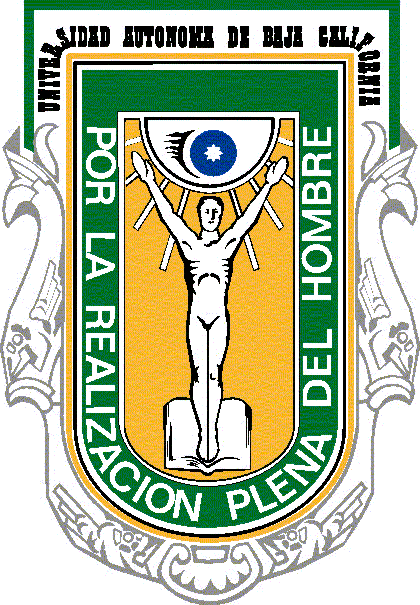
Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ingeniería Arquitectura y Diseño



MANUAL DEL LABORATORIO DE COMUNICACIONES OPTICAS

Elaborado por: Horacio Luis Martínez Reyes

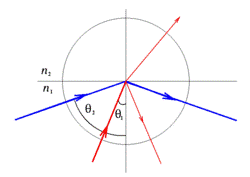
**Práctica 1: Apertura Numérica de Fibra Ópticas.**

Introducción:

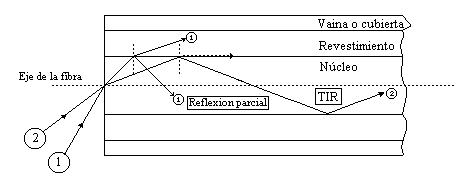
La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED.

Más concretamente el fenómeno óptico en el que se fundamenta la transmisión de la luz en el conducto de fibra de vidrio se denomina TIR (Total Internal Reflection), según el cual, cuando un rayo de luz pasa de un medio hacia otro con menor índice de refracción, si incide sobre la frontera de los materiales con un ángulo determinado, no pasa ninguna luz a través de la frontera del material. El ángulo a partir del cual el rayo de luz queda totalmente atrapado se denomina ángulo crítico de incidencia.

El esquema siguiente muestra el ángulo crítico de incidencia en rojo.



Los cables de fibra óptica se construyen basándose en ese principio. Veamos un ejemplo gráfico:

[](http://www.fabila.com/proyectos/ftth/tecnologia_clip_image007.jpg)

**Práctica 1: Apertura Numérica de Fibra Ópticas.**

Objetivo:

Conocer experimentalmente el valor de apertura numérica para una fibra óptica utilizando un láser de gas He-Ne.

Procedimiento:

PRIMER METODO:

1. Utilizando un láser de gas He-Ne haga incidir el haz de luz directamente en una fibra óptica de plástico montada en una base giratoria graduada. Gire la base con la fibra como se muestra en la figura 1, y anote en la tabla 1 el ángulo inicial θi y el ángulo final θf para los cuales se logra transmitir luz a través de la fibra óptica.

Figura 1. medición de la apertura numérica a la entrada de la fibra óptica.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

Tabla 1. ángulo inicial y ángulo final de aceptación de luz.

1. Obtenga el ángulo de aceptancia (αa) con la ecuación 1.

(1)

1. Calcule la apertura numérica de la fibra óptica (NA) con la ecuación 2, considerando que el índice de refracción del aire n=1.

(2)

SEGUNDO METODO:

1. Utilizando un láser de gas He-Ne haga incidir el haz de luz directamente en una fibra óptica de plástico montada en una base giratoria graduada. Gire la base con la fibra para obtener la mejor transmisión de luz a través de la fibra, como se ilustra en la figura 2

.

Figura 2. medición de la apertura numérica a la salida de la fibra óptica.

1. Coloque una hoja de papel a una distancia h de la terminación de la fibra óptica.
2. Mida el radio r del circulo emitido a la hoja de papel por el láser a través de la fibra.
3. Anote los valores obtenidos para la altura h y el radio r en la tabla 2.

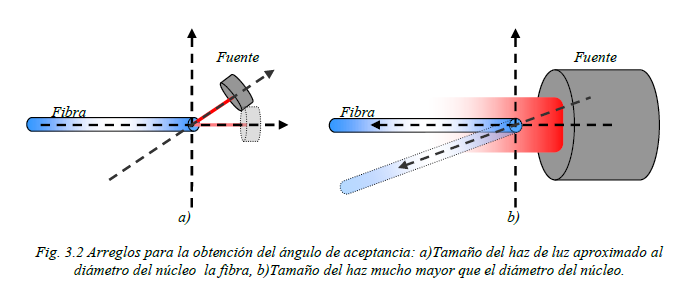
|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

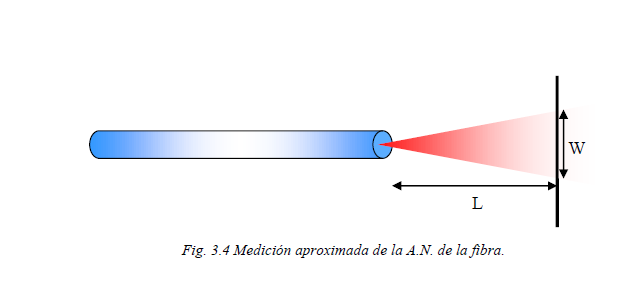
Tabla 2. valores del radio y altura para el cálculo de la NA.

1. Calcule el ángulo de aceptancia (αa) con la ecuación 3.

(3)

1. Calcule la apertura numérica de la fibra óptica (NA) con la ecuación 2, considerando que el índice de refracción del aire n=1.





**Práctica 2: Ensamble de un Conector ST para una Fibra Óptica.**

Introducción

En las redes de telecomunicaciones actuales las necesidades de fibra óptica pueden ser muy variadas, Por tal motivo es de gran utilidad conocer las herramientas y procedimiento sobre como colocar los conectores de fibra óptica.

En el diseño e instalación de un sistema para transporte de información (STI) los conectores de fibra óptica constituyen uno de los elementos fundamentales para un desempeño confiable y apegado a estándares, los cuales marcan estrictas especificaciones de desempeño óptico y mecánico que deben reunir estos dispositivos.

Los [conectores ST](http://fibremex.com/fibraoptica/index.php?mod=contenido&id=3&t=3&st=136) fueron creado s en los 80`s por AT&T y deriva del ingles "Straight Tip", tienen un diseño tipo bayoneta que permite alinear el conector de manera sencilla al adaptador. Su mecanismo de acoplamiento tipo "Empuja y Gira" asegura que el conector no tenga deslizamientos y desconexiones. El cuerpo del conector sujeta la férula, ofreciendo una mejor alineación y previniendo movimientos rotatorios. El ST ha sido el conector más popular en las redes de área local (LAN) por su buena relación calidad-precio.

Son fabricados de acuerdo con los requerimientos de las normativas IEC, ANSI/TIA/EIA y Telcordia. El conector se diseña con una ferrula de 2.5mm y cuerpo metálico resistente a la corrosión. El cuerpo del conector sujeta la ferrula, ofreciendo una mejor alineación y previniendo movimientos rotatorios, ofreciendo una excelente alineación entre dos fibras.  
Los conectores más comunes usados en la fibra óptica para redes de área local son los conectores ST,LC,FC Y SC.

Las características de un buen diseño de conector son:

Baja pérdida de inserción.

Alta pérdida de retorno.

Facilidad de instalación.

Baja sensibilidad ambiental.

Objetivo.

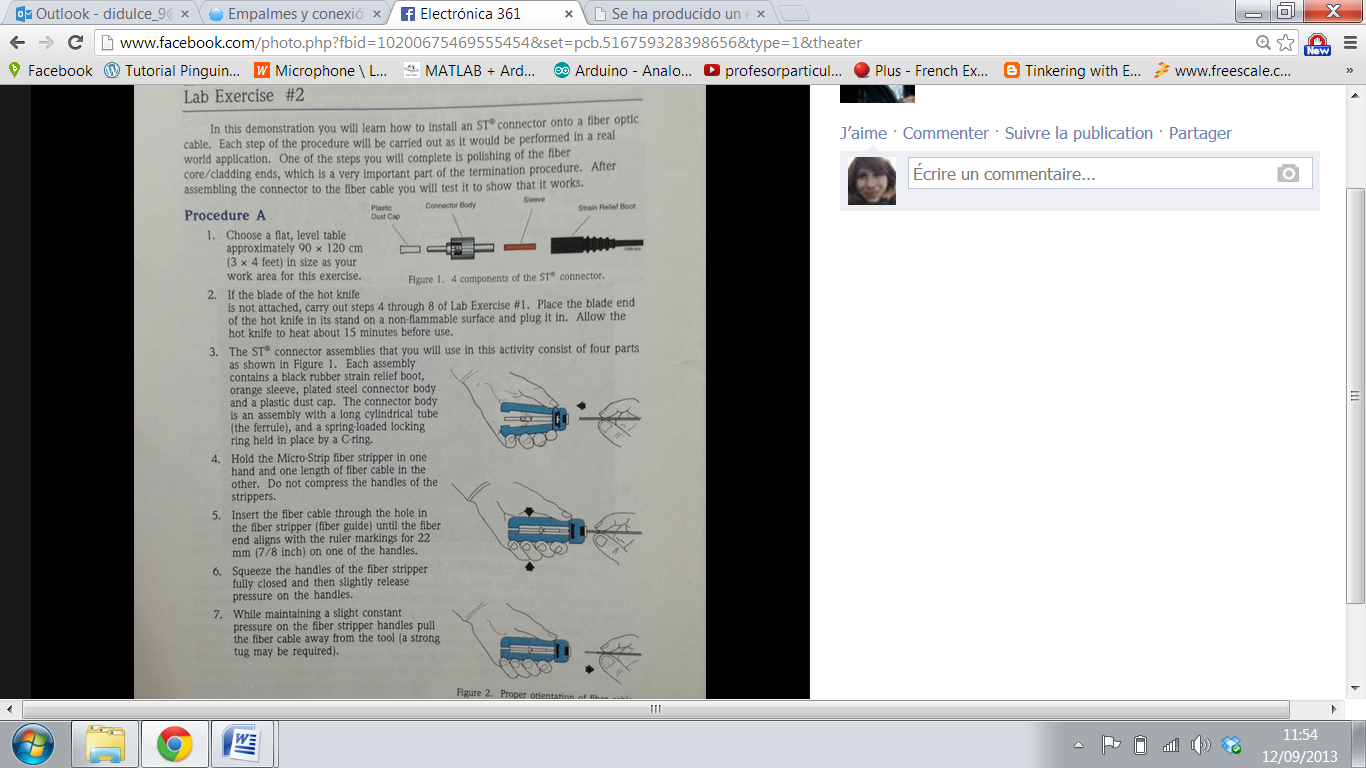
Conocer el proceso de instalación de un conector de fibra óptica asegurando la eficiencia en la transmisión.

Materiales.

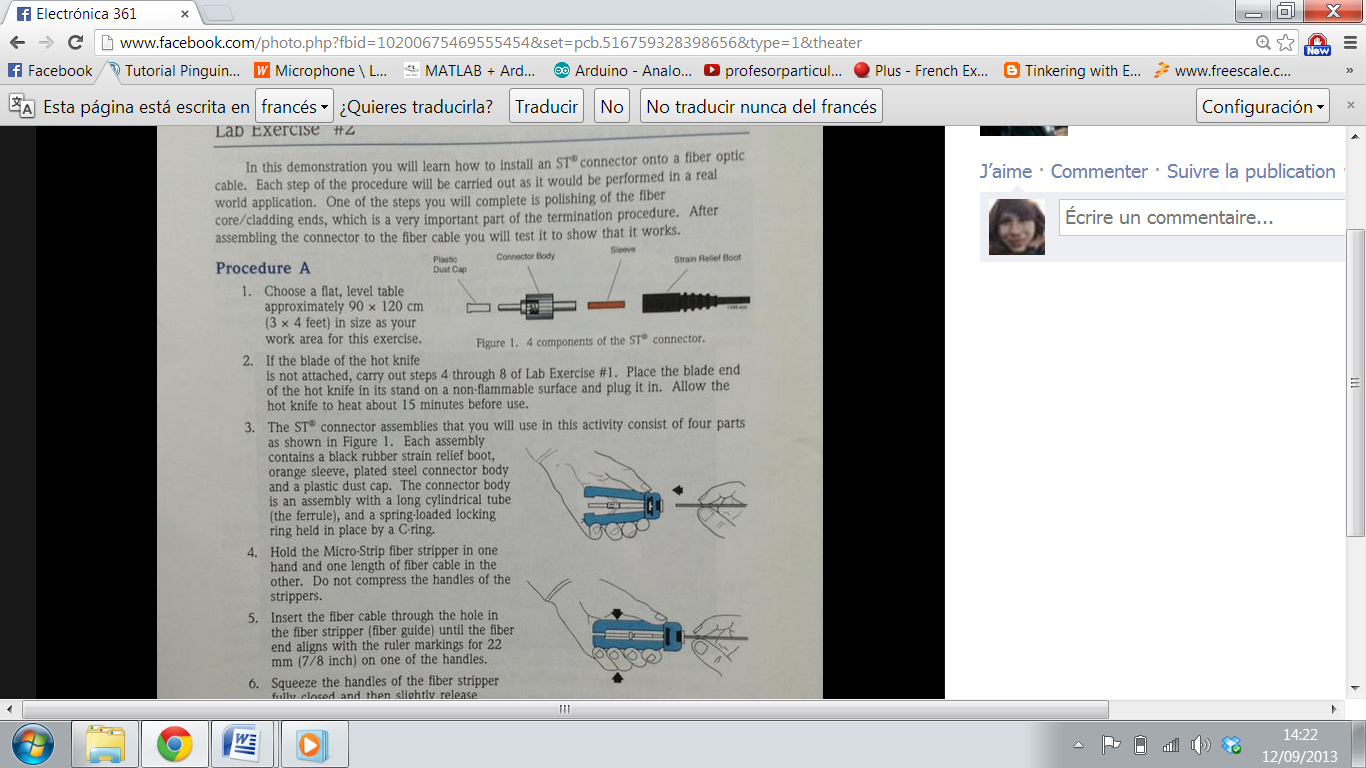
* Conector ST
* Fibra óptica
* Un juego de lijas, fina y gruesa
* Base para lijar y liquido
* Pinzas de corte
* Pinzas de presión
* Navaja
* Pinza para cable de red
* Alcohol
* Visualizador microscópico de fibra

Desarrollo.

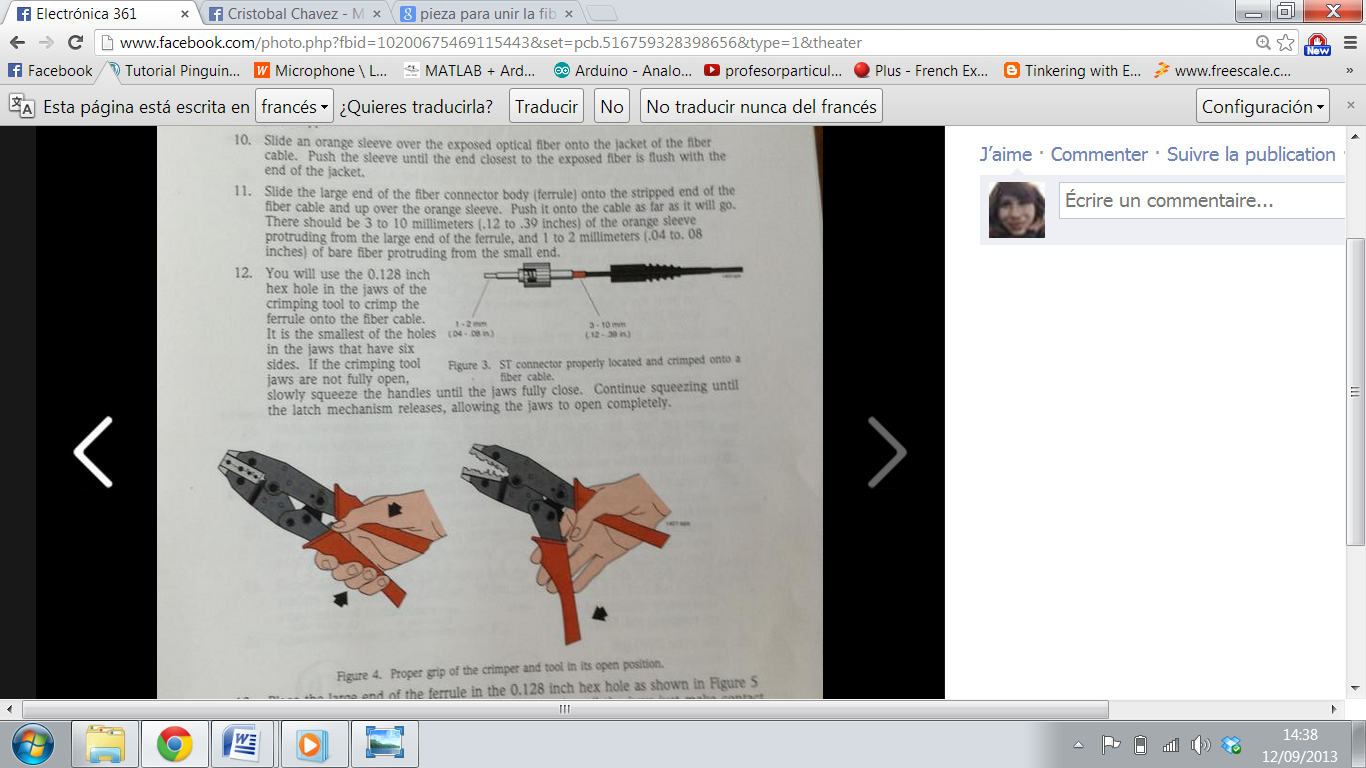
Cortar la fibra al tamaño deseado con una navaja y utilizando una base (guillotina)

Retirar el forro del cable en un largo de 2mm. Para esto solo hay que insertar la fibra óptica hasta donde indica la marca (la distancia puede ajustarse), posteriormente presionar la herramienta y retirar la fibra como se muestra en la figura.

Colocar los componentes del conector sobre la fibra en el orden indicado en la figura, es decir primero el forro negro que cubre la parte trasera del conector, posteriormente el plástico naranja que sirve de protección al ajustar el conector a la fibra, y finalmente el conector. Es importante que la fibra salga del conector para poder hacer ajustes posteriores.



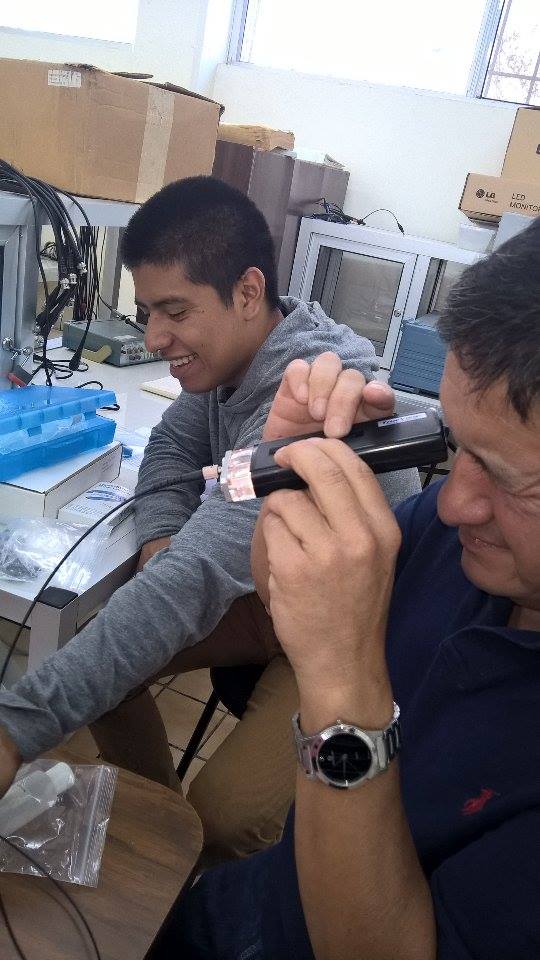
Para ajustar el conector a la fibra se utiliza una pinza como la mostrada en la siguiente figura. Utilizando el diámetro de 0.128 inch. Se coloca el conector (con la fibra asomándose) y el forro de plástico para proteger la fibra al hacer el ajuste, posteriormente sobre la parte inferior del conector se cierra la pinza en el diámetro indicado anteriormente. Posteriormente, solo se recorre el forro negro para que este se ajuste con el conector.



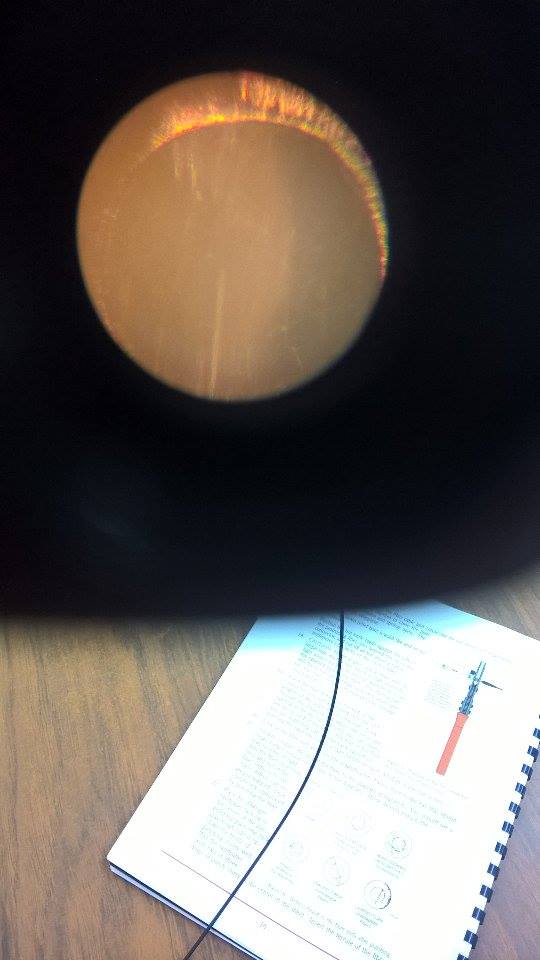
Cortar el remanente de fibra sobre el conector con un cautín con punta de navaja. El cual al calentarlo nos facilita hacer el corte de la fibra de la manera más fina posible.

Pulir la fibra con dos lijas de grano fino y con ayuda de un líquido para que el conector se deslice fácilmente sobre la fibra. Colocar el conector con la fibra en un ángulo de 90 grados con respecto a la lija y proceder a hacer el movimiento de un 8 sobre las lijas. Este movimiento debe realizarse 20 veces o hasta obtener el resultado deseado.

Revisar con el microscopio la terminación del conector de la fibra óptica.







**Práctica 3: Opto Transmisor-Receptor Visible e Infrarrojo.**

Objetivo

Construir y conocer el funcionamiento de un opto receptor así como dos diferentes tipos de opto transmisores con modulación de pulsos.

Material

Kit de desarrollo de experimentos

Protoboard

Ir Led

Led

Foto transistor

Resistencias varias

Capacitores varios

LM386

Bocina

555 IC

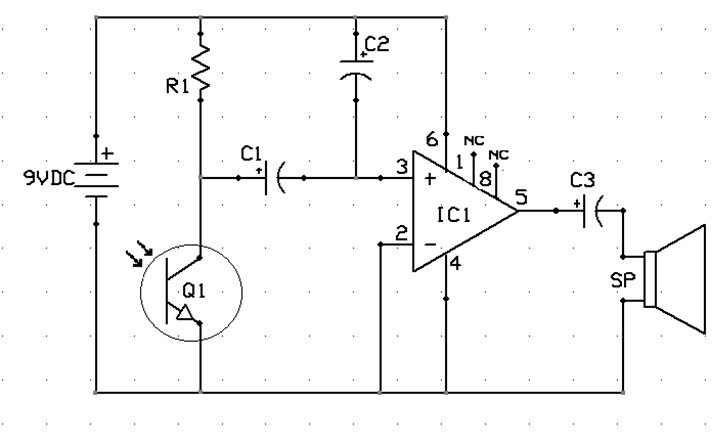
POT 50KOhm’s

Procedimiento experimental

Construir un receptor (óptico) capaz de recibir pulsos de luz modulados, convirtiendo estos pulsos en una señal de audio con ayuda de una bocina.

En la siguiente figura se muestra el diagrama del circuito. El fototransistor Q1 convierte el haz de luz en una variable eléctrica. Esta paso a través del capacitor C1, hacia la entrada del amplificador de audio del circuito integrado. El resistor R1 proporciona el voltaje positivo necesario al colector del fototransistor.

El circuito integrado amplifica la señal y la envía a las bocinas a través del capacitor C3. El capacitor C2 actúa como filtro dando estabilidad al circuito.



Lista de componentes:

R1: 24kΩ

C1: 10 µf (electrolítico)  
C2: 47µf (electrolítico)

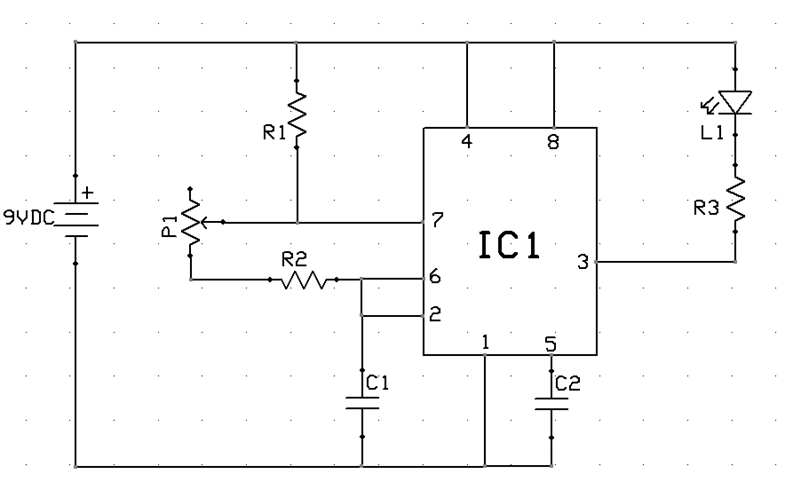
C3: 100 µf (electrolítico)

Q1: Fototransistor  
IC1: Circuito integrado LM 386  
SPK: Bocina  
Fuente de voltaje

Construya el circuito del opto transmisor como se muestra en el diagrama de la siguiente figura con un led que emita luz en el espectro visible.

En este circuito la luz es modulada por una onda cuadrada generada por el Circuito Integrado 555 que a la vez es controlado por un potenciómetro.

Coloque el circuito opto transmisor frente al circuito opto receptor para realizar el enlace de comunicación y detectar la modulación de la señal de manera auditiva. Es importante colocar el led en un extremo del protoboard para que la luz incida en el fototransistor del circuito receptor.



Lista de componentes:

R1: 4.7kΩ  
R2: 1kΩ  
R3: 100Ω  
P1: 50kΩ

C1: 0.1µf  
C2: 0.01µf  
CI 555  
LED: emisor de luz visible  
Fuente de voltaje

Agregar un cilindro plástico (para aislar la luz ambiental) entre el led visible y el fototransistor como medio de transmisión. compare los resultados.

Sustituya un led infrarrojo por el led visible y repita el procedimiento. compare los resultados.

**Práctica 4. Transmisor-Receptor Óptico de Audio**

Objetivo General.

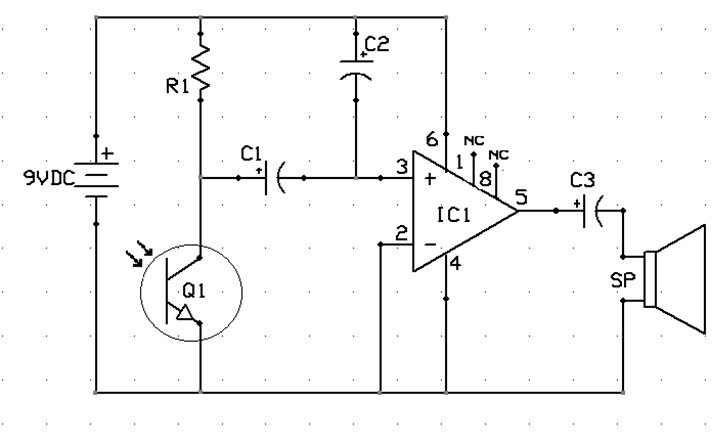
Construir un sistema de comunicación óptica para la transmisión de una señal de voz utilizando un led con longitud de onda en el intervalo visible y con un led infrarrojo.

**Lista de Material**

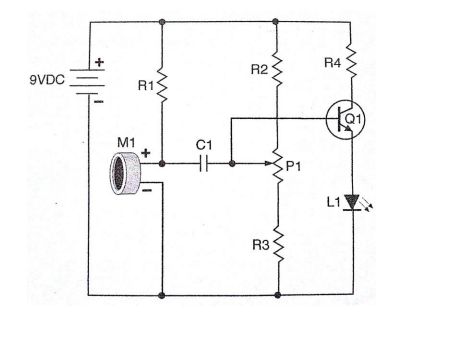
* Resistencia de 24KΩ
* Resistencia de 220Ω
* Resistencia de 1KΩ
* Resistencia de 100Ω
* Un Potenciómetro de 1 KΩ
* Micrófono
* Capacitor de 1uF (104)
* LED Infrarrojo
* Transistor NPN 2N3904
* Fuente de voltaje
* NPN Transistor 2N3904
* Electret Micrófono
* Protoboard
* Ir Led
* Led visible
* Foto transistor

Procedimiento.

Armar el circuito receptor mostrado en la siguiente figura (es el mismo circuito de la práctica anterior).



Armar el circuito transmisor mostrado en la siguiente figura utilizando el led visible. Alinear al led transmisor y al fototransistor para lograr una buena comunicación. Ajustar el potenciómetro a medio rango y comenzar a probar el circuito hasta que se pueda escuchar en el receptor la información de voz que se está transmitiendo. Se puede colocar un conector de audio de 3.5mm a un celular, para generar la señal de entrada al circuito para ser modulada y enviada por el LED.



Cambiar al led visible por un led infrarrojo y establecer nuevamente el enlace de la señal de voz. Compare los resultados.

**Práctica 5. Introducción a las Fibras Ópticas**

Introducción:

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED.

Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio y superiores a las de cable convencional.

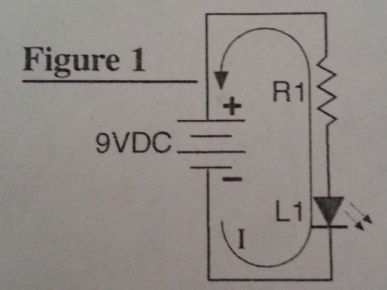
**Objetivo:**

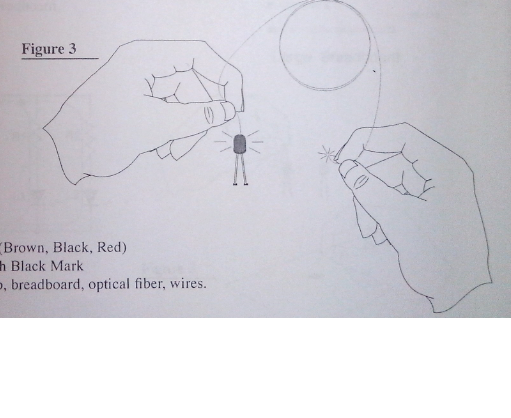
Utilizar fibras ópticas para observar el funcionamiento de las fibras con fuentes luminosas a diferentes longitudes de onda.

Procedimiento:

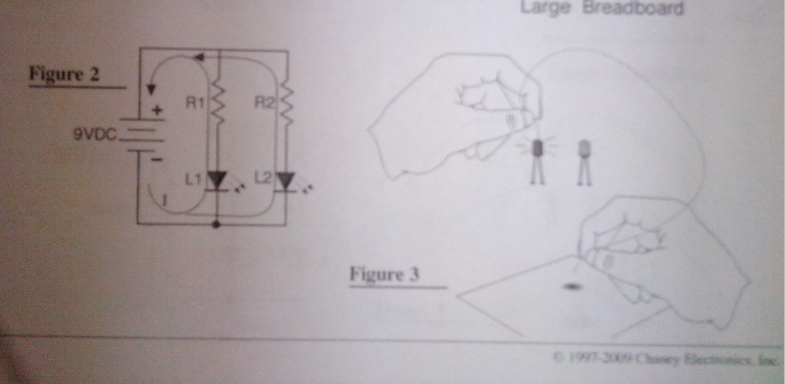
Armar el circuito correspondiente a la figura 1 que consta de uno o varios LED’s emisores de luz visible, una resistencia, y una fuente de voltaje variable a 9 Volts.

Colocar la fibra óptica para que incida la luz dentro de esta para obtener una luz al otro extremo de la fibra.

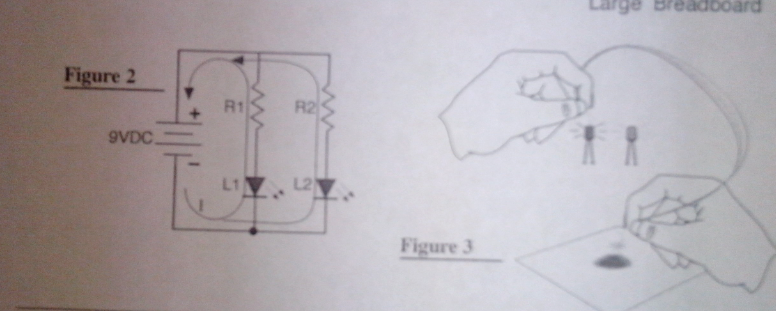




Conectar 2 LED’s como se ilustra en el siguiente circuito de diferente color (diferente longitud de onda) con el fin de observar que al hacer incidir la luz a través de la fibra se debe observar dicho color a la salida de la fibra. Material: una fuente de voltaje variable a 9 volts y dos resistencias de 1KΩ y 100Ω, leds color verde y rojo.



En el siguiente experimento (como se ilustra en la figura) se observara que se puede enviar una luz atravesó de 2 o más fibras ópticas al mismo tiempo.



**Práctica 6. Enlace de Audio por medio de Fibra Óptica.**

Objetivo General.

Que el alumno arme y observe el funcionamiento de un transmisor de audio utilizando como medio de transmisión de datos la fibra óptica.

Material

Transmisor

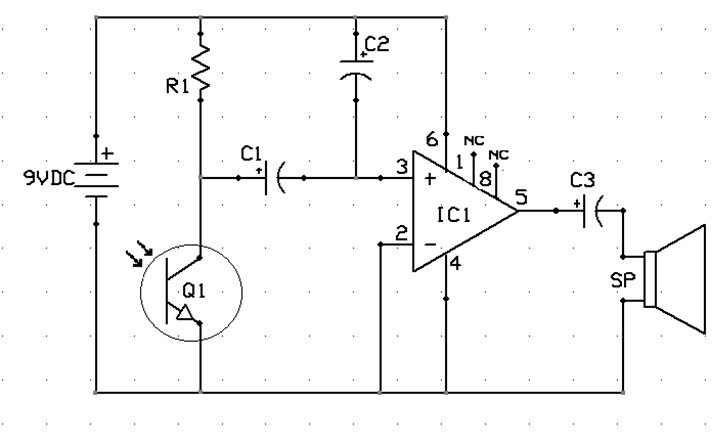
* R1: 4.7KΩ
* R2: 1KΩ
* R3: 100Ω
* P1: 50KΩ
* C1: 0.1uF
* C2: 0.01uF
* IC1 555 IC
* L1 Led visible
* L2 Led infrarrojo

Receptor.

* Resistencias de 10KΩ, 4.7KΩ, 220Ω, 1KΩ, 100Ω y 50KΩ.
* Capacitor de 4.7uF.
* Potenciómetro de 50KΩ.
* Transistor 2N3904.
* LED.
* LED Infrarrojo.
* Bocina.
* Jack.

Procedimiento.

Arme al circuito receptor basado en el fototransistor como se muestra en la siguiente figura.



Arme al circuito transmisor utilizando un led visible como se muestra en la siguiente figura.



Utilizando una fibra óptica establezca la transmisión de audio. Sustituya al led visible por un led infrarrojo. Compare sus resultados.

**Práctica 7 Transmisor-Receptor de control remoto por infrarrojo**

Objetivo

Construir un control remoto infrarrojo.

Material y equipo

 Fuente de voltaje de 9V

 Tablilla de pruebas

Receptor

 Resistencia de 100 Ω

 Resistencia de 220 Ω

 Un diodo 1N4148

 Modulo receptor infrarrojo

 LED visible

 Transistor PNP 2N3906

Transmisor

 Resistencia de 4.7 kΩ

 Resistencia de 1 kΩ

 Resistencia de 100 Ω

 Capacitor cerámico de .1 μf

 Capacitor cerámico de .01 μf

 555 IC

 LED infrarrojo

 Interruptor NA

Introducción

Un control remoto ó mando a distancia es un dispositivo electrónico usado para realizar una operación remota (o telemando) sobre una máquina.

El término se emplea generalmente para referirse al control remoto para el televisor u otro tipo de aparato electrónico casero, como DVD, Hi-Fi, computadoras, y para encender y apagar un interruptor, la alarma, o abrir la puerta del estacionamiento. Los controles remotos para esos aparatos son normalmente pequeños objetos (fácilmente manipulables con una mano) con una matriz de botones para ajustar los distintos valores, como por ejemplo, el canal de televisión, el número de canción y el volumen. De hecho, en la mayoría de dispositivos modernos el control contiene todas las funciones de control, mientras que el propio aparato controlado sólo dispone de los controles más primarios. La mayoría de estos controles remotos se comunican con sus respectivos aparatos vía señales de infrarrojo (IR) y sólo unos pocos utilizan señales de radio. En los vehículos modernos las clásicas llaves incorporan ahora controles remotos con diversas funciones. Su fuente de energía suele ser pequeñas pilas de tipo AA, AAA o de botón.

Desarrollo

Armar el circuito de la figura 1. El IRM recibe la señal infrarroja con un foto diodo y la lleva a una etapa de pre amplificado IC.

R1 alimenta con voltaje positivo al module IRM; D2 rectifica la señal de salida de IRM y envia el voltaje a la base de Q1; cuando IRM envia un voltaje negativo, el transistor Q1 entra en saturacion lo cual hace que el LED encienda.

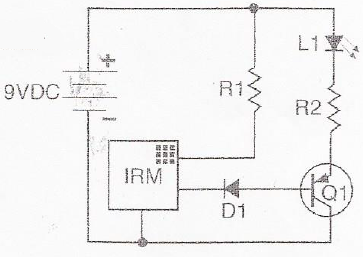


Figura 1. Receptor remoto infrarrojo.

Para probar el circuito anterior se realizo el circuito de la figura 2.



Figura 2. Control remoto infrarrojo.

En el circuito de la figura 2. Se genera una serie de pulso con el timer 555, el interruptor controla la pulsación de modo on-off al presionar el botón. Estos pulsos serán enviados a través del LED infrarrojo hasta el receptor IRM. El receptor recibe las pulsaciones del control remoto infrarrojo y las reproduce en el LED visible.

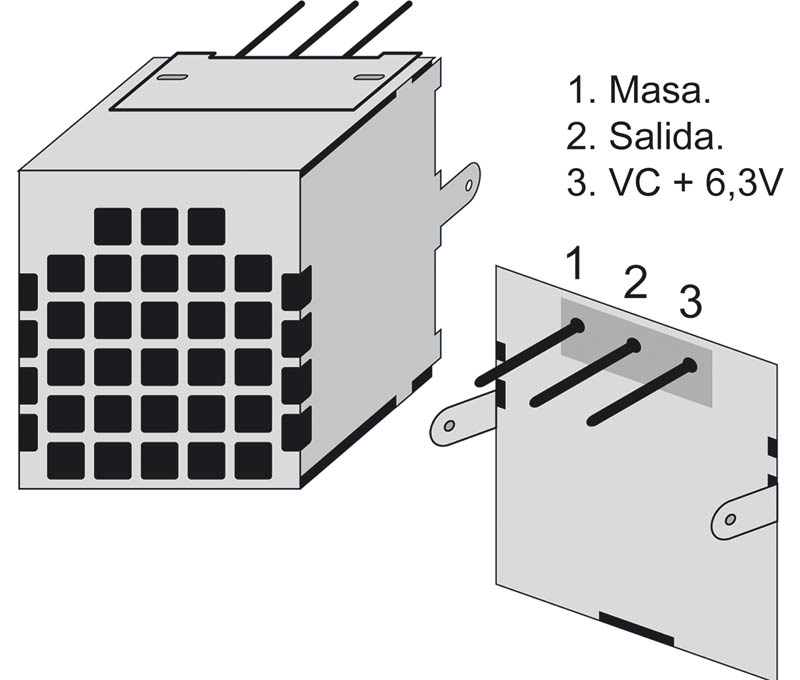
II. Armar el circuito de la figura 3. Es el mismo receptor de la figura 1, pero ahora

traduce las transmisiones del control remoto en señales de audio en lugar de

lumínicas.



Figura 3. Receptor remoto audible.



**Práctica 8 Detector de proximidad por infrarrojo**

Objetivo:

Construir un Detector de proximidad por infrarrojo y un Detector Audible de proximidad por infrarrojo.

Materiales utilizados:

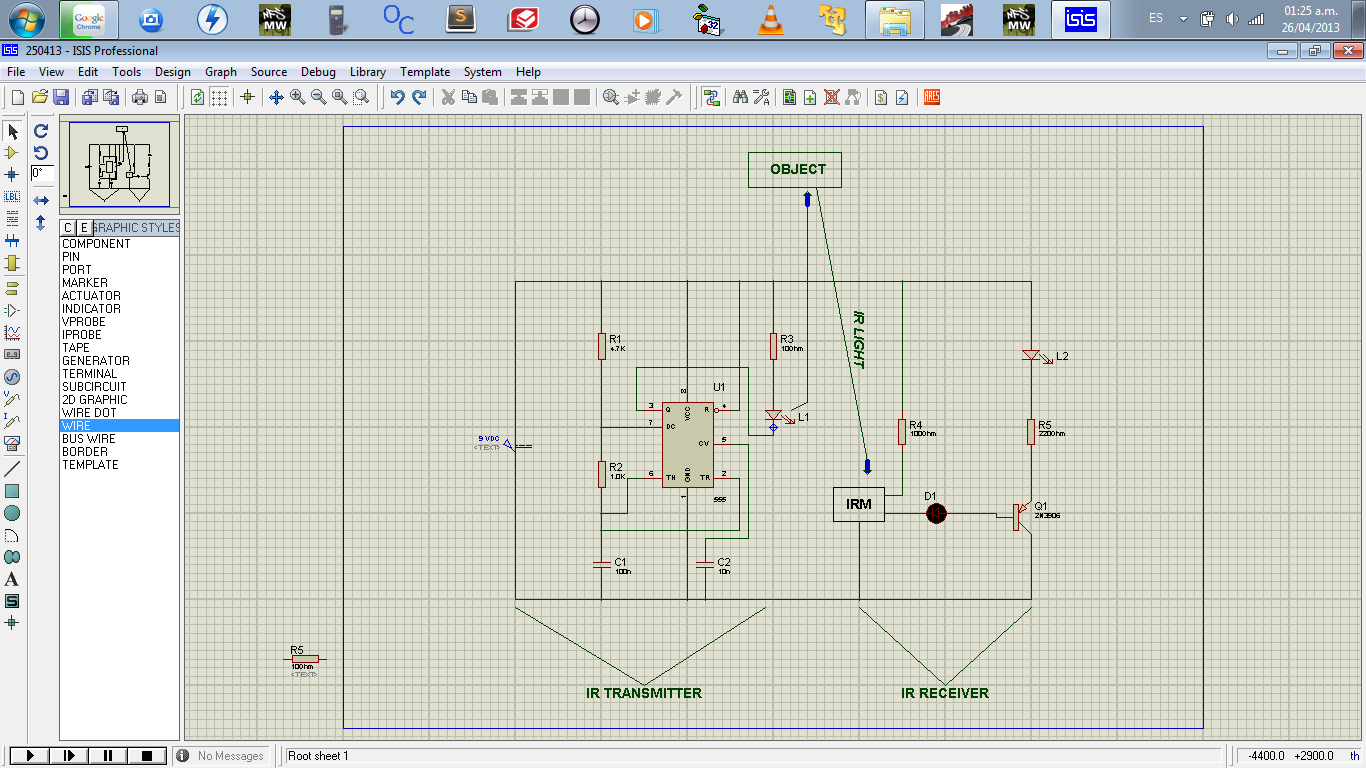
|  |  |
| --- | --- |
| MATERIAL | |
| CANTIDAD | DESCRIPCIÓN |
| DETECTOR DE PROXIMIDAD POR INFRARROJOS | |
| 1 | R1 = 4.7KΩ |
| 1 | R2 = 1KΩ |
| 1 | R3 = 100Ω |
| 1 | R4 = 100Ω |
| 1 | R5 = 220Ω |
| 1 | C1 = 0.1uF Capacitor Ceramico |
| 1 | C2 = 0.01uF Capacitor Ceramico |
| 1 | IC1= 555 Circuito Integrado |
| 1 | L1= LED Infrarrojo (Led Claro) |
| 1 | L2 = LED Claro (Con Una Marca) |
| 1 | IRM= Modulo Receptor Infrarrojo |
| 1 | Q1 = Transistor PNP 2N3906 |
| 1 | D1= Diodo 1N4148 |
| DETECTOR AUDIBLE DE PROXIMIDAD POR INFRARROJOS | |
| 1 | R1 = 4.7KΩ |
| 1 | R2 = 1KΩ |
| 1 | R3 = 100Ω |
| 1 | R4 = 100Ω |
| 1 | R5 = 10Ω |
| 1 | C1 = 0.1uF Capacitor Ceramico |
| 1 | C2 = 0.01uF Capacitor Ceramico |
| 1 | IC1= 555 Circuito Integrado |
| 1 | L1= LED Infrarrojo (Led Claro) |
| 1 | IRM= Modulo Receptor Infrarrojo |
| 1 | D1= Diodo 1N4148 |
| 1 | Q1 = Transistor PNP 2N3906 |
| 1 | Bocina |

Desarrollo experimental:

Detector de proximidad por infrarrojos

Construir un detector infrarrojo de proximidad que enciende un LED cuando un objeto se le acerca. El circuito combina el transmisor de infrarrojos con el detector de infrarrojos.

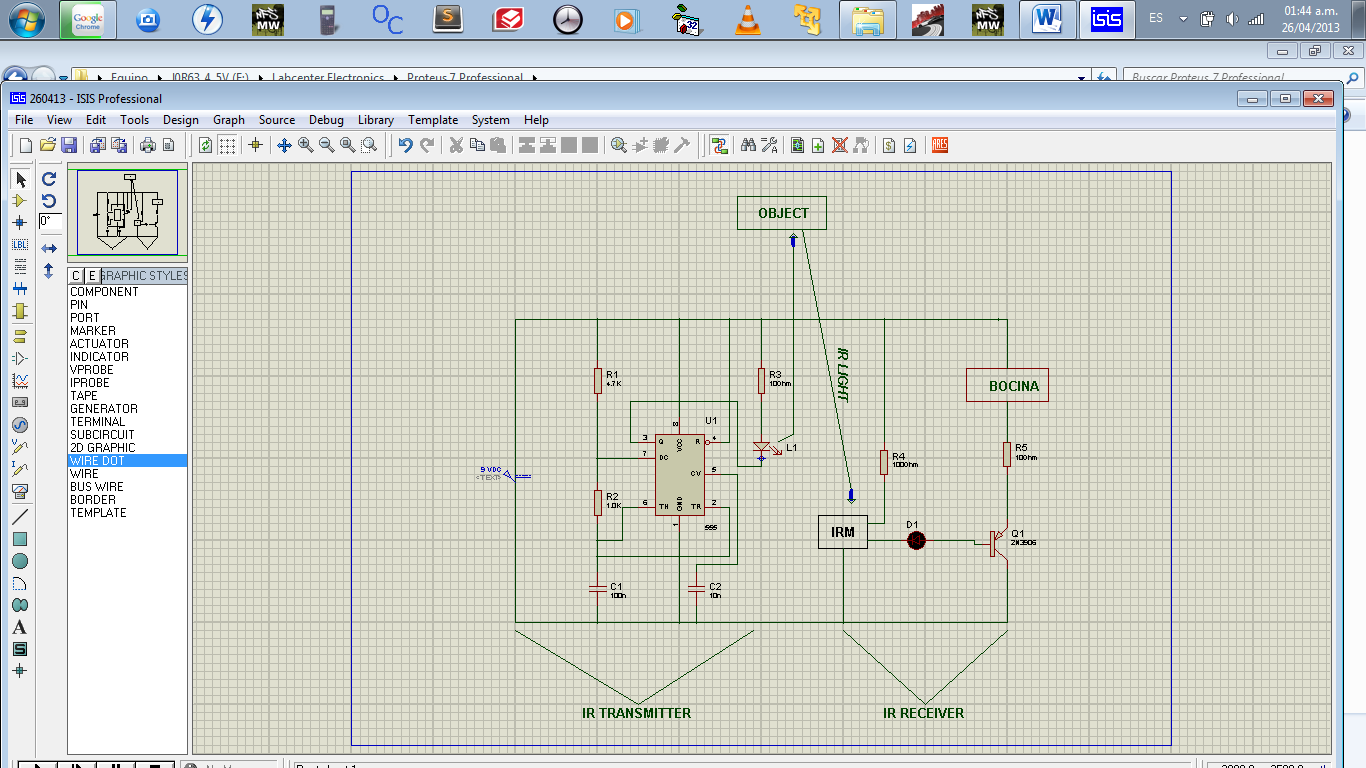
El IR LED del transmisor (L1), emite un haz de luz infrarroja que rebota en el objeto y golpea el módulo receptor de infrarrojos (IRM) en el receptor (Figura 1).  
Si no hay ningún objeto que ésta cerca, el haz de IR emitida por el transmisor va a desaparecer y no será detectada por el receptor. Este detector de proximidad detectará objetos a varios centímetros de distancia del IR LED.

  
El diagrama esquemático de este experimento se muestra en la figura.

Detector Audible de proximidad por infrarrojos

Construir un detector infrarrojo de proximidad sonora que emite sonido cuando un objeto se le acerca.   
El IR LED del transmisor (L1), emite un haz de luz infrarroja que rebota en el objeto y llega hasta el módulo receptor de infrarrojos (IRM) en el receptor (como se muestra en la figura).

Si no hay ningún objeto cerca, el haz de IR emitida por el transmisor va a desaparecer y no será detectada por el receptor. Este detector de proximidad detectará objetos varios centímetros de distancia del IR LED.

  
El diagrama esquemático de este experimento se muestra en la siguiente figura.

Probar el circuito, deslizando la mano alrededor de 3 centímetros de la L1 LED IR. Al hacer esto, el altavoz emite un sonido, lo que indica la detección del objeto.

Determinar la distancia máxima de detección para varios objetos.

**Práctica 9 Interruptor para control remoto infrarrojo**

Objetivo

Construir un interruptor infrarrojo.

Material y equipo

 Fuente de voltaje de 9V

 Tablilla de pruebas

 Resistencia de 4.7 kΩ

 Resistencia de 1 kΩ

 Resistencia de 100 Ω

 2 Resistencias de 220 Ω

 2 capacitores cerámicos de .1 μf

 2 capacitores cerámicos de .01 μf

 555 IC

 4013 IC

 D1: Un diodo 1N4148

 D2: LED infrarrojo

 D3: LED visible

 IRM: Modulo receptor infrarrojo

 Transistor PNP 2N3906

Desarrollo experimental:

Construir un receptor de control remoto que enciende y apaga un LED al recibir luz infrarroja de cualquier transmisor de control remoto infrarrojo. Prácticamente es un interruptor normalmente abierto accionado por infrarrojo.

Armar al circuito de la figura 1 el cual es un interruptor a distancia a través de infrarrojo. El modulo IRM recibe la señal infrarroja de algún control remoto, envía la señal al "trigger" (pin 2). El 555 genera un pulso a la salida (pin 3) cada vez que el IRM detecta una señal infrarroja. El largo del pulso es determinado por R3 y C3. El pulso producido por IC1 es mandado a la entrada ("clock") del flip-flop dual. La salida del flip-flop se alternara en alta y baja con cada pulso en la entrada, causando que el transistor entre en saturación o en corte, será On y Off respectivamente. Cuando el transistor este en On el LED se encenderá y cuando este en Off el LED se apagara.

****

**Figura 1. Interruptor infrarrojo.**

Para probar el circuito se armo un control muy sencillo que se muestra en la figura 2.

****

**Figura 2. Control infrarrojo.**

Cuando se presiona el interruptor el LED emite luz infrarroja, esta señal es detectada por el IRM haciendo funcionar el circuito, tornando el LED en On cuando se presiona SW1 y en Off cuando no se presiona.

El circuito tiene la capacidad de ser modificado para ser usado en el encendido y apagado de diversos dispositivos, como son: las TVs, estéreos, despertadores, etcétera.