para $\lambda < 700\text{nm}$; $C_A = 10^{0.002(\lambda-700)}$ para $700\text{nm} < \lambda < 1,050\text{nm}$; $C_A = 5.0$ para $1,050\text{nm} < \lambda < 1,400\text{nm}$; y $C_C = 1.0$ para $\lambda < 1,050\text{nm}$; $C_C = 10^{0.018(\lambda-1,050)}$ para $1,050 < \lambda < 1,200\text{nm}$; $C_C = 8.0$ para $1,200\text{nm} < \lambda < 1,400\text{nm}$; $C_E = \alpha / \alpha_{\text{mín}}$ donde λ es expresada en nanómetros (nm) y α es expresada en miliradianes (mrad).

^b $\alpha_{\text{mín}}$ ahora es 1.5mrad para todos los límites de exposición de peligro térmico en la retina

Límites de exposición

Los límites de exposición para el ojo y la piel se proporcionan en las tablas B.2, B.3 y B.4. Por otra parte, los límites de exposición para el ojo son siempre especificados en el plano tangencial a la córnea, en el punto del eje óptico del ojo; para la piel, los límites de exposición son especificados en la superficie de la misma. Los factores de corrección espectral C_A , C_B y C_C , ya están incluidos en dichas tablas.

Tabla B.4. Límites de exposición de radiación láser para la piel [10].

Longitud de onda, λ (nm)	Duración de exposición, t	Límite de exposición	Restricciones
Ultravioleta			
180 – 400	1 ns a 30 ks	$5.6t^{1/4} \text{ kJm}^{-2}$	
Visible e IRA			
400 – 1400	1 ns a 100 ns	$200C_A \text{ Jm}^{-2}$	3.5 mm apertura límite
400 – 1400	100 ns a 10 s	$11C_A t^{1/4} \text{ kJm}^{-2}$	
400 – 1400	10 s a 30 ks	$2C_A \text{ kWm}^{-2}$	
Infrarrojo lejano			
1401 – 10^6	1 ns a 30 ks	^a	3.5 mm apertura límite

^a Para exposiciones de la piel en áreas mayores que 0.1 m^2 , los límites de exposición son reducidos a 100 Wm^{-2} . Para áreas de exposición entre 0.01 y 0.1 m^2 , el límite de exposición es inversamente proporcional al área de exposición.

Nota: 1 ks= 1 000s; 30ks= 8h; y

$C_A = 1$ si $\lambda = 400 - 700\text{nm}$; $C_A = 10^{(0.002(\lambda - 700))}$ si $\lambda = 700-1050\text{nm}$; $C_A = 5$ si $\lambda = 1051 - 1400\text{nm}$.

GLOSARIO

Densidad óptica (OD)

Es la absorción de un elemento óptico por unidad de distancia, para una longitud de onda dada [19]. Medida de protección que un lente provee contra diversas longitudes de onda [1].

Exposición radiante (H)

Energía total por unidad de área que incide sobre una superficie dada. Se utiliza para expresar la exposición a la radiación de un láser pulsado en unidades de J cm^{-2} . La integral con respecto al tiempo de la irradiancia.

Fiduciario

Un marcador fiduciario o fiducial es un objeto que se utiliza en el campo de visión de un sistema de imagen, aparece en la imagen producida para su uso como un punto de referencia o una medida.

Irradiancia o densidad de potencia E(t)

La potencia radiante por unidad de área que incide sobre una superficie, expresada en general en watts por metro cuadrado [W m^{-2}]. Los valores E(t), proceden de mediciones o puede facilitarlos el fabricante del equipo.

Latencia

En informática, es el tiempo necesario para que un paquete de información se transfiera de un lugar a otro.

Lentes generadoras de línea

Estas lentes Maddox Rod son un conjunto de pequeños semicírculos alineados, cuando un haz puntual de luz pasa a través de ellas, lo convierte en un plano. La potencia del haz incidente disminuye al pasar a través de ellas.

Oclusión

Este fenómeno se presenta cuando se utiliza solamente uno o dos láseres. De tal forma que cuando un objeto hace contacto con la superficie, bloquea la luz del láser ocasionando que los objetos que tocan la superficie posteriormente no sean alcanzados por la luz del láser; al ocurrir esto, los objetos que tocan la superficie en segundo término, podrían no ser visibles a la cámara.

Radiancia (L)

Se define como el total de energía radiada por unidad de área y por ángulo sólido de medida. Se mide en watts por metro cuadrado y estereorradián [$\text{W m}^{-2}\text{sr}^{-1}$].

Radiancia integrada (LP)

La integral de la radiancia con respecto a un tiempo de exposición determinado, expresada como energía radiante por unidad de área de la superficie radiante y por unidad de ángulo sólido de emisión, en joules por metro cuadrado por estereorradián [$\text{J m}^{-2}\text{sr}^{-1}$].

Refracción.

La refracción se presenta cuando un rayo de luz atraviesa un material, al ocurrir esto, su dirección de propagación se desvía un cierto ángulo, que depende del tipo de material atravesado.