



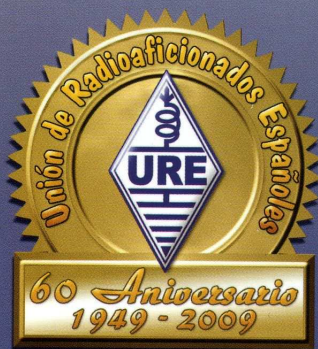
Radioaficionados

Unión de Radioaficionados Españoles - Abril 2009



EH4EI

ACTIVIDAD BILATERAL MÉRIDA-VERONA



ZAØ - ISLA SAZAN, ALBANIA

**11-12 ABRIL: CONCURSO
60 ANIVERSARIO URE**

EL LÁSER.

1.- INTRODUCCIÓN.

La palabra LÁSER viene de la frase en inglés, "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation", (Amplificación de la Luz por Emisión Estimulada de Radiación). La radiación Láser es una radiación coherente y monocroma, es decir, está formada por haces de una única longitud de onda y fase. También se aplica la palabra Láser al dispositivo que genera un haz de luz láser.

La explicación detallada de los fundamentos y del funcionamiento de un láser excede de las pretensiones de este artículo, pero de una manera simplificada, podemos decir que la luz láser se genera haciendo incidir una radiación (haz de luz) sobre una barra de un determinado elemento, como puede ser el rubí y debido a la excitación de los átomos por los fotones incidentes, por el extremo opuesto de la barra se emite el haz de luz láser.

El tamaño de los láseres varía ampliamente, desde diodos láser microscópicos con numerosas aplicaciones, al láser de cristales de neodimio con un tamaño similar al de un campo de fútbol, usado para la fusión de confinamiento inercial, investigación sobre armas u otros experimentos físicos en los que se presenten altas densidades de energía.

Desde que se inventó en 1960 hasta el día de hoy, el láser ha recibido multitud de aplicaciones en cualquier sector de la sociedad actual. Estas incluyen campos tan dispares como la electrónica de consumo, las tecnologías de la información (informática), análisis en ciencia, métodos de diagnóstico en medicina, así como el mecanizado, soldadura o sistemas de corte en sectores industriales y militares. La fotodepilación así como la estimulación capilar son otras de las aplicaciones del láser.

En bastantes aplicaciones, los beneficios del láser se deben a sus propiedades físicas como la coherencia, la alta monocromaticidad y la capacidad de alcanzar potencias extremadamente altas. A modo de ejemplo, un haz láser altamente coherente puede ser enfocado por debajo de su límite de difracción que, a longitudes de onda visibles, corresponde solamente a unos pocos nanómetros. Esta propiedad permite al láser grabar gigabytes de información en las microscópicas cavidades de un DVD o CD. También permite a un láser de media o baja potencia alcanzar intensidades muy altas y usarlo para cortar, quemar o incluso sublimar materiales. El rayo láser se emplea en los procesos de fabricación de grabar o marcar metales y plásticos.

En cirugía, con haces intensos y estrechos de luz láser es posible cortar y cauterizar ciertos tejidos en una fracción de segundo sin dañar el tejido sano circundante. Se emplea para soldar la retina, perforar el cráneo, reparar lesiones y cauterizar vasos sanguíneos. En odontología se utiliza como antiinflamatorio, analgésico, cicatrizante e higienizante.

La luz láser puede viajar a grandes distancias por el espacio exterior con una pequeña reducción de la intensidad de la señal. Debido a su alta frecuencia puede transportar 1000 veces más canales de televisión que las microondas. Por ello resulta ideal para comunicaciones espaciales y registro de información.

Otra de las aplicaciones lúdicas de la luz láser es la formación de imágenes mediante la desviación del haz a frecuencias superiores a 25 Hz, aprovechando la persistencia de las imágenes en la retina. Estas imágenes se ven con frecuencia en espectáculos multimedia, en discotecas, etc.

Hay distintos tipos de láser, según el material empleado para la generación del haz de luz. El láser de estado sólido es posiblemente el más utilizado, porque suministra los pulsos más intensos y porque requiere unas rutinas de mantenimiento menores y más baratas. El primer láser de estado sólido que se desarrolló fue el láser de rubí, pero en la actualidad los láseres más utilizados son los granates de itrio y aluminio (YAG) dopados con diversos elementos como cromo (Cr) o neodimio (Nd). Los extremos de la varilla se tallan de forma que sus superficies sean paralelas y se recubren con una capa reflectante no metálica.

Los láseres de estado sólido proporcionan las emisiones de mayor energía. Normalmente funcionan por pulsos, generando un destello de luz durante un tiempo breve. Se han logrado pulsos de sólo $1,2 \times 10^{-14}$ segundos, útiles para estudiar fenómenos físicos de duración muy corta. El bombeo se realiza convencionalmente mediante luz de tubos de destello de xenón, lámparas de arco o lámparas de vapor metálico, aunque cada vez más se utilizan para el bombeo láseres de diodos. La gama de frecuencias se ha ampliado desde el infrarrojo (IR) hasta el ultravioleta (UV) e incluso a longitudes de onda menor (rayos X de poca energía o rayos X blandos) mediante la utilización de técnicas de óptica no lineal para la generación de armónicos.

El medio de un láser de gas puede ser un gas puro, como en el láser de nitrógeno, una mezcla de gases o incluso un vapor metálico, como en el láser de vapor de cobre. Suele estar contenido en un tubo cilíndrico de vidrio o cuarzo. En el exterior de los extremos del tubo se sitúan dos espejos para formar la cavidad del láser. Los láseres de gas son bombeados por luz ultravioleta, haces de electrones, corrientes eléctricas o reacciones químicas. El láser de helio-neón resalta por su elevada estabilidad de frecuencia, pureza de color y mínima dispersión del haz. Los láseres de dióxido de carbono son muy eficientes, y son los láseres de onda continua (CW, siglas en inglés) más potentes.

Los láseres de semiconductores son los más compactos, y suelen estar formados por una unión entre capas de semiconductores con diferentes propiedades de conducción eléctrica. La cavidad del láser se mantiene confinada en la zona de la unión mediante dos límites reflectantes. El arseniuro de galio es el semiconductor más usado.

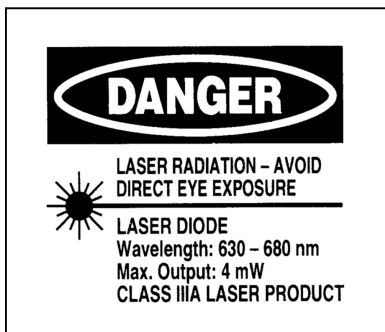
Los láseres de semiconductores se bombean mediante la aplicación directa de corriente eléctrica a la unión, y pueden funcionar en modo CW con una

eficiencia superior al 50%. Se ha diseñado un método que permite un uso de la energía aún más eficiente. Implica el montaje vertical de láseres minúsculos, con una densidad superior al millón por centímetro cuadrado. Entre los usos más comunes de los láseres de semiconductores están los reproductores de discos compactos y las impresoras láser.

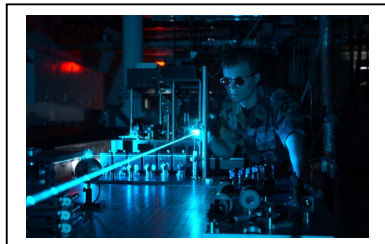
Los medios más comunes en los láseres líquidos son tintes inorgánicos contenidos en recipientes de vidrio. Se bombean con lámparas de destello intensas (cuando operan por pulsos) o por un láser de gas (cuando funcionan en modo CW). La frecuencia de un láser de colorante sintonizable puede modificarse mediante un prisma situado en la cavidad del láser.

En 1977 se desarrollaron por primera vez láseres que, para producir radiación, emplean haces de electrones, no ligados a átomos, que circulan a lo largo de las líneas de un campo magnético; actualmente están adquiriendo importancia como instrumentos de investigación. Su frecuencia es regulable, como ocurre con los láseres de colorante, y en teoría un pequeño número podría cubrir todo el espectro, desde el infrarrojo hasta los rayos X. Con los láseres de electrones libres debería generarse radiación de muy alta potencia que actualmente resulta demasiado costosa de producir.

Como se puede ver, la luz láser tiene cada día más aplicaciones pero es preciso manejarla con extremo cuidado, pues el rayo láser puede dañar



gravemente los ojos o puede causar ceguera si se irradia a los ojos directa o indirectamente. Por tanto, al experimentar con láser, éste debe ser colocado o instalado de tal manera que sea imposible la radiación a los ojos, ni directa ni indirectamente a través de espejos.



Cuando se utiliza un láser con una potencia de salida superior a 1 milivatio deben comprobarse las normas legales para la prevención de los accidentes y ser muy cuidadosos. Los punteros láser vendidos normalmente en las tiendas tienen una potencia de salida típica de 1 - 5 milivatios. Este nivel de potencia no es normalmente muy peligroso, pero puede causar daño permanente al ojo si se mira directamente el haz. Se debe ser especialmente cuidadoso con rayos láser de mayor potencia o con rayos láser que emitan radiaciones invisibles, porque pueden causar daños irreversibles.



Los dispositivos láser tienen una etiqueta, como la que se puede ver en la figura número uno, que nos recuerda la posible peligrosidad de la radiación. Con radiaciones de alta potencia es imperativo el uso de gafas protectoras, incluso aunque no se mire directamente la radiación, tal como se puede apreciar en la figura número dos. Como norma de precaución adicional,

nunca se debe dejar un dispositivo láser en manos de niños u otras personas no acostumbradas al manejo de estas radiaciones.

Esto es lo que hace del láser una de las más bellas formas de luz, pero también una de las más peligrosas fuentes de luz si no se utiliza con las precauciones adecuadas.

2.- TRANSMISOR-RECEPTOR LÁSER.

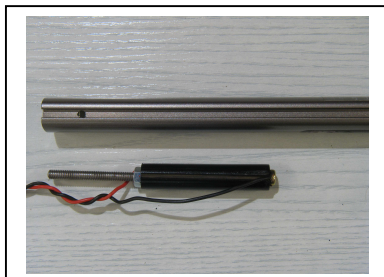
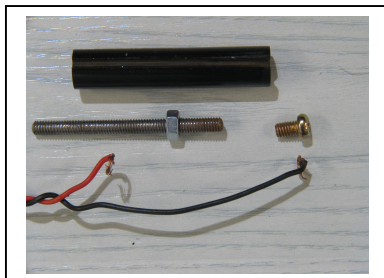
Como ya se ha indicado, la radiación láser puede ir desde el infrarrojo hasta los

		Long. de onda
Ultravioleta (UV)		menor de 400 nm
Luz visible	Violeta	460 nm
	Azul	500 nm
	Verde	560 nm
	Amarillo	590 nm
	Naranja	610 nm
	Rojo	660 nm
Infrarrojo (IR)		mayor de 700 nm

rayos X, cuya longitud de onda va desde 700 nanómetros hasta 400 nanómetros. La figura número cuatro nos muestra la longitud de onda de los diversos colores de la luz. Para experimentar con este tipo de radiación utilizaremos un puntero láser empleado normalmente como indicador en presentaciones,

conferencias, etc. La longitud de onda de la luz generada por estos dispositivos es de 660 nanómetros aproximadamente, que corresponde a una frecuencia de 4.500.000 GHz ó 4.500 THz. Esta radiación de frecuencia extremadamente alta, puede ser modulada con una señal externa para transmitir información, como cualquier otra señal de radio. En nuestro caso, utilizaremos la Modulación de Amplitud, aunque no sea el método más eficiente. Construiremos un transmisor y un receptor utilizando la luz láser como portadora y la modularemos con la señal producida por un micrófono.

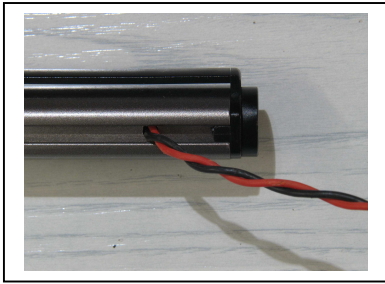
2.1.- PUNTERO LÁSER.



Para generar el haz de luz láser utilizaremos un puntero láser que se puede adquirir fácilmente en los comercios. Este tipo de puntero se alimenta con dos pilas o baterías del tipo AAA, con lo que la tensión de alimentación es de 3 voltios. Mediante un pequeño pulsador se activa el puntero con la doble posibilidad de un haz continuo o intermitente. La figura número cinco nos muestra el puntero utilizado en este proyecto y en la figura número seis tenemos el orificio

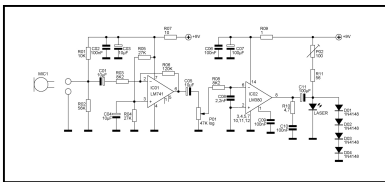
lateral por donde sale el haz de luz láser. En el extremo opuesto del puntero hay una tapa roscada por donde se introducen las dos pilas de tipo AAA mencionadas.

Para nuestro proyecto es preciso alimentar el puntero exteriormente, por lo que prepararemos un adaptador con un trozo de varilla roscada, una tuerca, un tornillo y un trozo de barra de plástico de un diámetro de 10 mm, el mismo que las pilas. La longitud total del adaptador será la



misma que dos pilas en serie, 89 mm. Las figuras número siete y ocho nos muestran la construcción del adaptador. En un lateral del puntero haremos un taladro para el paso de los hilos de alimentación, como se puede ver en la figura número nueve. Montaremos todo el conjunto, lo conectaremos a una fuente de alimentación externa de 3 voltios y comprobaremos el correcto funcionamiento del adaptador.

2.2.- TRANSMISOR.

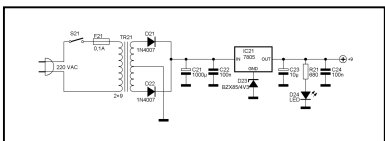


La figura número diez nos muestra el esquema del transmisor. La señal procedente del micrófono se envía a la entrada del preamplificador IC01 a través del condensador C01. La resistencia R02 sirve de carga para el micrófono y la resistencia R01 proporciona la adecuada polarización en caso

de utilizarse un micrófono de tipo electret. Si se utiliza un micrófono dinámico **no** debe montarse esta resistencia R01. La salida del preamplificador se envía al potenciómetro P01 para su regulación y a continuación se aplica a la entrada del amplificador de potencia IC02. Las tensiones de alimentación de los dos pasos están desacopladas por las correspondientes resistencias R07 y R09 y los condensadores C02, C03, C06 y C07.

La salida del amplificador de potencia se envía a través del condensador C11 al puntero láser, que está alimentado de la tensión general de 9 voltios mediante la resistencia R11 en serie con el potenciómetro P02. En paralelo con el láser se han dispuesto cuatro diodos de silicio conectados en serie para limitar la tensión máxima del puntero láser a 3 voltios. Mediante este montaje, la tensión de alimentación del láser se suma con la señal de audio procedente del amplificador de potencia, IC02, produciéndose variaciones en la intensidad luminosa del haz de luz láser.

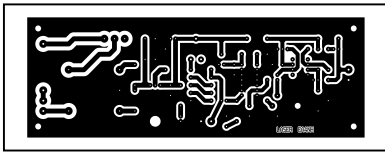
El transmisor está alimentado por una fuente cuyo esquema se puede ver en la figura número once. La tensión de red de 220



voltios se aplica al primario del transformador TR21 a través del fusible F21 y el interruptor S21. En las dos ramas del secundario se encuentran los diodos D21 y D22 que proceden a una rectificación

en onda completa. Sobre el condensador C21 aparece la tensión rectificada de 12 voltios aproximadamente, que se aplican al regulador IC21, del tipo 7805. Para obtener la tensión estabilizada de 9 voltios, se conecta entre el terminal de masa del regulador y la masa general del montaje, un diodo zener de 4 voltios, D23, con lo que la tensión de salida del regulador de 5 voltios pasa a los 9 voltios requeridos. Se ha adoptado esta solución, pues en el momento de redactar el artículo no se disponía de un regulador de 9 voltios. Si se dispone de un regulador que entregue directamente 9 voltios estabilizados, no es necesario montar el diodo zener D23, colocando un puente en su lugar.

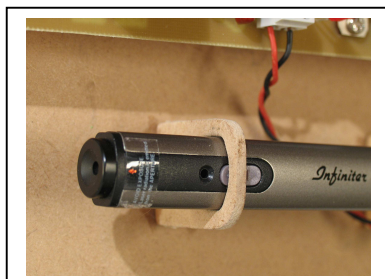
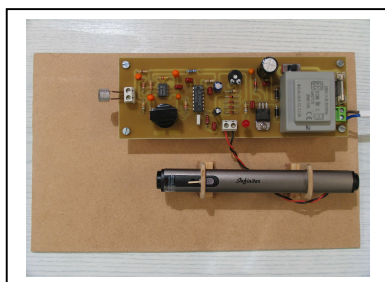
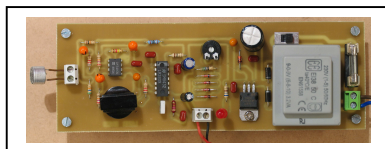
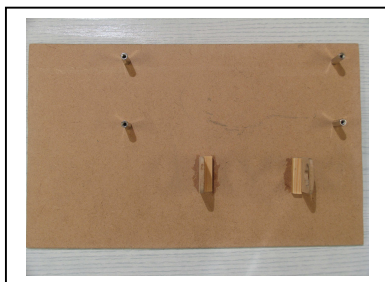
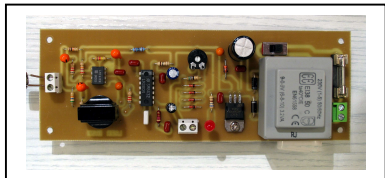
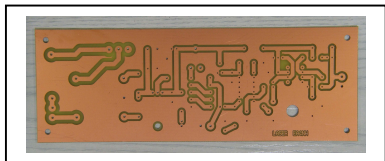
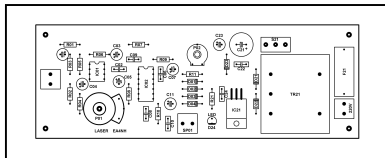
2.2.1.- CONSTRUCCIÓN DEL TRANSMISOR.



Para la construcción del transmisor utilizaremos una placa de circuito impreso cuyo diseño se puede ver en la figura número doce y cuyas dimensiones son 168 mm x 58 mm. Los componentes necesarios para la construcción del transmisor son los siguientes.

C01	10 μ F
C02	100nF
C03	10 μ F
C04	10 μ F
C05	10 μ F
C06	100nF
C07	100 μ F
C08	2,2nF
C09	100nF
C10	100nF
C11	100 μ F
C21	1000 μ F
C22	100nF
C23	10 μ F
C24	100nF
D01	1N4148
D02	1N4148
D03	1N4148
D04	1N4148
D21	1N4007
D22	1N4007
D23	BZX85/4V3
D24	LED
F21	0,1A
IC01	LM741
IC02	LM380
IC21	7805
LASER	Puntero
MIC1	Micrófono
P01	47K log
P02	100
PL1	220 VAC
R01	10K
R02	56K
R03	8K2
R04	27K
R05	27K
R06	120K
R07	10
R08	8K2

R09	1
R10	4,7
R11	56
R21	680
S21	RED
TR21	2×9-3,2VA



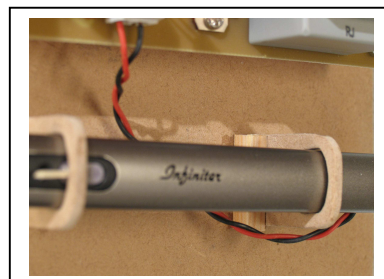
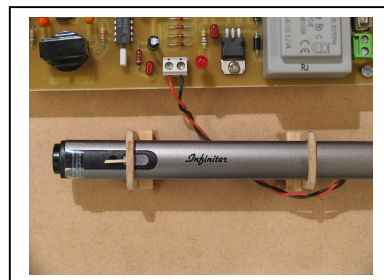
La figura número trece nos muestra la disposición de los componentes sobre la placa de circuito impreso. Comenzaremos colocando en su posición los elementos más pequeños, resistencias y

diodos, siguiendo con los condensadores y terminando con los de mayor tamaño, portafusible, transformador. El regulador IC21 se puede sujetar con un tornillo a la placa de circuito impreso, pero

es preciso colocar una arandela aislante para evitar el contacto del cuerpo del regulador con el plano de masa a través del tornillo. Si se dispone de un regulador de 9 voltios, esta precaución es innecesaria, además de sustituir el diodo D24 por un puente de hilo.

El potenciómetro P01 se sujeta directamente sobre la placa de circuito impreso, en posición vertical. Si se coloca en otra posición se puede conectar a la placa con unos cortos trozos de hilo aislado.

En la figura número catorce podemos ver una placa de circuito impreso preparada para el montaje, mientras que en la figura número quince tenemos la placa del transmisor con todos los componentes montados.

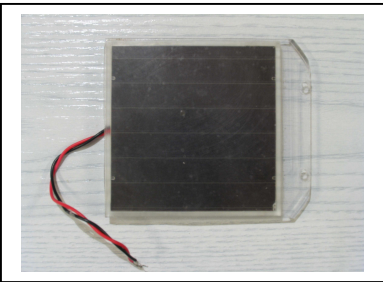


Como se trata de un montaje experimental, el transmisor se ha colocado sobre una placa de contrachapado, aglomerado o cualquier otro material similar, como se puede ver en la figura número dieciséis. Sobre esta placa se fijan cuatro separadores

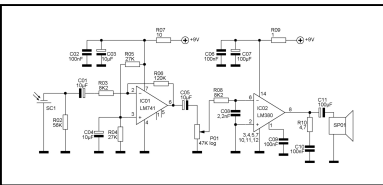
metálicos para la sujeción de la placa de circuito impreso y unos soportes para la sujeción del puntero láser.

La figura número diecisiete nos muestra la placa de circuito impreso fijada a la base mediante cuatro tornillos, en la figura dieciocho tenemos un aspecto general del montaje y en las figuras diecinueve, veinte y veintiuno un detalle de la sujeción del puntero láser.

2.3.- RECEPTOR.



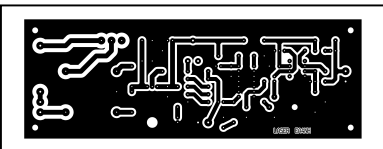
El receptor va a transformar las variaciones de luminosidad del haz de luz láser en variaciones de tensión, que amplificadas convenientemente, se aplicarán a un pequeño altavoz para su audición. Para ello se utiliza una pequeña placa solar, como la que se puede ver en la figura número veintidós. Esta placa solar proporciona una tensión proporcional a la intensidad de la luz recibida, por lo que en sus terminales de salida tendremos la señal de audio que moduló el haz de luz láser.



El esquema del receptor se puede ver en la figura número veintitrés y como se puede ver, es similar al del transmisor. La señal procedente de la placa solar se aplica al preamplificador IC01, desde cuya salida se envía al potenciómetro P01 para su regulación. En este paso preamplificador no se monta la resistencia R01 que, en el transmisor, sirve para polarizar la cápsula microfónica de tipo electret.

La señal dosificada por el potenciómetro P01 se aplica a la entrada del amplificador de potencia, en cuya salida se encuentra un pequeño altavoz. En este circuito, no se montan el potenciómetro P02, la resistencia R11 y los diodos D01, D02, D03 y D04. La alimentación de este circuito se hace con una fuente exactamente igual a la empleada en el transmisor.

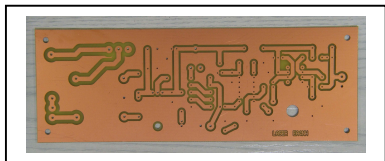
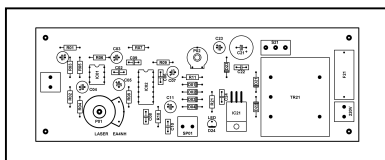
2.3.1.- CONSTRUCCIÓN DEL RECEPTOR.



Para la construcción del receptor utilizaremos una placa de circuito impreso exactamente igual que la utilizada para el transmisor. El diseño de esta placa se puede ver en la figura número doce mientras que sus dimensiones son 168 mm x 58 mm. Los componentes necesarios para la construcción del receptor son los siguientes.

C01	10μF
C02	100nF
C03	10μF
C04	10μF

C05	10 μ F
C06	100nF
C07	100 μ F
C08	2,2nF
C09	100nF
C10	100nF
C11	100 μ F
C21	1000 μ F
C22	100nF
C23	10 μ F
C24	100nF
D21	1N4007
D22	1N4007
D23	BZX85/4V3
D24	LED
F21	0,1A
IC01	LM741
IC02	LM380
IC21	7805
P01	47K log
PL1	220 VAC
R01	10K
R02	56K
R03	8K2
R04	27K
R05	27K
R06	120K
R07	10
R08	8K2
R09	1
R10	4,7
R21	680
S21	RED
SC01	CÉLULA SOLAR
SP01	ALTAVOZ
TR21	2×9-3,2VA



Una vez realizada la placa de circuito impreso y en posesión de todos los componentes, procederemos al montaje del receptor. Al igual que en el caso del transmisor, la figura número trece

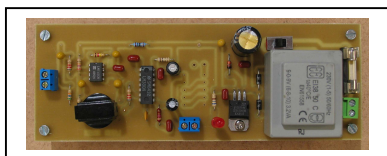
nos muestra la disposición de los componentes sobre la placa de circuito impreso. Comenzaremos colocando en su posición los elementos más pequeños, resistencias y diodos, siguiendo con los condensadores y terminando con los de mayor

tamaño, portafusible, transformador. El regulador IC21 se puede sujetar con un tornillo a la placa de circuito impreso, pero es preciso colocar una arandela

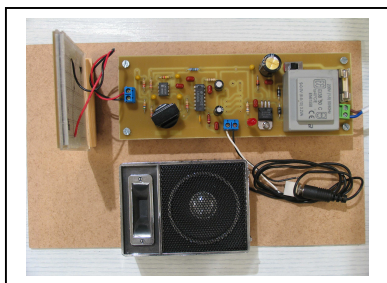
aislante para evitar el contacto del cuerpo del regulador con el plano de masa a través del tornillo. Si se dispone de un regulador de 9 voltios, esta precaución es innecesaria, además de sustituir el diodo D24 por un puente de hilo.

El potenciómetro P01 se sujeta directamente sobre la placa de circuito impreso, en posición vertical. Si se coloca en otra posición se puede conectar a la placa con unos cortos trozos de hilo aislado.

En la figura número catorce podemos ver una placa de circuito impreso preparada para el montaje, mientras que en la figura número veinticuatro



tenemos la placa del receptor con todos los componentes montados. Se puede observar la ausencia de las resistencias R01 y R11, el potenciómetro ajustable P02 así como los diodos D01, D02, D03 y D04.

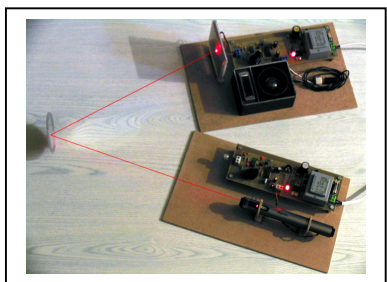


Al igual que el transmisor, el receptor se coloca sobre una base hecha de aglomerado, contrachapado o cualquier otro material similar. Sobre esta base colocaremos en posición vertical la célula solar para la recepción del rayo láser. Un pequeño altavoz nos permitirá la escucha de la señal de audio transmitida. La figura número veinticinco nos muestra el montaje completo del

receptor.

4.- AJUSTE.

Para el ajuste del transmisor, colocaremos los dos conjuntos enfrentados a una



cierta distancia, de tal manera que el haz de luz láser incida en la parte central de la célula solar. También se puede utilizar un espejo para reflejar el haz y así tener ambos conjuntos más cerca para poder efectuar los ajustes con mayor comodidad.

La figura número veintiséis nos muestra el conjunto transmisor receptor durante los ajustes iniciales, para lo que se ha utilizado un pequeño espejo para reflejar el haz de luz y realizar los ajustes más cómodamente.

Aplicaremos una señal de audio a la entrada del micrófono, procedente de un oscilador o cualquier otra fuente. También podemos poner un pequeño receptor de AM cerca del micrófono como fuente de sonido. Ajustaremos los potenciómetros del transmisor y receptor para la mejor calidad de la señal recibida. Como ya se ha indicado anteriormente, el potenciómetro ajustable P02 varía la tensión de alimentación del puntero láser entre ciertos límites, por lo que su ajuste influye acusadamente en la calidad de la señal de audio.

Debido a la escasa linealidad del puntero láser, este dispositivo no se puede calificar de Alta Fidelidad, pero sirve perfectamente para la transmisión de la

voz. Una vez realizados los primeros ajustes, separaremos el transmisor del receptor y realizaremos un ajuste fino de los potenciómetros.

La célula solar reacciona a cualquier clase de luz, por lo que es preciso que se encuentre en la oscuridad para obtener el mayor alcance. Le afecta especialmente la luz procedente de tubos fluorescentes y lámparas de bajo consumo que producen una luz pulsante. La luz procedente de lámparas de incandescencia afecta en menor medida al alcance del transmisor.

En oscuridad total, como puede ser por la noche, se podrá obtener un alcance de varias decenas de metros, dependiendo de la potencia del haz de láser.

PRECAUCIÓN.

Este circuito funciona conectado a la red de distribución eléctrica y hay una tensión de 220 VAC presente en algunas de sus piezas. Los voltajes por encima de 50 V son PELIGROSOS y podrían incluso ser MORTALES. Para evitar los accidentes que podrían ser fatales es preciso observar las reglas siguientes:

- No trabajar se está cansado o se tiene prisa.
- Comprobar todo minuciosamente antes de conectar el circuito a la red y estar preparado para una desconexión rápida si algo parece incorrecto.
- No tocar cualquier pieza del circuito cuando está bajo energía.
- No dejar los cables de conexión a la red expuestos. Todos estos cables deben estar bien aislados.
- No trabajar con las manos mojadas.
- Despojarse de reloj, anillos, cadenas o cualquier otro objeto metálico que pueda tocar alguna parte del circuito.
- Es conveniente utilizar un calzado con suela de goma.
- No trabajar sobre suelo mojado.
- Un dispositivo cuidadosamente construido y bien aislado no constituye ningún peligro para su usuario.

5.- RESUMEN.

En el presente artículo se describen las principales propiedades de la luz láser, los dispositivos de generación y las aplicaciones de este tipo de radiación. Así mismo, se describe la construcción y funcionamiento de un conjunto experimental transmisor-receptor, utilizando como portadora un haz de luz láser modulado en amplitud por la señal vocal.

El montaje descrito en el presente artículo no ha sido probado en grandes series y, por tanto, no se tiene certeza de que su funcionamiento sea 100% correcto. Solamente se describe la construcción y el funcionamiento del prototipo.

El autor no se hace responsable de posibles derechos de copia. La información para la realización de este montaje procede de diversas publicaciones, libros, revistas, etc., así como de los propios conocimientos del autor.

El autor no se hace responsable de posibles daños y/o perjuicios causados por la construcción y/o uso de este dispositivo, daños personales o muerte, daños a la propiedad, daños al medio ambiente, lucro cesante, pérdida total o parcial de datos informáticos o cualquier tipo de daño que se pudiera derivar del montaje y/o uso de este dispositivo.

No se aconseja el uso de este dispositivo en aplicaciones críticas, cómo son control de maquinaria peligrosa, control de navegación o tráfico, maquinaria de mantenimiento de vida o sistemas cuyo mal funcionamiento pueda provocar causas o efectos anteriormente mencionados. Este dispositivo no es tolerante a fallos.

El autor declina cualquier responsabilidad, ni se hace responsable de no mencionar a los dueños de las posibles patentes que aquí se pudieran reflejar.

El dispositivo descrito en el presente artículo es un montaje experimental, cuyo propósito es el estudio de los diferentes aspectos de la Electrónica, por tanto, no está destinado a su utilización industrial ni para su explotación comercial en cualquiera de sus facetas.

El autor no efectúa ninguna actividad comercial relacionada con este u otros montajes publicados en esta u otras revistas o publicaciones de cualquier tipo.

El presente artículo y todos los publicados hasta el momento en la revista "RADIOAFICIONADOS", están recopilados en un DVD a disposición de quien lo solicite. Se incluyen los textos, fotografías, dibujos, gráficos, plantillas de circuitos impresos, etc correspondientes a cada artículo.

Aunque se ha intentado proporcionar todos los detalles necesarios para la realización del proyecto, es posible que algún aspecto no haya quedado suficientemente desarrollado. Como es natural, con mucho gusto el autor dará cumplida información sobre cualquier detalle no especificado, o cualquier punto en particular que no haya quedado completamente explicado. Buena suerte a todos.

Luis Sánchez Pérez. EA4-NH
Apartado Postal 421
45080-TOLEDO
Tlf. 606-383-140
Web: www.ea4nh.com
E-mail: ea4nh@ure.es

Figura número uno.
Etiqueta de seguridad.

Figura número dos.
Gafas de protección.

Figura número tres.
Reflexión del haz láser.

Figura número cuatro.
Espectro luminoso.

Figura número cinco.
Puntero láser.

Figura número seis.
Salida del haz láser.

Figura número siete.
Adaptador. Componentes.

Figura número ocho.
Adaptador montado.

Figura número nueve.
Cables de alimentación.

Figura número diez.
Esquema del transmisor.

Figura número once.
Esquema fuente de alimentación.

Figura número doce.
Diseño placa de circuito impreso.

Figura número trece.
Disposición de componentes.

Figura número catorce.
Placa de circuito impreso.

Figura número quince.
Transmisor montado.

Figura número dieciséis.
Soporte del transmisor.

Figura número diecisiete.

Sujeción del transmisor.

Figura número dieciocho.
Aspecto general.

Figura número diecinueve.
Sujeción del puntero.

Figura número veinte.
Sujeción del puntero.

Figura número veintiuno.
Sujeción del puntero.

Figura número veintidós.
Célula solar.

Figura número veintitrés.
Esquema del receptor.

Figura número veinticuatro.
Receptor montado.

Figura número veinticinco.
Aspecto general del receptor.

Figura número veintiséis.
Pruebas y ajustes.