

Práctica 1: Fibra Óptica como transmisor de voz

Material:

Para la realización de esta práctica se necesita:

- Dos módulos transmisor-receptor
- Dos adaptadores de corriente de 220V AC a 20V DC
- Fibra óptica de 5 metros de longitud con cubierta negra y doble fibra
- Dos cables de conexión con bananas Naranja-Amarilla
- Dos cables de conexión con bananas Marrón-Marrón



Procedimiento:

Para la realización de esta práctica vamos a utilizar dos habitaciones separadas entre sí 4 o 5 metros, y a ser posible con una barrera intermedia que impida la transmisión de sonidos por el aire de una parte a la otra, como una puerta, una ventana, etc. Así, se pone un módulo en cada una de estas superficies, y en cada uno de ellos se hacen las siguientes conexiones:

Módulo transmisor:

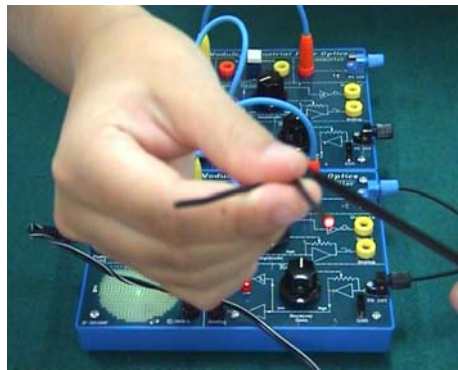
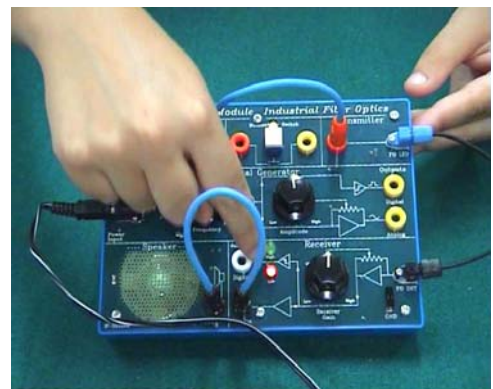
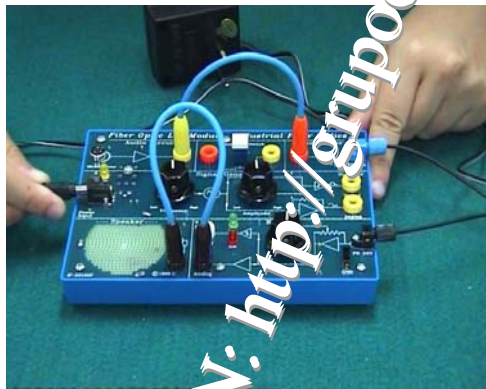
Con un cable de conexión naranja-amarillo se une el circuito del micrófono con el circuito de transmisión.

Con otro cable de conexión marrón-marrón se hace lo mismo con el circuito del altavoz y la conexión analógica del circuito receptor.

Un extremo del cable de fibra doble entrada se conecta al fotoemisor (**FO LED**) y el otro extremo al fotodetector (**FO DET**).



Conectamos el módulo a la fuente de alimentación y verificamos que se encienden los leds del módulo.



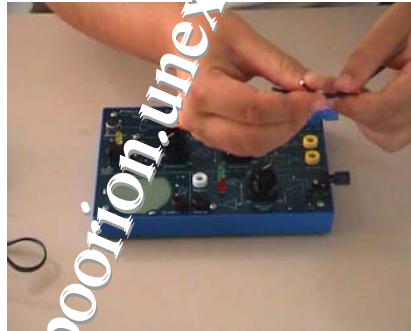
Colocamos el dial de ganancia aproximadamente en las doce en punto.



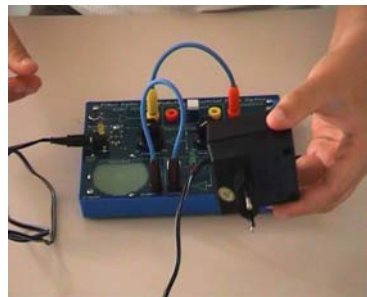
Extendemos el cable de fibras entre los dos módulos.

Módulo receptor:

Una vez que hemos llevado el cable a otra habitación, realizamos en el módulo 2 las mismas conexiones. Así, la fibra óptica que está iluminada en rojo en el otro extremo del cable, (conectada al LED del módulo emisor), se conecta al fotodetector (FO DET), mientras que la otra fibra se conecta al LED (FO LED).



Con un cable de conexión naranja-amarillo se unen el circuito del micrófono y el circuito transmisor. Con otro cable de conexión marrón-marrón se conecta el circuito del altavoz y el circuito receptor en la conexión analógica. Ajustamos la ganancia a las doce en punto.



Alimentamos el módulo receptor.



Nota: Si al conectar los módulos en alguno de los altavoces comienzan a producirse ruidos se ajustan las ganancias hasta que cese el ruido. Por otro lado, aunque se ha denominado a uno como emisor y al otro como receptor, en realidad ambos puestos tienen capacidad de emitir y recibir simultáneamente.

Resultados:

Vamos a evaluar el funcionamiento del sistema, para ello nos situamos en una de las dos habitaciones con el módulo emisor y hablamos por el micrófono; Le pediremos a un compañero que se sitúe en la habitación del receptor y que verifique que se oye nuestra voz. Como ya hemos comentado, cualquiera de los dos módulos puede actuar con transmisor, y receptor, de modo que si nuestro compañero nos dice algo desde la habitación del modulo receptor, podremos estar en el módulo que en principio denotamos como emisor. Observamos que el volumen de la transmisión se puede ajustar variando suavemente la ganancia.

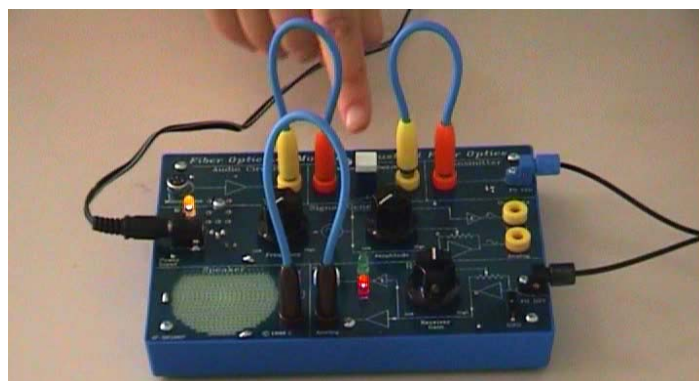
Hemos construido por tanto, un circuito que transforma los impulsos acústicos en impulsos eléctricos y estos a su vez en impulsos ópticos, es decir, luz, de modo que la voz (impulso acústico) se puede transmitir a través de la fibra óptica hasta el otro circuito que realiza el proceso inverso.

Construcción alternativa del transmisor de voz:

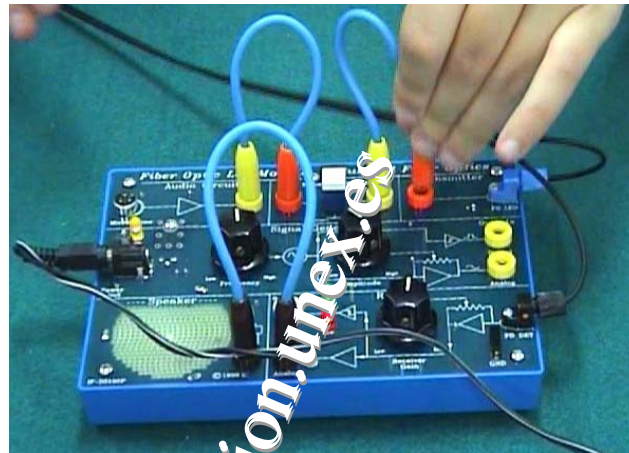
Procedimiento:

Desconectamos el módulo de la corriente y realizamos las siguientes conexiones: Quitamos el conector del circuito del receptor y lo ponemos en la conexión de entrada del interruptor. Con otro cable de conexión naranja-amarillo, conectamos la salida del interruptor al circuito transmisor. Y por último conectamos nuevamente la corriente.

La diferencia con el procedimiento inicial es que ahora, para transmitir de un módulo a otro es necesario apretar el interruptor.



Realizamos el mismo procedimiento en ambas localizaciones:



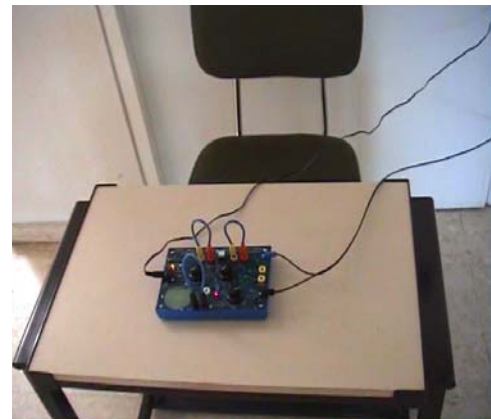
Resultados:

La transmisión de sonidos en ambas disposiciones del circuito es muy buena, similar en ambos a como se escucha a través de un teléfono, pudiéndose identificar las voces fácilmente, así como sonidos de diferente procedencia. No se produce distorsión de los sonidos.

Con esta segunda alternativa se elimina bastante ruido debido a que se ha independizado la emisión de la recepción, sólo tenemos comunicación en una dirección mientras que la otra permanece cerrada. Con esto evitamos la comunicación del altavoz al micrófono, que al estar tan próximos entre sí, producían ruidos. Ahora podemos aumentar más la ganancia.



Localización 1 (Emisor)



Localización 2 (Receptor)

Práctica 2: Creación de un Código Morse digital

Material:

Para la realización de esta práctica se necesita:

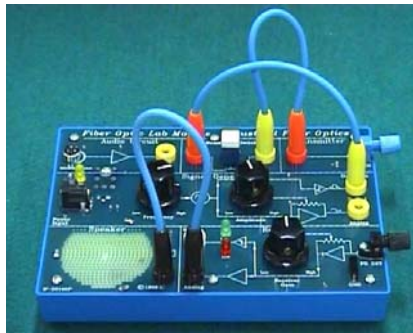
- Dos Módulos transmisor-receptor
- Dos Adaptadores de corriente de 220V AC a 20V DC
- Dos Fibras ópticas de 3 metros de longitud, una con cubierta negra y otra blanca
- Cuatro cables de conexión con bananas Naranja-Amarilla
- Dos cables de conexión con bananas Marrón-Marrón.

Procedimiento:

Buscaremos en esta práctica dos localizaciones separadas unos 2,5 metros para colocar los respectivos módulos de transmisión- recepción. Veamos las conexiones que hay que realizar en cada uno de ellos.

Localización 1:

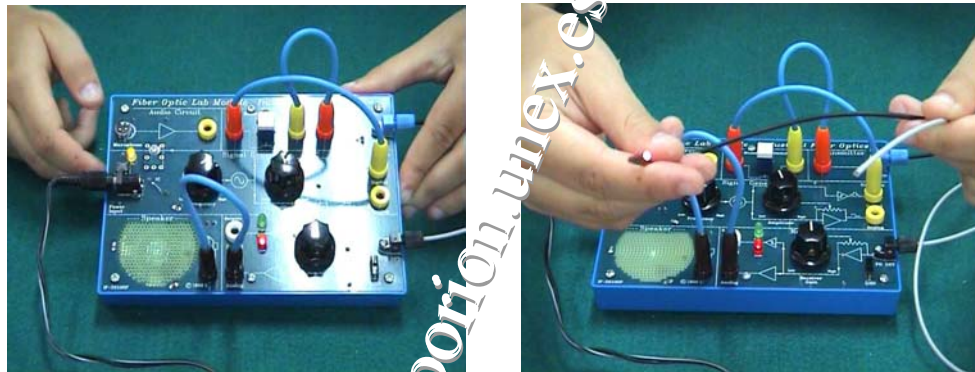
Insertamos un cable de conexión naranja –amarillo para conectar la salida digital del generador de señales con el interruptor. Y otro para unir las conexiones entre el interruptor y el transmisor. La conexión marrón-marrón conectará el circuito del altavoz y la conexión analógica del circuito receptor.



Tomamos las dos fibras ópticas de 3 metros de longitud y las conectamos al módulo.



Con el adaptador de corriente, enchufamos el módulo a la red y verificamos que se encienden los diodos del montaje y una de las fibras ópticas se ilumina en su extremo, (la colocada en el emisor).



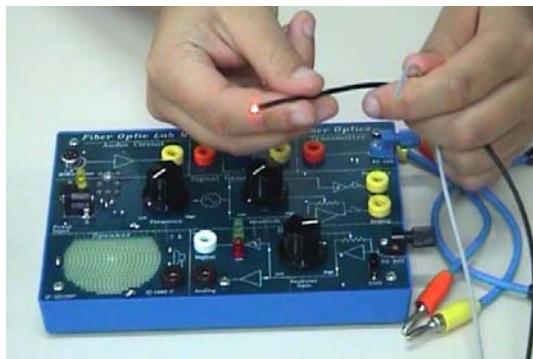
Ajustamos la ganancia del circuito a las 2:



Localización.

En el otro módulo, colocado a 2,5 metros del primero, realizamos las siguientes conexiones:

La fibra óptica iluminada la conectamos en el fotodetector (FO DET) y la blanca, en el transmisor (FO LED)



Los cables de conexión naranja-amarillo y marrón –marrón los conectamos como en el primer módulo:



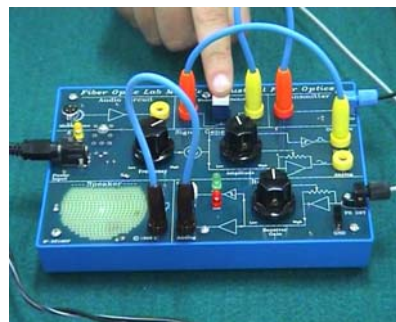
Posteriormente lo enchufamos a la corriente con la ayuda del adaptador y verificamos que se encienden los diodos:



Nuestros dispositivos están listos para transmitir un código Morse Digital

Resultados:

Con la ayuda del pulsador blanco emitiremos el código, el cual será recibido en el altavoz del receptor y mediante señales luminosas en los diodos leds colocados en el mismo; indistintamente las dos localizaciones pueden actuar como emisor y como receptor. Hemos construido por tanto, un circuito basado en fibras ópticas capaz de transmitir señales acústicas y luminosas entre dos localizaciones distintas, es decir, hemos construido un transmisor con fibras ópticas de código Morse Digital.



En la siguiente tabla aparece reflejado el alfabeto en código Morse, transmite algunas palabras con este dispositivo basado en fibras ópticas;

Letra	Código	Letra	Código
A	.-	N	.-

B	...-	O	---
C	-.·	P	·-·
D	-·-	Q	---·
E	·	R	·-·
F	·-·	S	··-
G	-·-	T	-
H	··-	U	·-·
I	··	V	··-
J	·-·	W	·-·
K	-·-	X	·-·-
L	-·-	Y	·-·-
M	-·-	Z	··-

Por ejemplo, transmite:

G R U P O O R I O N
 -·- ·-· ·-· ·-· --- --- ·-· ·-· --- -·

Si apagamos la luz del laboratorio, podremos observar la transmisión del código Morse mediante los diodos situados en el módulo, a la vez que escucharemos la señal de audio de la transmisión.



(Cada vez que pulsamos el interruptor para transmitir, se enciende el diodo rojo)

Práctica 3: Transmisión de radio AM/FM por fibra óptica

Material:

Para la realización de esta práctica se necesita:

- Dos Módulos transmisor-receptor
- Dos Adaptadores de corriente de 220V AC a 20V DC
- Una Fibra óptica de 3 metros de longitud
- Un altavoz
- Una radio AM/FM
- Cable con conexiones de audio.
- Un cable de conexión con bananas Marrón-Marrón.



Procedimiento:

Localización 1:

Tomamos un módulo transmisor-receptor y una radio AM/FM y las conectamos del modo siguiente: la clavija negra al receptor, la naranja al emisor y la clavija de audio de 3,5 a la salida de audio de la radio.



A continuación conectamos un extremo de la fibra óptica al transmisor del módulo y con el adaptador de corriente, conectamos el módulo a la red eléctrica; verificamos mediante los leds que lo hemos conectado.



Sintonizaremos una emisora en la radio, que será la que transmitiremos hacia la otra localización:



Localización 2:

Llevamos el otro extremo de la fibra óptica hacia un lugar alejado en el cual tenemos situado otro módulo transmisor-receptor.



Conectamos la fibra óptica al módulo, el adaptador de corriente y las conexiones entre el circuito del altavoz y la conexión analógica del circuito receptor.



Ajustamos la ganancia a las 12 en punto y verificamos el encendido:



Resultados:

Podemos comprobar que al conectar a la red el segundo módulo, se escucha por el altavoz de éste, la emisora de la radio que teníamos sintonizada en el primer módulo, es decir, estamos transmitiendo el sonido de la radio de una localización a otra a través de la fibra óptica.

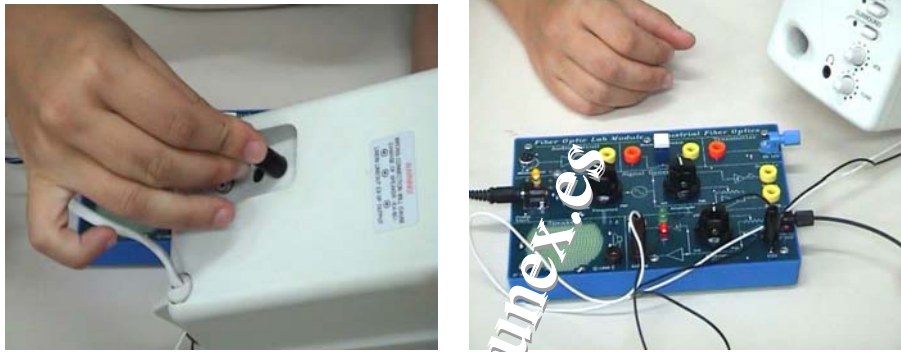
Además, se observa que el volumen de la sintonización puede ser modificado en el propio módulo dos, y no necesariamente en la radio; para ello, sólo hay que ajustar la ganancia del segundo módulo como se muestra en la figura:



Procedimiento dos:

En la localización segunda, desconectamos el módulo de la corriente y hacemos las siguientes conexiones:

Con otro cable de audio, conectamos la clavija negra al receptor, la marrón a la salida de audio del módulo y la clavija de 3,5 la conectaremos a la entrada de un altavoz externo.



Enchufamos de nuevo a la corriente y observamos como se escucha la emisora de la radio por el altavoz. Para ajustar el volumen podemos mover o bien la ganancia del módulo, o bien el volumen del altavoz.



PÁGINA ALQUILADA EN: <http://gruposocion.com>

Práctica 4: Fibra Óptica como un Sensor Óptico Pasivo

Material:

Para la realización de esta práctica se necesita:

- Módulo transmisor-receptor
- Adaptador de corriente de 220V AC a 20V DC
- Cable eléctrico
- Conexión naranja-amarilla
- Conexión marrón-marrón
- Dos fibras ópticas de un metro de longitud con cubierta
- Lámina de papel blanco de 5x10 cm
- Lámina de papel transparente de 5x10 cm
- Lámina de papel negro de 5x10 cm
- Diferentes fuentes de luz: fluorescente, incandescente, televisión, monitor de ordenador, pantalla de cristal líquido, display etc



Muchas aplicaciones industriales y domésticas utilizan la luz y las fibras ópticas como sensores. Así por ejemplo hay sistemas de seguridad que se activan cuando la estancia está completamente a oscuras y detectan pequeñas iluminaciones o focos de luz.

En esta práctica se va a ver cómo las fibras ópticas pueden ser empleadas en distintos sensores ópticos. Así por ejemplo en un primer experimento veremos cómo actúa como detector pasivo al llevar la luz hasta el fotodetector que después será transformada en un pulso que podemos captar mejor.

Procedimiento A:

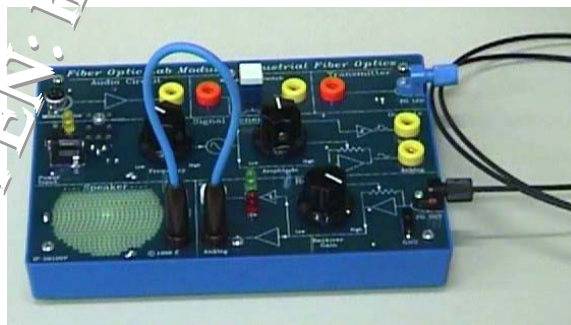
Es necesario que el módulo tenga suficiente movilidad para la realización de esta práctica.

Colocamos el módulo sobre una superficie firme y se realizan las siguientes conexiones:

Se conecta el circuito del altavoz con el conector analógico del circuito receptor;



Tomamos la fibra óptica y conectamos un extremo en el fotodetector del módulo y se pone el dial de la ganancia en su posición máxima.

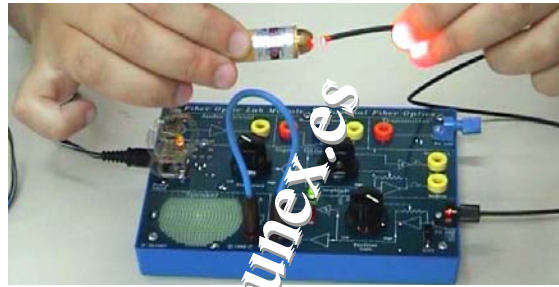


Con el adaptador de corriente, conectamos el módulo a la red eléctrica, verificando su encendido con los leds.



Tomamos el extremo libre del cable de fibra y lo aproximamos a una fuente de luz, por ejemplo:

Puntero láser



Resultados:

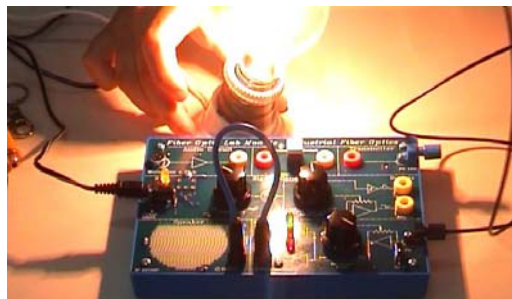
A medida que el puntero láser se acerca al extremo de la fibra óptica, se escucharán ruidos desde el altavoz, que será la detección del sensor óptico. A continuación, se aproxima y separa sucesivamente el cable de fibra hacia el láser:



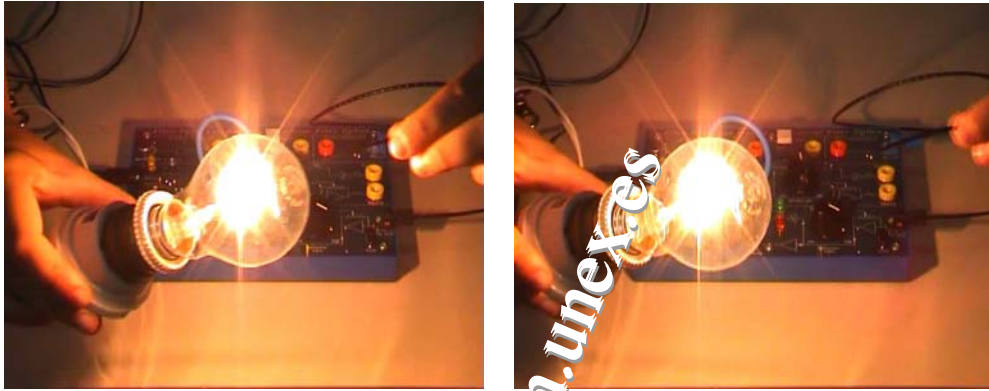
Cuando se acerca la fibra al puntero láser, el sonido del altavoz es cada vez mayor. Esto es debido a que la fibra cada vez captura más luz y conduce más luz al detector y por tanto mayor señal al altavoz. Se puede observar también el mismo hecho de forma visual, si nos fijamos en cómo se enciende el led rojo a medida que se acercan la fibra y el láser.

A continuación realizamos el mismo procedimiento con otras fuentes de luz, por ejemplo:

Una bombilla



Al igual que hemos hecho anteriormente, acercamos y aproximamos el extremo de la fibra a la bombilla, fijándonos en la variación acústica y óptica que se produce en el módulo.



Observamos que cuánto más cerca está el extremo de la fibra, más intenso es el sonido que sale del altavoz del módulo.

Realicemos el procedimiento con:

Un televisor



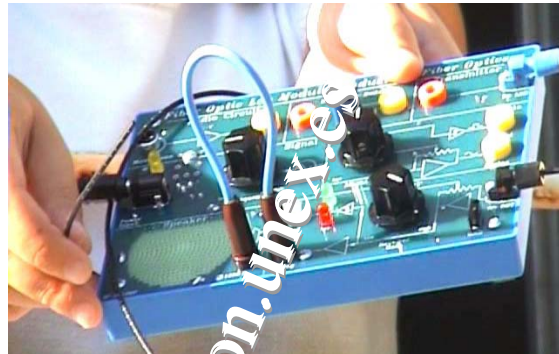
Si movemos la fibra sobre la pantalla de un televisor se aprecia que el sonido crece cuando la fibra pasa por las partes más brillantes de la misma, aunque la frecuencia sea la misma en todos los puntos de la pantalla.



Sugerencia: Podemos comparar este resultado con el que se obtienen en la pantalla de un ordenador, en ésta el sonido es más suave y de frecuencia diferente a la del televisor. Podemos probar con distintos tipos de pantallas: cristal líquido, display.

Fuente de luz: SOL

Seguidamente podemos apuntar el extremo de la fibra hacia el sol a través de una ventana.



Si apuntamos con el extremo libre de la fibra hacia el sol, se aprecia que no se produce sonido alguno en el altavoz. Esto es debido a que el brillo del sol es tan alto que satura el amplificador del receptor y por tanto no llega corriente al altavoz. *Podemos también orientar la fibra hacia un papel blanco iluminado por el sol.*

Lámpara fluorescente:

Aunque la luz del fluorescente parece no producir oscilaciones de intensidad, el sonido que obtenemos en el receptor si las presenta, con una cierta frecuencia (por el altavoz se detecta que la luz del fluorescente se enciende y apaga unas 100 veces por segundo). Lo que demuestra la diferente sensibilidad de la vista frente al oído.

Procedimiento B:

Para esta parte de la práctica 4, en la cual estamos evaluando la capacidad de la fibra óptica como sensor, utilizaremos los siguientes materiales de los señalados anteriormente:

- Módulo transmisor-receptor

Comunicaciones ópticas. Laboratorio de Optoelectrónica

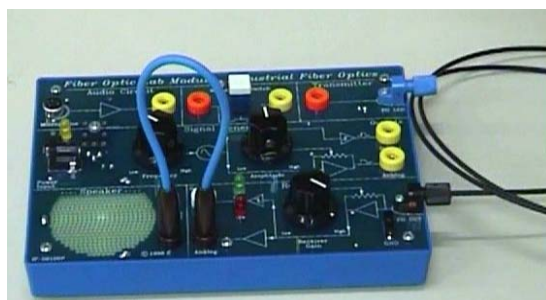
- Adaptador de corriente de 220V AC a 20V DC
- Cable eléctrico
- Conexión naranja-amarilla
- Conexión marrón-marrón
- Fibra óptica de un metro de longitud con cubierta
- Lámina de papel blanco de 5x10 cm
- Lámina de papel transparente de 5x10 cm
- Lámina de papel negro de 5x10 cm

Un sistema como el construido en el procedimiento A, que actúa como detector pasivo, también puede actuar como detector activo captando la presencia o no de objetos. Veámoslo: En primer lugar, tomamos el módulo con el montaje realizado en el procedimiento A de la presente práctica:

Se conecta el circuito del altavoz con el conector analógico del circuito receptor;



Tomamos la fibra óptica y conectamos un extremo en el fotodetector del módulo y el otro extremo al LED



Con el adaptador de corriente, conectamos el módulo a la red eléctrica, verificando su encendido con los leds.



A continuación, tomamos el conector naranja-amarillo y realizamos la conexión entre la salida digital del generador de señales con el circuito transmisor.



El dial de la frecuencia del generador de señales se coloca en las 3 en punto mientras que el de la ganancia al máximo.

A continuación, moveremos el dial de la frecuencia del generador desde el valor mínimo al máximo y observamos lo que ocurre en el led amarillo del interruptor



Cuando la ganancia esta en el nivel mínimo, el parpadeo es muy pausado, pero a medida que vamos aumentando la ganancia, es cada vez más intermitente hasta que llega un punto en el que esta prácticamente encendido de forma continuada, es decir, a simple vista deja

de parpadear. Este valor se produce cuando el dial del generador de señal esta situado a las tres en punto.



A continuación, desenchufamos el módulo de la red eléctrica y quitamos la conexión entre el circuito del altavoz con el conector analógico del circuito receptor.

Conectaremos con el cable amarillo-naranja, la señal analógica del generador de señales con el altavoz:



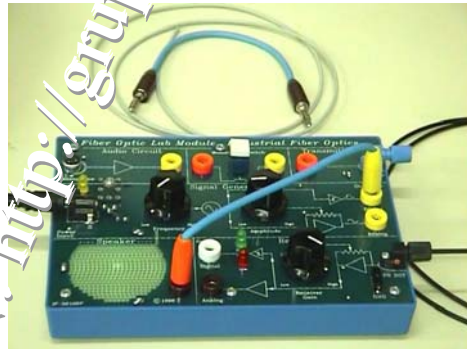
Enchufamos de nuevo el módulo a la red y observamos el sonido que se produce en el altavoz.

Moveremos el dial de la frecuencia del generador de señales desde la posición en la que se encuentra hacia valores inferiores y observamos la variación producida en el sonido.

Procedimiento C:

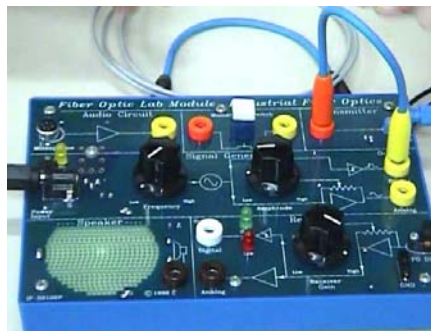
Usaremos de lo reseñado anteriormente:

- Módulo transmisor-receptor
- Adaptador de corriente de 220V AC a 20V DC
- Cable eléctrico
- Conexión naranja-amarilla
- Conexión marrón-marrón
- Dos Fibras ópticas de un metro de longitud con cubierta
- Lámina de papel blanco de 30x10 cm
- Lámina de papel transparente de 5x10 cm
- Lámina de papel negro 5x10 cm

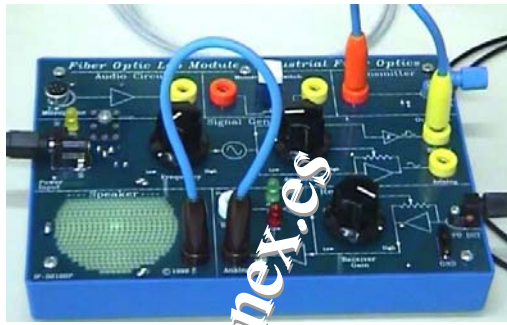


Partimos del montaje anterior, y usaremos una fibra óptica adicional y una conexión marrón-marrón.

Desconectamos la banana naranja del altavoz y la conectamos en el transmisor:



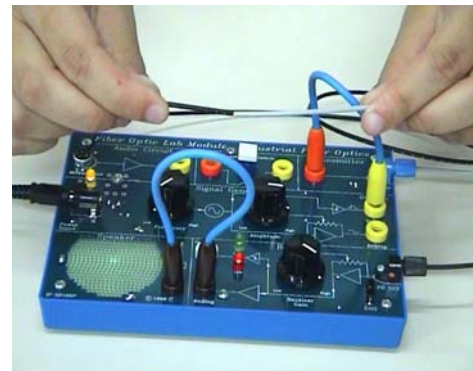
Con la conexión marrón-marrón, unimos el circuito del altavoz con el conector analógico del circuito receptor



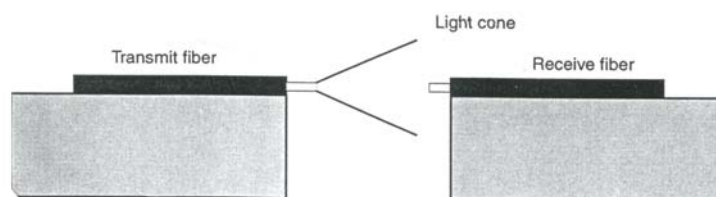
A continuación, tomamos otra fibra óptica de un metro de longitud y la conectamos al FOLED, enchufamos el módulo a la red y nos fijamos en los extremos de las fibras, observando como parpadea el extremo de la colocada en el FOLED (Emisor)



Situamos el dial de la amplitud del generador de señal a las tres en punto y el receptor en la frecuencia máxima:

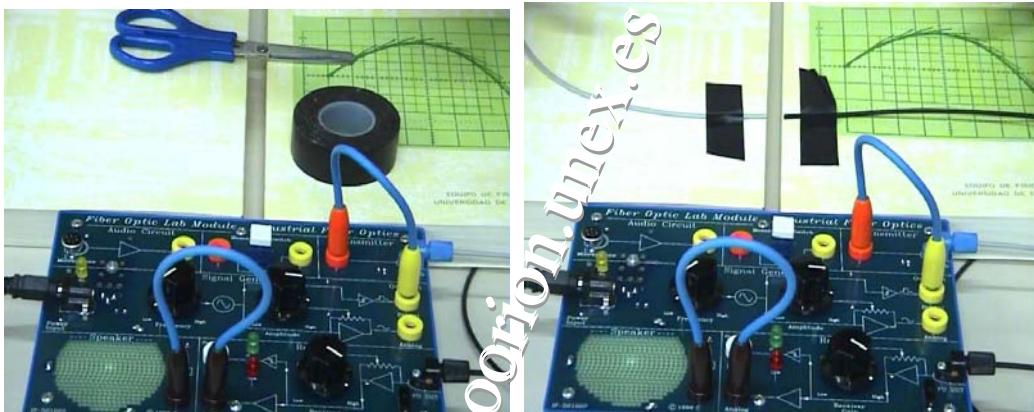


Para la medida o la detección hay que colocar los dos terminales de las fibras sobre una superficie de forma que queden alineados y enfrentados, con una separación del orden de unos 6 mm:



Sensor por transmisión.

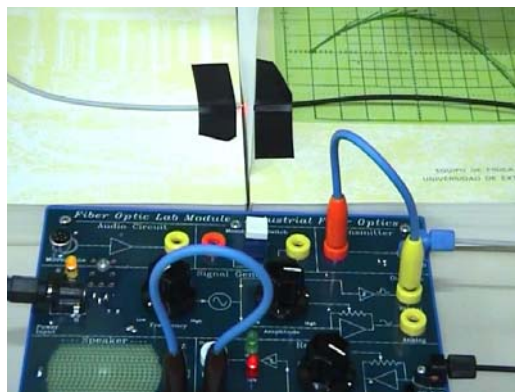
Realizamos el montaje señalado:



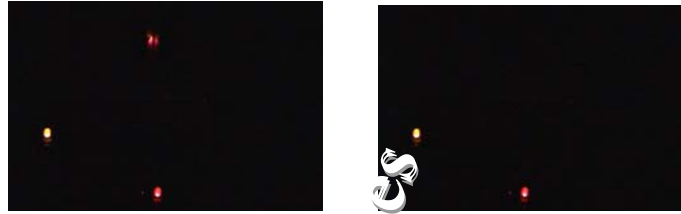
Vamos a utilizar diversas láminas de papel (transparente, blanca y negra) que colocaremos entre las dos fibras:



Comenzamos con la lámina blanca: Encendemos el módulo e insertamos un trozo de papel entre las fibras moviéndolo unos 2 mm hacia la fibra receptora.



En la nueva situación cuando se sitúa algún objeto entre transmisor y receptor el sonido del altavoz prácticamente desaparece por completo. Incluso si se deja la estancia a oscuras el efecto de colocar un objeto entre las fibras sigue siendo el mismo, es decir, el sonido permanece en los mismos niveles que con la habitación iluminada.



Con la habitación nuevamente iluminada, colocamos un trozo de plástico transparente entre las fibras y escuchamos los cambios en el nivel del sonido procedente del altavoz. En este caso, no se afecta a la transmisión de la luz de uno a otro, ya que prácticamente no se nota variación en la salida del altavoz.



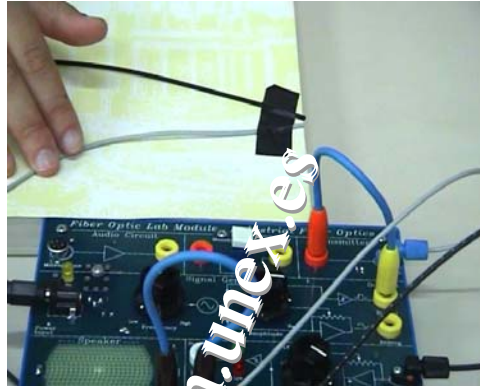
Si, por el contrario, lo que interponemos es un trozo de papel negro, no se permite el paso de la luz, como ocurría con el papel blanco.



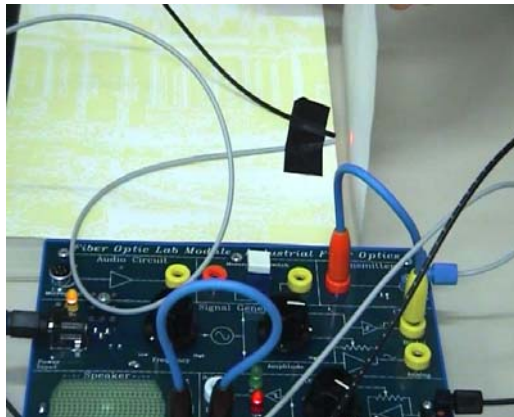
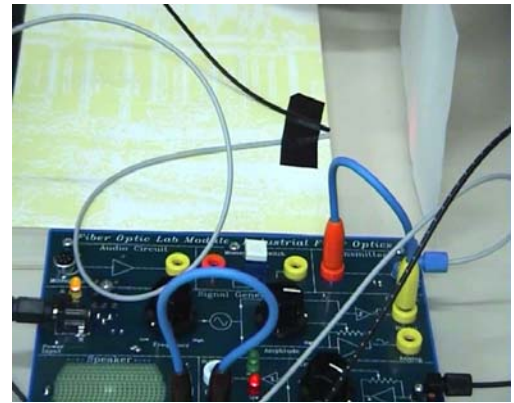
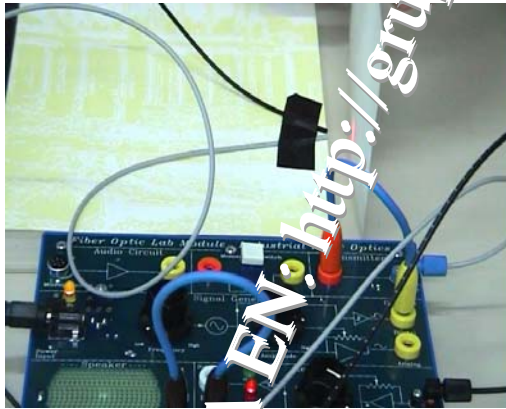
Si comparamos la lámina blanca con la lámina negra con la luz del laboratorio apagada, podemos comprobar que aunque la lámina blanca refleja más luz, y por tanto se percibe su reflejo más, no escuchamos sonido alguno en ningún caso, pues las láminas impiden del mismo modo la transmisión de la luz, es decir, las dos láminas se han detectado del mismo modo.

Procedimiento D

A continuación conectamos las dos fibras sobre un mismo soporte formando un pequeño ángulo entre ellas. Al colocar los cables en paralelo tenemos un nuevo tipo de sensor que detectará la presencia de algún objeto en función de su distancia a los terminales de las fibras.

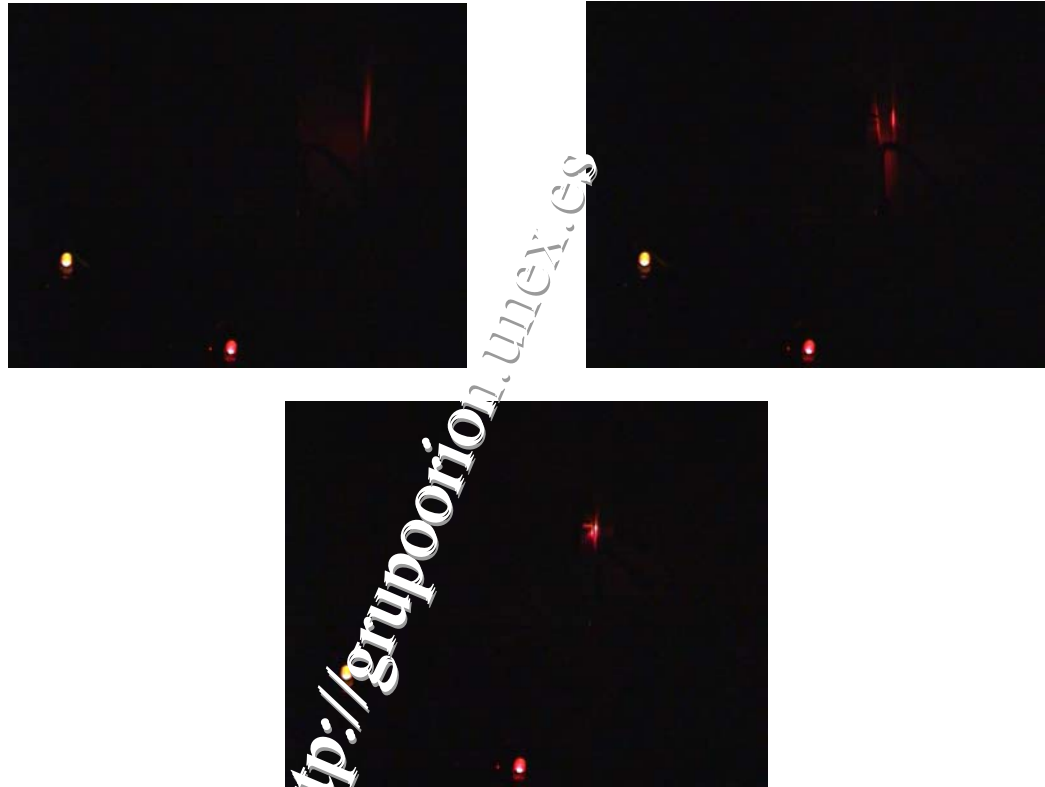


Colocamos un trozo de papel delante de las dos fibras a una distancia de unos 25 mm desplazándolo hacia las fibras paulatimamente hasta aquella posición en la cual el sonido del altavoz sea máximo.



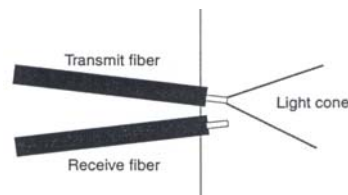
Repetimos el mismo procedimiento con la luz del laboratorio apagada:

PÁGINA ALOJADA EN: <http://gruposicm.uned.es>



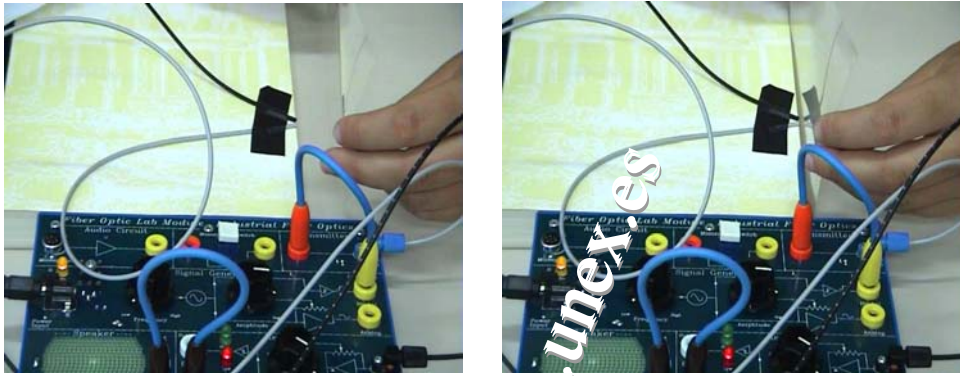
Así se puede comprobar como el volumen del altavoz aumenta desde una distancia más o menos alejada hasta un máximo para posteriormente comenzar a disminuir a medida que el objeto se pega a los extremos de los cables, de forma que se deja de oír el altavoz cuando el objeto hace contacto con ambos extremos.

Se detecta el papel como consecuencia de la falta de luz en el extremo receptor, es decir, por interrupción de la transmisión de luz.



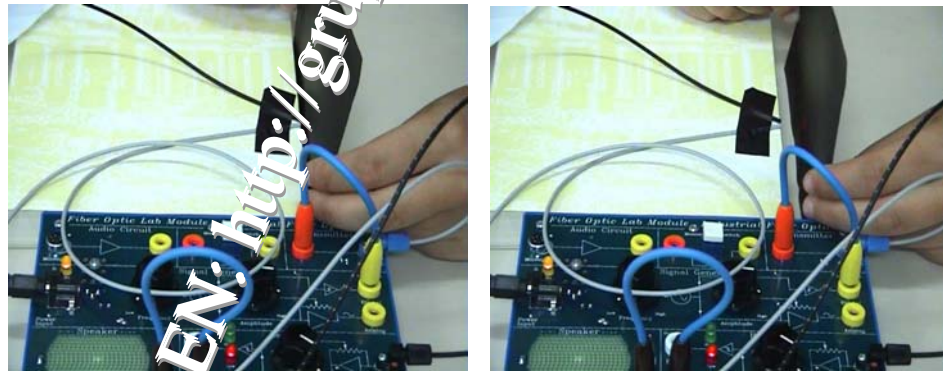
Sensor por reflexión.

Realizamos el mismo procedimiento con la lámina transparente, moviéndola hasta encontrar el punto en el que el sonido es máximo.



Se observa que su presencia no es detectada de igual forma que se detectaba cuando se interponía entre las dos fibras en el procedimiento anterior.

Por último, vemos que ocurre con la lámina negra:



Observamos que con la lámina blanca se refleja la luz y por tanto se detecta el objeto, es decir, el detector emite un sonido. Como la lámina transparente transmite toda la luz y no refleja ninguna, el detector no detecta luz reflejada y, por tanto, no detecta al objeto. Lo mismo ocurre con la lámina negra, que absorbe toda la luz y no refleja ninguna, por lo que tampoco es detectada por nuestro detector.

Hemos visto dos tipos de sensores, uno basado en la transmisión y el segundo en la reflexión. Cuando el detector por transmisión detecta un objeto, se interrumpe el sonido, mientras que cuando el detector por reflexión detecta un cuerpo, emite un sonido.

Práctica 5: Atenuación en Fibra Óptica

Material:

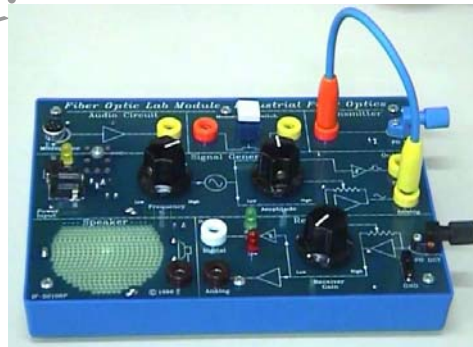
Para la realización de esta práctica se necesita:

- Módulo transmisor-receptor
- Adaptador de corriente de 220V AC a 20V DC
- Fibras ópticas de 1 y 3 m de longitud con cubierta.
- Fibras ópticas de 5 y 10 m de longitud con cubierta y doble fibra.
- Dos Cables de conexión.

En esta práctica se intenta demostrar que a pesar de todas las ventajas de la transmisión óptica, se produce una pérdida de energía con la distancia, que también dependerá de los tipos de fibras empleadas. Aquí se apreciará esta pérdida a través del altavoz. También se puede utilizar un osciloscopio o un medidor de potencia óptica.

Procedimiento:

Colocado el módulo en una superficie plana se conecta la conexión analógica del generador de señales y el circuito transmisor con un cable de conexión amarillo-naranja:



Conectamos el circuito del altavoz con la conexión analógica del circuito receptor por medio de otro cable de conexión marrón-marrón, y los extremos de la fibra óptica al fotoemisor y al fotorreceptor.



Encendemos el módulo conectándolo a la corriente mediante el adaptador.



Actuando sobre la frecuencia del generador de señales (sobre su dial) ha de conseguirse que se produzca en el altavoz un tono confortable (alrededor de 3/4 de la escala). Se ajusta la amplitud del generador de señales a la mitad de la escala y la ganancia del receptor hasta producir un nivel de sonido en el altavoz aceptable y no distorsionado.

En esta situación hay que tratar de anotar mentalmente el nivel de sonido que se obtiene en el altavoz. Una alternativa es utilizar un osciloscopio o un polímetro para medir el voltaje en la salida analógica del receptor anotándolo en una tabla para después poder comparar. O bien si se conecta el extremo final al receptor del módulo sino conectándolo a un medidor de potencia óptica. Con esta última alternativa, y utilizando el medidor de potencia óptica S112 de Thorlabs con el sensor S210A se obtuvieron los valores de la tabla para distintas longitudes de fibra y tras un minuto de espera para que la señal en el medidor de potencia se estabilizase.



Medidor de potencia óptica S110 de Thorlabs.

Desconectamos la fibra de un metro del módulo y conectamos la de 5 metros doble. En primer lugar, conectamos uno de los extremos en el fotoemisor y localizamos cual es el extremo iluminado del otro lado de la fibra para conectarlo en el fotodetector.



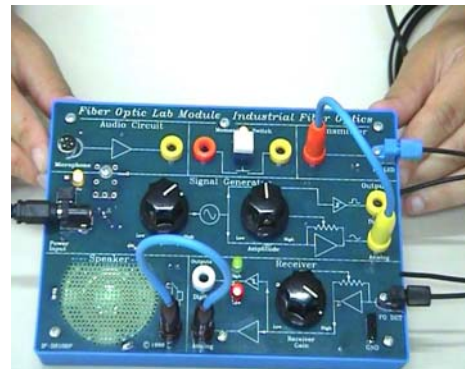
Observamos el ruido que se produce una vez conectado:



Anotaremos, bien mentalmente, o bien, empleando los métodos antes mencionados, en una tabla, el nivel de sonido que tenemos a la salida.

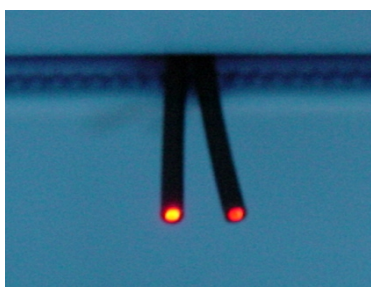


Conectaremos a continuación una fibra de 10m metros de longitud y observamos el sonido que se produce en el módulo.



Resultados:

Se comprueba que el sonido es paulatinamente menor a medida que pasamos de la fibra de un metro a las otras. La diferencia entre las fibras de uno, tres e incluso de cinco metros es bastante menor que cuando se compara con la fibra de diez metros. Lo que lleva a pensar que estas fibras son buenas para trabajar como sensores, pero que en el campo de las comunicaciones no deben ser empleadas por las pérdidas que producen.



Diferente luminosidad en el extremo de dos fibras de 1 y 10 metros cada una como consecuencia de la atenuación.

Fibra (m)	Potencia (mW)
1	5.3 ~ 5.5
3	4.4 ~ 4.7
5	3.3 ~ 3.6
10	2.4 ~ 2.6



Sensor S210A para el medidor de potencia óptica.

PÁGINA ALOJADA EN: <http://gruposdion.unex.es>

Práctica 6: Pérdidas en Uniones y Curvaturas

Material:

Para la realización de esta práctica se necesita:

- Módulo transmisor-receptor
- Adaptador de corriente de 220V a 20V DC
- Fibras ópticas de 1 y 3 m de longitud con cubierta.
- Dos Cables de conexión.

En esta práctica se va a evaluar la importancia de una buena calidad a la hora de terminar e instalar un sistema de fibra óptica. Se verá cómo influye la alineación de la fibra (su núcleo) con los elementos emisores y receptores, esto es lo que se desarrolla en el primer procedimiento. También, cómo afectan las curvaturas en los cables ópticos a la atenuación en una conducción óptica (segundo procedimiento).

Procedimiento A: Falta de alineación

Como ya se ha mencionado, lo que se busca con esta experiencia es ver el efecto que tiene la falta de alineación de la fibra con los elementos receptores y emisores en una transmisión óptica preferentemente desde el punto de vista de la atenuación.

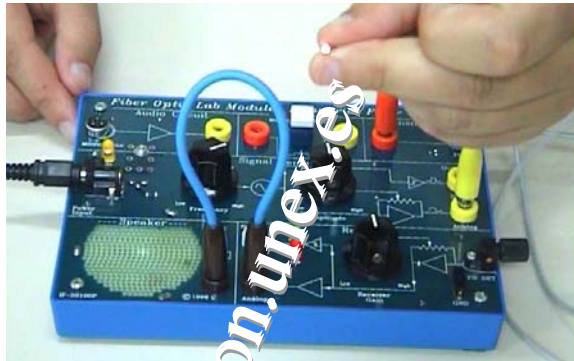
Con el módulo sobre una superficie plana y firme se hacen las siguientes conexiones:

- Con un cable de bananas amarilla-naranja, se conecta el circuito analógico del generador de señales y el circuito transmisor
- Con un cable de conexión marrón-marrón, se unen el circuito del altavoz y la conexión analógica del circuito receptor
- Se conecta la fibra de un metro de longitud en el LED (Fotoemisor).

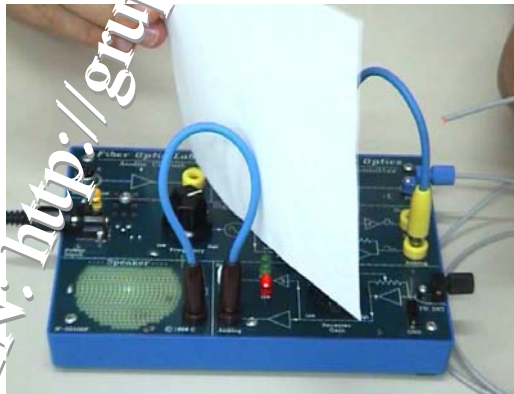


La frecuencia del generador de señales se ajusta aproximadamente en las dos en punto y su amplitud en la mitad de su escala, encendiendo posteriormente el módulo.

Se observa que del extremo de la fibra que está conectada al LED sale una intensa luz roja.



Tomamos una lámina de papel blanco, lo movemos delante de este extremo de la fibra, de modo que observaremos por detrás del papel, la luminosidad del haz.



Apagamos la luz del laboratorio para apreciarlo mejor:

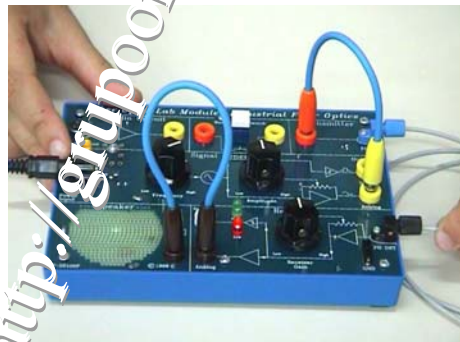


PÁGINA ALOJADA EN: <http://gruposcion.unex.es>

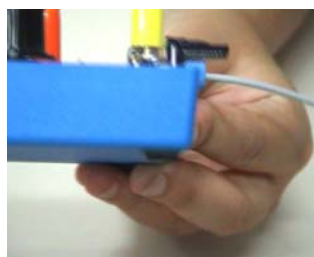
Resultados:

1.-Podemos ver las cualidades de esta luz, la cual diverge rápidamente según se aprecia en el papel. El ángulo de divergencia está en torno de los 60° si comparamos los círculos de luz que se producen en el papel a distintas distancias de separación, es decir, al separar el papel de la fibra, en éste se ve como el círculo de luz va creciendo. La luz emerge del centro de la fibra, es decir, del núcleo de la misma.

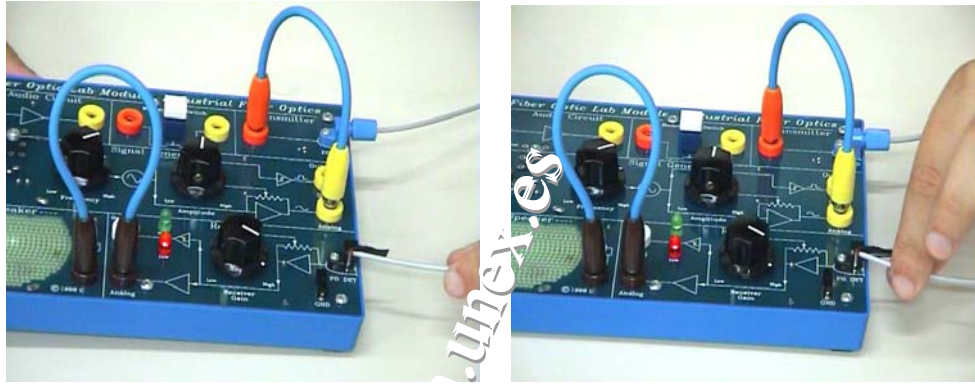
A continuación, conectamos el extremo libre de la fibra en el fotodetector del módulo ajustando la ganancia del receptor de forma que el sonido del altavoz no sea molesto.



Aflojando la conexión en el fotodetector:



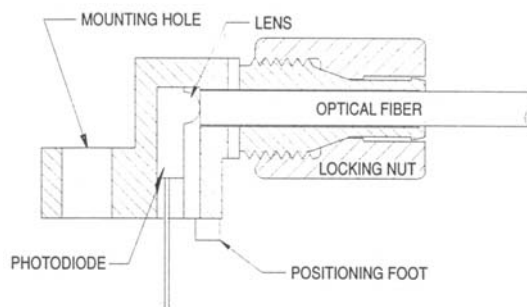
Cogemos la fibra óptica y sin sacarla del conector empezamos a moverla suavemente en todas direcciones: arriba, abajo, hacia fuera, hacia dentro...observando que pasa cuando la fibra no hace contacto con el fotodetector (al sacar y meter ligeramente la fibra del conector).



Resultados:

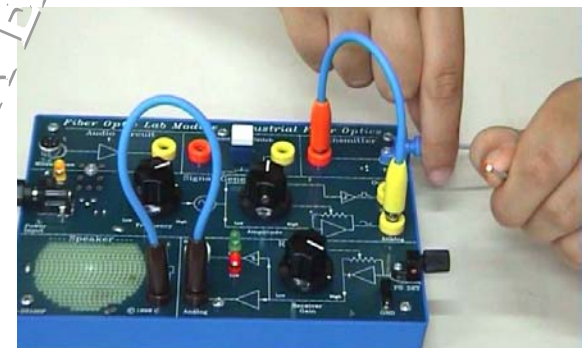
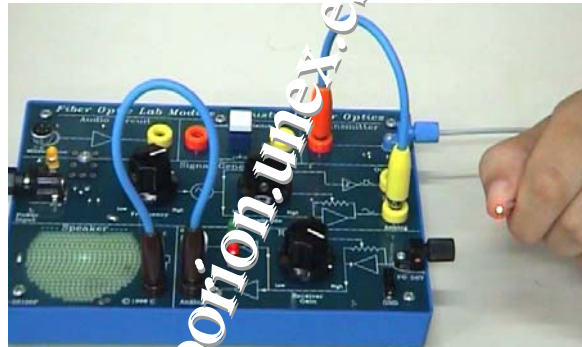
2.- Así lo que se consigue es disminuir la cantidad de luz que llega al fotodetector. El fotodetector presenta una lente para enfocar y captar la mayor cantidad posible de la luz que le llega de la fibra cuando ésta hace contacto con la mencionada lente. Cuando separamos ligeramente la fibra, debido a la divergencia que se produce a la salida de la misma, parte de la luz escapa al fotodetector.

Lo mismo ocurre si en lugar de separar lo que se hace es que el contacto no sea en la posición adecuada (si movemos la fibra). Al absorber menos luz el fotodetector, la salida del sonido del altavoz será más baja.



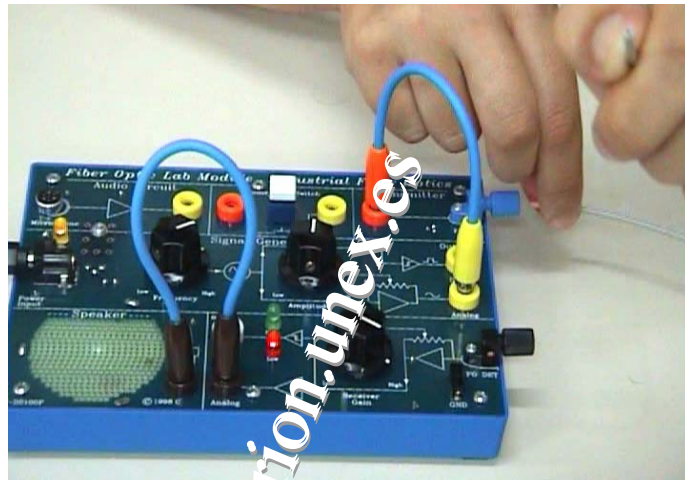
Esquema del fotorreceptor.

Sacamos la fibra del conector del fotodetector y hacemos lo mismo de antes en la conexión con el LED (fotoemisor), es decir, aflojando la conexión jugamos con ella viendo que sucede en el extremo libre.



Se observa en éste, la disminución paulatina de la intensidad de la luz emitida hasta que se hace inapreciable:

PÁGINA ALOJADA EN: <http://grupoorion.unex.es>



Resultados:

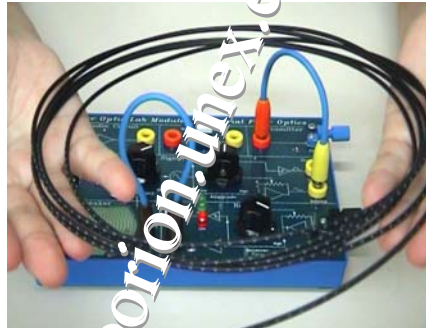
3.- Tenemos el mismo problema que en el caso anterior. Al no hacer contacto la fibra con el LED parte de la luz se pierde en el camino por divergencia, o simplemente por mala orientación del contacto.

Estas pérdidas que se producen en las conexiones de las fibras son muy importantes, por lo que es necesario que el acoplamiento sea lo más eficiente posible para que se produzca la máxima aportación de luz a la fibra y desde ella. Esto repercute en la distancia de transmisión y en la claridad de la señal transmitida.

PÁGINA ALOJADA EN <http://www.comunicacion-unej.es>

Procedimiento B: Efecto de la curvatura

Ahora lo que se busca es comprobar el efecto de las curvaturas sobre la luz transmitida por la fibra de un extremo a otro, es decir, qué pérdidas se producen debidas a estas curvaturas.



Para ello se cambia la fibra de un metro por la de tres, conectándola al LED emisor y al fotodetector de forma adecuada, formando con el resto de la fibra un gran arco.

Se ajusta la ganancia del receptor y la frecuencia del generador de señales de forma que el sonido no sea molesto.



Formamos con la fibra un amplio arco y nos fijamos en la luminosidad de su extremo:

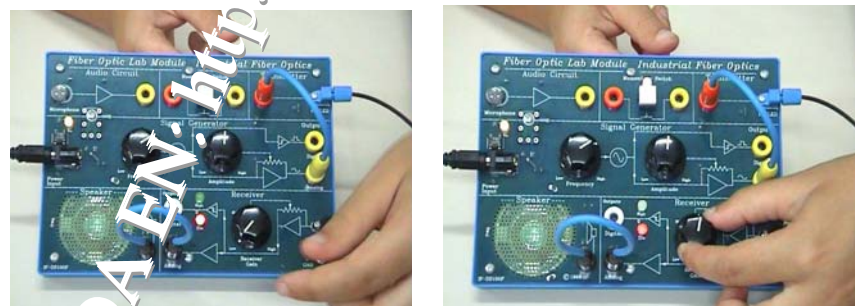


Conectamos el extremo iluminado en el fotodetector y observamos la luminosidad de los diodos del módulo y el sonido que se produce en el mismo:

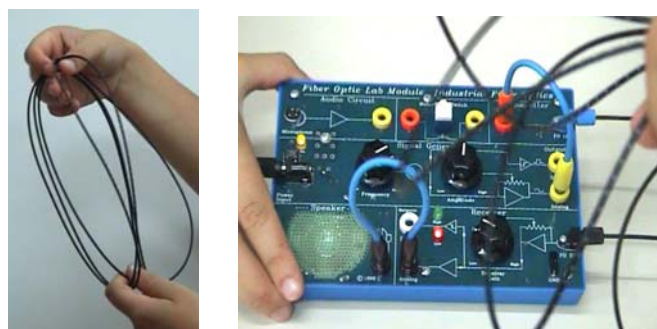


Giramos el dial de ganancia del receptor hasta el mínimo, la luz verde del diodo se ha apagado. Lo comprobamos volviendo a mover el dial hasta el máximo. Nos interesa que la luz verde este apagada, en cuyo caso no se oye sonido alguno.

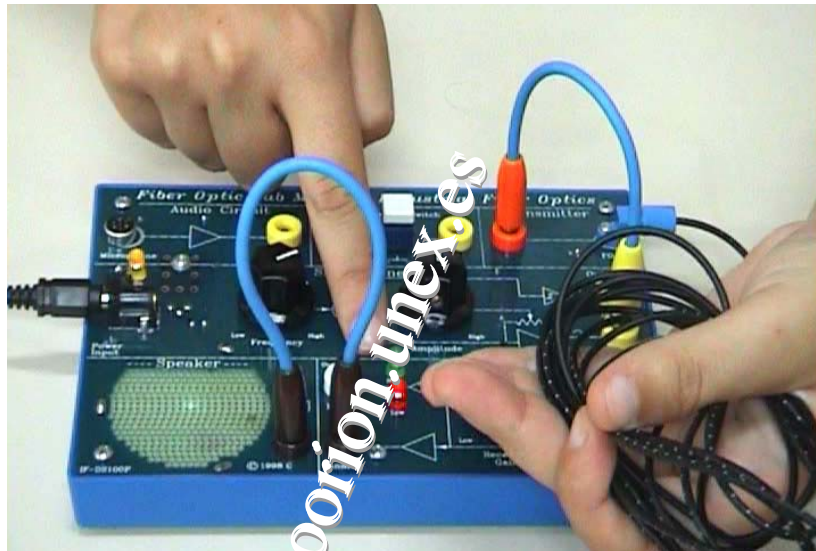
Giramos posteriormente el dial de la ganancia del receptor hasta la mínima posición en la que su indicador luminoso verde está encendido:



Tomamos la fibra y hacemos con ella tres arcos de circunferencias de 30 cm aproximadamente. Podemos observar que al hacer estos pequeños bucles sobre la fibra, el indicador luminoso de la ganancia se ha apagado:



Volvemos a actuar sobre la ganancia hasta que el indicador luminoso se ponga nuevamente verde (en su posición mínima). Y realizamos más bucles sobre la fibra.



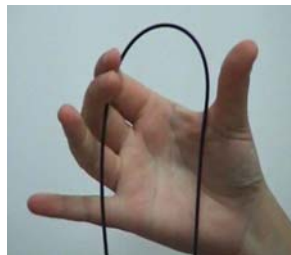
Si soltamos de golpe los bucles observamos que el indicador luminoso vuelve a encenderse:



Movemos a continuación el dial de la ganancia hasta el límite en el cual la luz esta encendida:

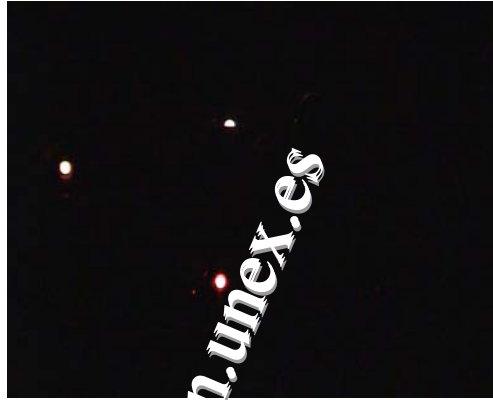


Si tomamos un trozo de la fibra y la doblamos, comprobaremos de nuevo que la luz se apaga y el sonido del altavoz cesa.



Podemos comprobar mejor con la luz del laboratorio apagada:





Resultados:

Al enrollar por primera vez la fibra, se produce ningún efecto sobre la luz debido a que la curvatura que se le provoca es suficiente para que tengamos pérdidas en la conducción de la luz. Todo lo contrario ocurre cuando aumentamos la curvatura en la fibra, así, por ejemplo, con muchas espiras, las pérdidas son ya importantes, restando potencia luminosa en el fotodetector, que hace que el indicador deje de marcar en verde. Para compensar esto es necesario aumentar la ganancia del receptor.

Desenrollamos la fibra y ajustamos la ganancia hasta el punto en que el cambio de verde a rojo está muy próximo. Tomamos entonces una porción de la fibra entre las manos y lentamente la curvamos observando el indicador luminoso y escuchando el altavoz. No curvaremos demasiado porque la fibra se puede dañar. Lo que se produce en el interior de la fibra es que al curvar una porción de ésta se varían los ángulos de incidencia de los rayos, con lo que si sobrepasamos el ángulo crítico estos rayos escaparán de la fibra, o lo que es lo mismo, aumenta la atenuación, disminuyendo la cantidad de luz que llega al fotodetector, por lo que éste marcará luz roja en lugar de verde.

Práctica 7: Creación de un Repetidor de Fibra Óptica

Material:

Para la realización de esta práctica se necesita:

- Tres Módulos transmisor-receptor
- Adaptador de corriente de 220V AC a 20V DC
- Dos Fibras ópticas de 3 m de longitud con cubierta.
- Cuatro Cables de conexión.

En esta práctica se va a ver lo sencillo que es el funcionamiento de un repetidor óptico, cuál es su fundamento y cómo se puede crear una comunicación a larga distancia.

Procedimiento:

Se necesitará una superficie algo plana para poder colocar los tres módulos con los cables de fibra extendidos.

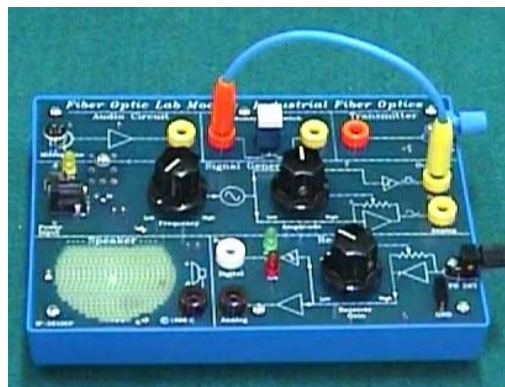
Cada uno de los módulos transmisor-receptor tendrá una misión:

- ❖ Primer Módulo: Emisor
- ❖ Segundo Módulo: Repetidor óptico
- ❖ Tercer Módulo: Receptor

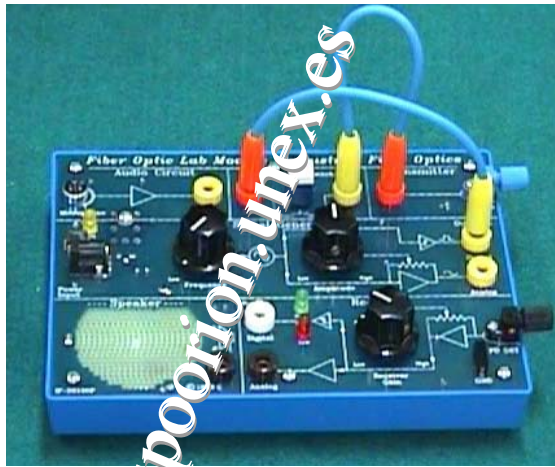
Veamos las conexiones para cada uno de ellos:

Módulo 1:

Se une la conexión digital del generador de señales y la entrada del interruptor con un cable de conexión amarillo-naranja.



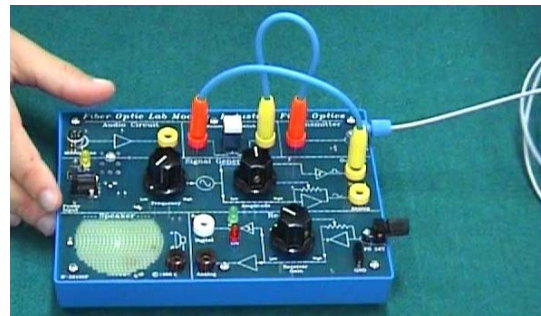
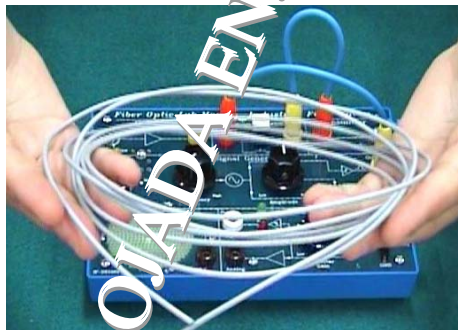
Se conecta la salida del interruptor con el circuito transmisor mediante las bananas amarilla-naranja.



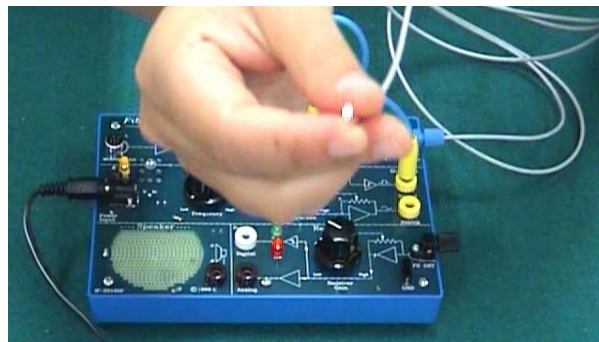
Seguidamente se enciende el módulo utilizando para ello el adaptador de corriente.

Se sitúa la frecuencia del generador de señales en su posición mínima (su ganancia no tiene efecto en esta experiencia).

Se inserta uno de los cables de fibra óptica en el LED del módulo (fotoemisor)



Verificamos que está encendido:





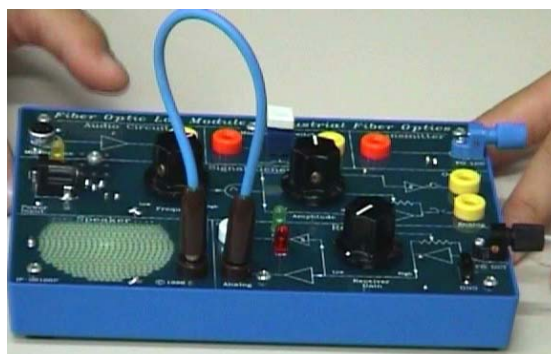
Módulo 2

Llevaremos el extremo de la fibra a una localización, donde se halla el módulo dos.

El extremo libre de la fibra del módulo 1 se conecta al fotodetector del módulo 2



Se conecta la conexión digital del circuito receptor con el circuito transmisor mediante el cable marrón marrón.



Se sitúa a continuación la ganancia del receptor a su posición mínima y se enciende este módulo. Se observa que el indicador luminoso rojo de la parte digital del receptor del módulo 2 se ilumina.



Si se actúa sobre el interruptor del módulo 1 éste comienza a transmitir y se ilumina su indicador (amarillo).



En principio al apretar el interruptor en el módulo 1, en el módulo 2 no sucede nada ya que no se produce amplificación al tener el receptor su ganancia en el mínimo.

Ajustamos la ganancia del receptor del módulo 2 hasta que los indicadores rojo y verde estén intermitentes, ahora ya si se produce amplificación de la señal y por tanto comienza a iluminarse el indicador verde a la vez que lo hace el indicador amarillo del interruptor en el módulo 1. Cuando dejamos de actuar sobre el interruptor, deja de parpadear el piloto verde.

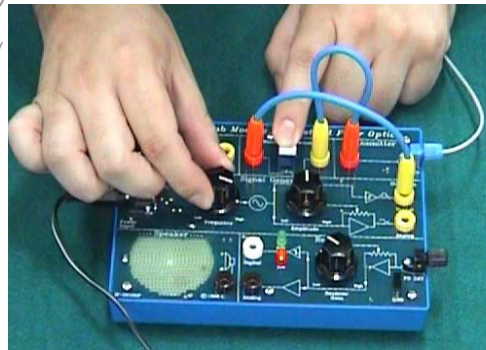
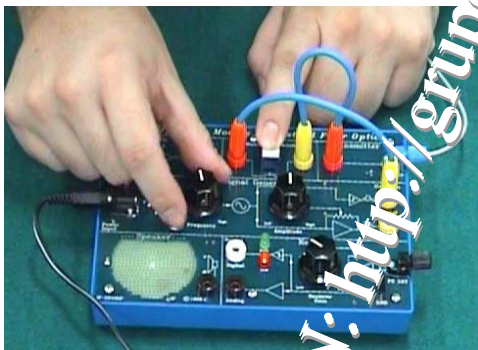


A continuación aflojamos la fibra óptica del emisor del módulo 1 (unos 3 mm), de modo que se observa que el diodo rojo no parpadea, sin embargo, si aumentamos la ganancia en el módulo dos, los diodos verde y rojo volverán a estar intermitentes.





Si desde el módulo 1 aumentamos progresivamente la frecuencia, se observa que los indicadores luminosos del módulo de se vuelven muy intermitentes, (analiza el sonido que se produce).



PÁGINA ALOJADA EN: <http://gruposomni.unex.es>

Procedimiento B

En el módulo dos, conectamos la salida del altavoz con el transmisor. Tomamos otra fibra óptica de tres metros de longitud en el extremo del fotoemisor de la localización dos de modo que si nos fijamos en su extremo libre, no se observa luz, sin embargo, si accionamos el pulsador de la localización 1, se enciende el extremo de la fibra óptica



De modo análogo al anterior, si aumentamos la frecuencia en el modulo 1, aumenta la intermitencia de los diodos y el sonido en el modulo 2.

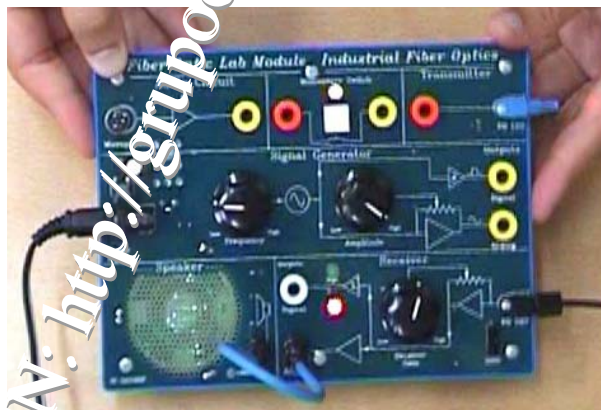
Al conectar la fibra óptica al LED del módulo 2 y aumentar la frecuencia del generador de señales del módulo 1, observa los indicadores luminosos rojo y verde del módulo 2 así como la terminación de la fibra conectada a él: El indicador verde del módulo 2 se enciende, lo que quiere decir que también está transmitiendo, es decir, que actúa como repetidor. Si observamos el terminal de la fibra conectada al LED del módulo 2 vemos como se ilumina. Además cuando variamos la frecuencia del generador de señales varía la velocidad a la que parpadean tanto los indicadores luminosos como el extremo de la fibra.

Módulo 3



Se une con un cable de conexión la conexión digital del circuito receptor y el circuito transmisor. El terminal libre de la fibra conectada al LED del módulo 2 lo conectamos al

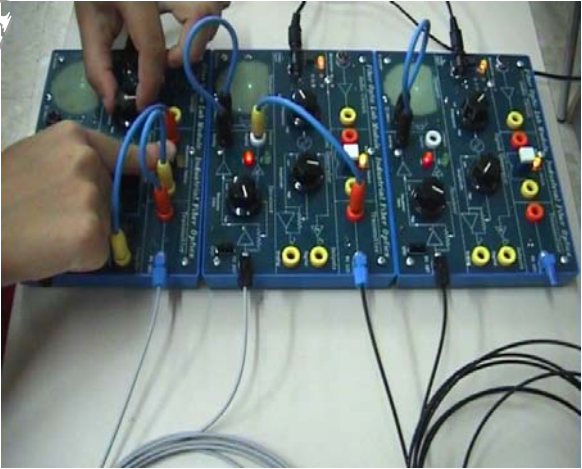
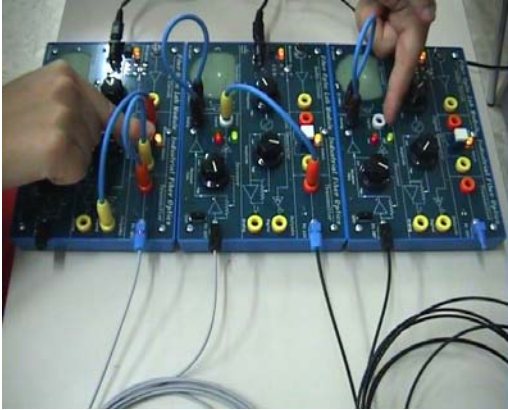
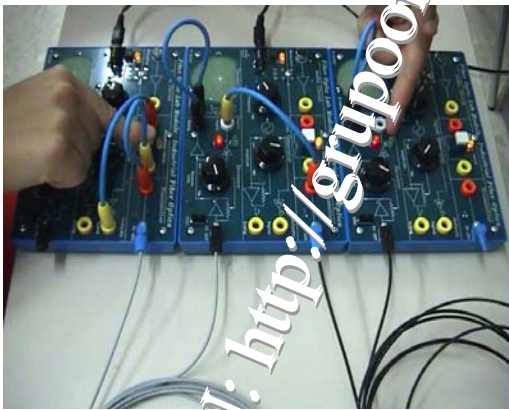
fotodetector del módulo 3. Su ganancia se ajusta a 2/3 de la escala y se enciende el módulo.



Éste actuará como receptor y al igual que antes deberemos ajustar su ganancia para que la señal recibida sea amplificada y reconocida. Se comprueba que sigue el mismo juego de luces que el módulo anterior al actuar sobre el interruptor del módulo 1.

Esta última aplicación puede a su vez comportarse como un repetidor si conectamos de la misma forma otro elemento. De esta forma podemos añadir tantos repetidores como deseemos.

Situamos los tres módulos en una misma localización para apreciar mejor su funcionamiento:



PÁGINA ALOJADA EN: <http://gruposion.unex.es>

Práctica 8: Terminación de Fibras Ópticas

Material:

Para la realización de esta práctica se necesita:

- Módulo transmisor-receptor
- Adaptador de corriente de 220V AC a 20V DC
- Dos Fibras ópticas de 1 m de longitud.
- Dos Cables de conexión
- Papel de pulir de valor 600 (color oscuro).
- Película de pulir de 3 μm (color rosa).
- Trozo de papel blanco de 5x10 cm aproximadamente.

En las prácticas anteriores no se ha tenido en cuenta cómo se encontraban los extremos de las fibras. En realidad la terminación de las fibras es muy importante para el diseño de sistemas así como para la instalación de los cables; siendo de vital importancia para la transmisión, las técnicas de corte y terminación de las fibras para conseguir una alta calidad en los sistemas que se implementen.

En esta práctica vamos a evaluar los efectos beneficiosos que presenta una buena terminación de las fibras en los sistemas de comunicación.

Procedimiento:

Para esta práctica es necesario que los dos extremos de una de las fibras tengan una buena calidad, para lo cual, una vez observadas ambas fibras, si se considera que ninguna tiene la suficiente calidad se tomará una y se pulirá, hasta que presente una terminación adecuada.

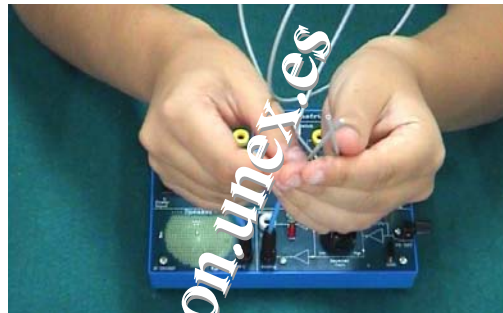
Sobre el módulo se conecta, con uno de los cables de conexión, el circuito del transmisor con la conexión analógica del circuito del generador de señales.

Con el otro cable se unen el circuito del altavoz y la conexión analógica del circuito receptor.



Comunicaciones ópticas. Laboratorio de Optoelectrónica

La frecuencia del generador de señales y la ganancia del receptor se ajustan, respectivamente, a $3/4$ y $1/2$ de la escala y a continuación encendemos el módulo.



Se toma el cable de fibra con la terminación buena y se conectan los extremos al LED y al fotodetector del módulo.

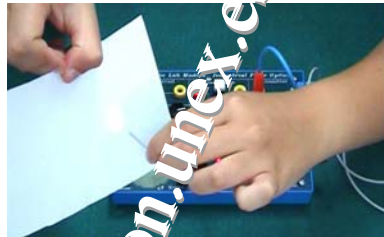


Se reajusta la frecuencia del generador de señales hasta que el sonido sea un tono confortable, haciendo lo mismo con la ganancia del receptor para que no sea demasiado alto y distorsionado.

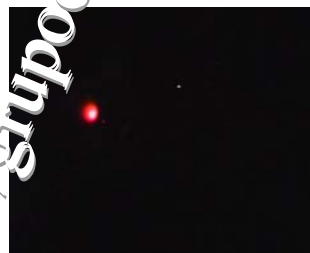


En estas condiciones se toma, mentalmente, nota del sonido emitido por el altavoz para compararlo con los que se produzcan posteriormente. *Una opción es utilizar un polímetro para medir la salida analógica del receptor y anotarlo en una tabla. También se puede emplear un medidor de potencia óptico y realizar una tabla con los diferentes valores de potencia obtenidos.*

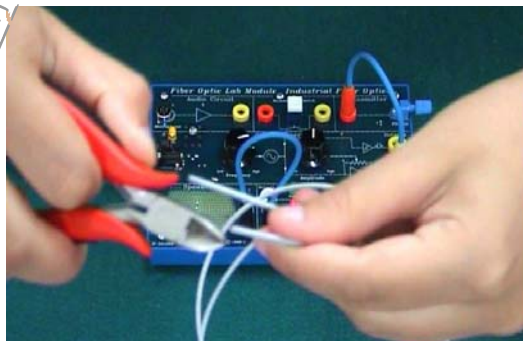
También se puede ver el efecto del corte sobre la luz que sale de la fibra del siguiente modo. Se extrae la fibra del fotodetector y se pone perpendicularmente sobre un papel viendo el dibujo que se forma sobre éste.



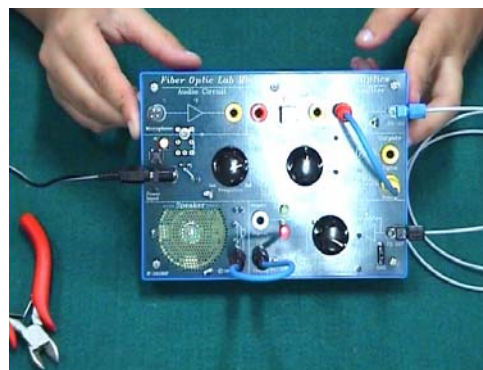
Apagamos la luz del laboratorio para apreciarlo mejor:



A la otra fibra se le cortan los extremos formando un ángulo de unos 30° y reemplaza a la anterior en el módulo, sin ajustar los diales de frecuencia y ganancia.

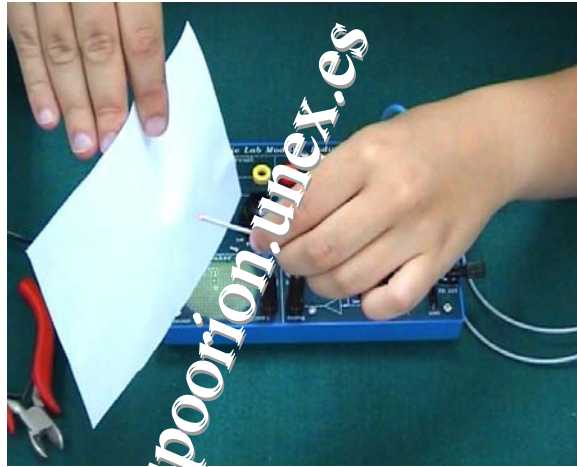


Se presta atención al sonido que obtenemos ahora en el altavoz, comparándolo con el que se tenía con la fibra en buen estado (pulida).



Se observa que el sonido ha disminuido considerablemente.

Tomamos una lámina de papel blanco y vemos la luminosidad que la fibra proyecta sobre él, comparándola con la anterior:

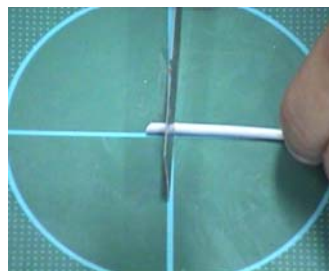


Apagamos la luz del laboratorio y observamos:

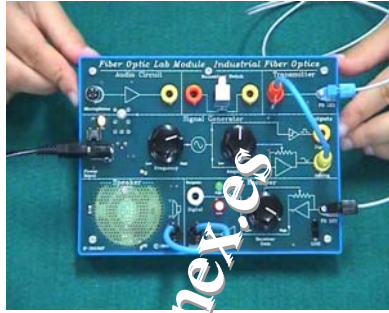


Se puede comprobar a simple vista que la luminosidad ha disminuido considerablemente y la forma ha variado.

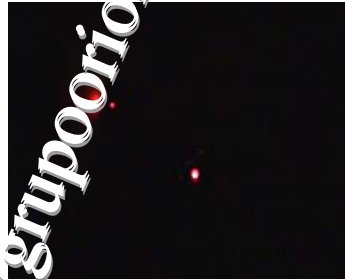
A continuación, cortamos con un cúter los extremos de la fibra en ángulo recto:



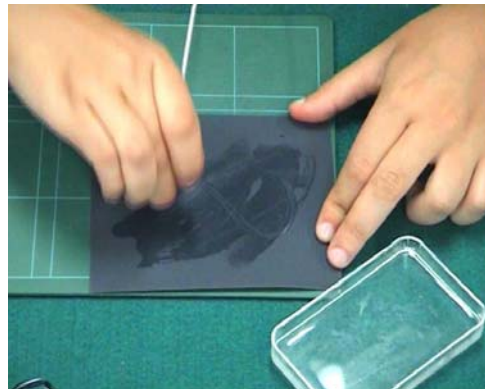
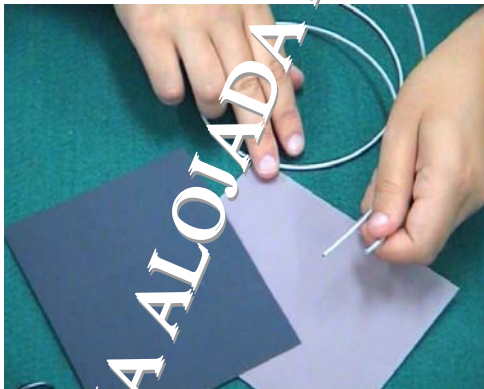
Los conectamos al módulo y comprobamos el sonido que produce:



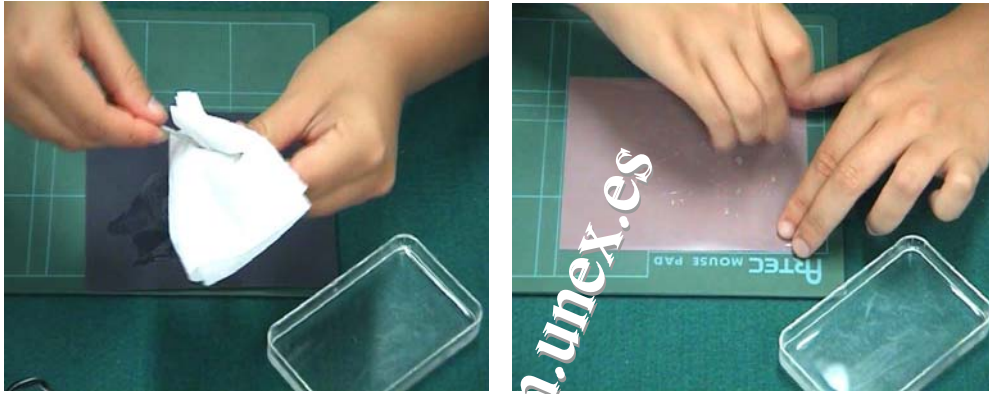
Repetimos el procedimiento con la lámina de papel blanco:



Puliremos la fibra óptica y contrastaremos los resultados; para ello tomamos en primer lugar el papel de lija, el cual humedeceremos y tomando la fibra en ángulo recto, realizaremos sobre el papel movimientos en forma de ocho:



Secamos los extremos de la fibra y cogemos el papel de pulido, con el que realizaremos el mismo procedimiento:



Con la fibra ya pulida, realizamos las conexiones oportunas en el módulo transmisor:



Y observamos con la luz apagada, la luminosidad que se obtiene del extremo de la fibra sobre una lámina de papel blanca:



Resultados:

Si se dispone de un polímetro medimos el voltaje a la salida del receptor y lo llevamos a la tabla. Al dañar o cortar en ángulo los dos extremos de la fibra el sonido que sale del altavoz se reduce bastante debido a que por un lado la fibra no coge toda la luz que le llega del LED y por el otro a la salida de la misma, se produce una mayor divergencia lo que hace que el fotodetector no consiga captar toda la luz de la fibra.

Cuando se sustituye la fibra por la que tiene los extremos con una buena terminación, lo que ocurre es que la fibra en buen estado proyecta un círculo prácticamente perfecto mientras que la fibra cortada tiene una gran dispersión hacia la zona en la que tiene el corte. Tomamos nuevamente la fibra dañada y cortamos la zona angulada de forma que quede un corte lo más perpendicular posible al eje de la fibra; se instala nuevamente en el módulo para comparar el nivel de sonido que tenemos o para tomar el nuevo valor del voltaje en el receptor (que llevaríamos a la tabla); si comparamos, la diferencia del sonido de la fibra recién cortada no es tan pronunciada como en el caso anterior con el de la fibra pulida, incluso es difícil de apreciar; depende incluso, de cómo se haya realizado el corte.

Se puede observar el mismo hecho si nos fijamos en los leds del módulo, ya que cuando se reconecta el módulo de forma que el único cable que se usa es la conexión digital del generador de señales con el circuito transmisor y se ajusta la ganancia del receptor a la posición mínima en la que los indicadores luminosos rojo y verde se iluminan alternativamente, se ve, que es necesario bajar la ganancia si se ha pulido un extremo de la fibra para conseguir que los indicadores rojo y verde parpadeen intermitentemente. Y más hay que bajarla aún cuando se pule también el otro extremo.

PÁGINA ALTERNATIVA

PÁGINA ALQUILADA EN: <http://gruposonion.unex.es>