



**UNIVERSIDAD LASALLISTA  
BENAVENTE**



**ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN**

Con estudios incorporados a la

Universidad Nacional Autónoma de México

CLAVE: 8793-16

**“INTRODUCCIÓN A LAS INTERFASES DE  
TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN PARA EL APOYO DE  
LA MATERIA DE COMUNICACIONES”**

**Tesis**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

P R E S E N T A :

**ARTURO SANTIAGO SCOTTO GUZMÁN**

Asesor: ARTURO ALCARAZ AVENDAÑO

Celaya, Gto.

julio de ~~2003~~  
2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## Agradecimientos

Personales :

A Dios por haberme dado la oportunidad de llegar hasta este día en el que se realiza una de mis metas mas preciadas

A mis padres mil gracias, por que gracias a ellos soy, por la excelente formación que me han dado y por todos los momentos buenos y malos

A mis hermanos que nos hemos formado juntos con los que he compartido todos estos momentos

A toda mi familia que es parte fundamental de mi y que siempre han estado ahí

A mis amigos que han hecho muy agradable este camino

Miguel Ángel Ramírez, Heriberto Arreguin, Héctor Flores Y Adolph Rodríguez

Académicos :

A UNAM

A ULSAB

A todos mis maestros por sus consejos sabios en especial a

Noe de Jesús Vela, Anselmo Ramírez, Carlos Hernández, Miguel Ángel Jamaica,  
Annik Simón

especiales :

Araceli Lupercio Ramos

Arturo Alcaraz Avendaño

## Introducción

Ha pasado mucho tiempo desde que se inventó la computadora y ésta ha evolucionado a pasos agigantados aumentando sus características de memoria, velocidad, tamaño, etc. desde entonces ha existido la misma forma de comunicar la información entre ésta y sus periféricos, por medio de cables; sin embargo, se ha avanzado de igual manera en las comunicaciones y es una muy buena opción hacer un cambio y estandarizar la utilización de comunicación inalámbrica en la computadora .

Este estudio tiene como cometido elaborar un manual dedicado hacia el lector para que sepa cómo establecer comunicación de sus puertos paralelo y serial hacia cualquier periférico que se pueda conectar a su computadora, evitando así algunas incomodidades que puede provocar el cable.

Uno de los objetivos primordiales de la tesis es enseñar y establecer las bases de la transmisión y recepción de manera muy entendible, de modo tal que sea digerible para el lector.

En el primer capítulo se hablará de cómo es que se transmiten los datos en serie y paralelo y cuáles son sus diferencias, además de cómo trabajan los puertos de la computadora como están configurados, y las versiones que en la actualidad se están utilizando con el fin de entender las formas de transmisión y que el lector comprenda cuáles y qué significan cada uno de los pines de los puertos paralelo y serial, ya que se pretende utilizarlos en la aplicación final.

En el segundo capítulo se explicarán las bases de las diferentes modulaciones que existen AM, FM y PM, además de plasmar la teoría de el funcionamiento de la transmisión para que el lector sepa qué es lo que ofrece cada una de estas opciones, contemplando las desventajas de cada uno de los métodos de transmisión. Cabe mencionar que uno de los factores que más afecta en las transmisiones es el ruido por lo que en este capítulo se explicará qué tipos de éste existen y qué los provoca.

En el capítulo tres se hablará acerca de la recepción; cómo es que se recibe la señal y las diferentes fases que comprende este proceso, dando una explicación y viendo cómo es que la señal es recibida y cómo ésta se va transformando en la información que necesitamos decodificar.

Por su parte, en el capítulo cuarto se hablará de las interfaces; se dará una definición de las mismas, y se explicará como es que se pueden estructurar a base de bloques; además se explicará la manera de funcionar de los elementos básicos electrónicos o semiconductores, ya que es básico para el diseño de las interfases, y concluiremos con un prototipo lo más sencillo posible con el fin de que éste sea didáctico para el lector.

Con esto se espera que este estudio sea lo más sencillo posible y que las explicaciones no sean pesadas, ya que el entender las bases del funcionamiento es lo principal para poder seguir desarrollando nuevas ideas.

# INDICE

## INTRODUCCIÓN

### Capitulo 1 puerto serie y paralelo

1.1 Formas de transmisión de datos	2
1.2 Descripción de puerto seria y paralelo	6
1.2.1 Puerto serie y sus versiones	7
1.2.2 Puerto paralelo y sus versiones	12

### Capitulo 2 transmisión de señales

2.1 Transmisión de señales	17
2.1.1 La transmisión en Amplitud Modulada	18
2.1.2 Transmisión de Frecuencia Modulada	21
2.1.3 Factores que afectan la transmisión	30
2.2 Transmisión Digital	33
2.2.1 Formas de transmisión digital	36

### Capitulo 3 Recepción

3.1 Introducción a las antenas	49
3.1.1 Antenas básicas	50
3.2 Recepción de AM	55
3.2.1 Sintonización	57
3.2.2 Amplificación de radiofrecuencia	60
3.2.3 Detección	63
3.2.4 Amplificación	67
3.3 Recepción de FM	77



Capitulo 4 interfases	
4.1 Que es una interfase	82
4.2 Elementos básicos y como funcionan	87
4.3 Implementación de una interfase	111
4.3.1 Interfase de comunicación entre computadora y periférico	122
Conclusión	
Bibliografía	

## CAPITULO 1

### **FUERTO SERIE Y PARALELO**

En este capítulo se hablará un poco de la historia, se explicará la forma en que se transmite la información en paralelo y en serie, así como sus características y las diferentes versiones que hay de estos puertos.

## 1.1 Formas de transmisión de datos

La computadora se comunica con los periféricos, ya sea la impresora, scanner, cámaras fotográficas, etc., por los puertos paralelo y serie.

En este capítulo se explicará cómo es la transmisión de la información a través de los puertos y cuáles son las diferencias entre éstos.

### Transmisión de datos en serie

La transmisión de datos que vamos a estar trabajando en esta tesis es la digital, que no es más que estar sólo transmitiendo dos estados y éstos representan 1 y 0, respectivamente, ya sea una diferencia de voltajes como, por ejemplo, +5v y 0v (que es la más utilizada cuando se trabaja con ttl's) o diferencia de tonos (utilizada en algunos módems).

Para transmitir datos en serie hay que imaginarse como si estuviéramos conduciendo en una carretera de un solo carril y que hay camino de ida y de regreso. Es así como la información viaja a través del bus de datos, los bits se preceden unos de otros, la información se manda BIT por BIT de manera tal que si quiero formar una palabra o byte de 8 bits, tengo que mandar 8 veces unos y ceros para formar mi palabra.

La ventaja de utilizar la transmisión en serie es que es una transmisión barata y sencilla, ya que sólo se necesita un cable para mandar la información; prueba de esto es cualquier computadora, porque varios de sus dispositivos utilizan esta forma de transmisión,

A continuación se muestra una figura que ilustra cómo se mandarían los unos y ceros para formar una palabra.

como por ejemplo el ratón, la información de la pantalla, el MODEM, etc.

Actualmente, las computadoras tienen disponibles para comunicación externa uno o varios puertos serie; comúnmente está el puerto serie estándar y el puerto serie usb, siendo éste el más nuevo. Cabe mencionar que este último es más eficiente, sencillo y veloz; debido a

esto, casi todos los periféricos que están a la venta están contruidos con esta configuración para la comunicación hacia la computadora.

forma de transmisión en serie

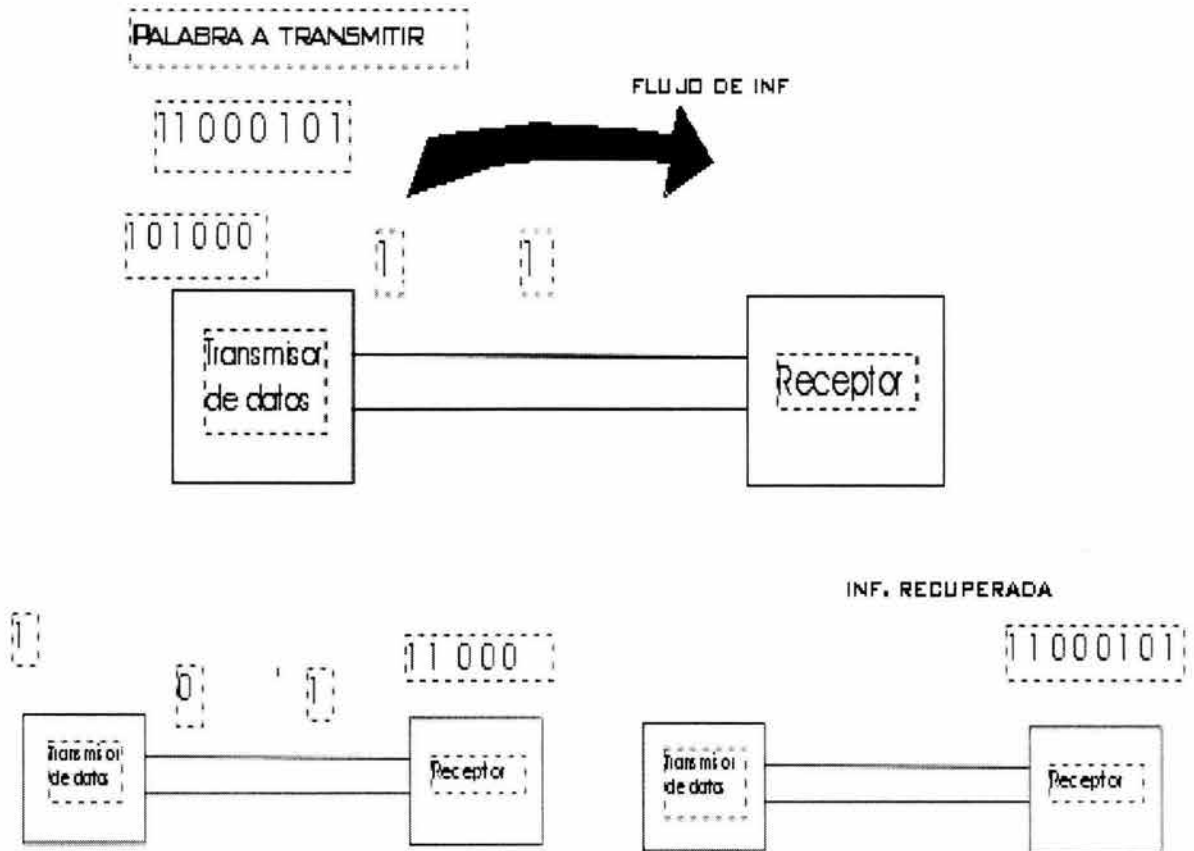


Figura 1<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Figura elaborada por el autor

Este tipo de comunicación es recomendado para aquellos dispositivos que necesiten un flujo de información como, por ejemplo, un MODEM. Ya que las características de esta comunicación son aptas para este tipo de periféricos, también es recomendado que se utilice si se hará una transmisión remota, porque al transmitir información en serie se reduce el ancho de banda; este último aspecto es muy importante ya que el ancho de banda está reglamentado por la Secretaría De Comunicaciones y Transportes (SCT).

Las desventajas que pudiera ofrecer este tipo de comunicación es la operación de múltiples periféricos al mismo tiempo, debido a que sólo se puede operar uno a la vez. Sin embargo, este problema está resuelto por las grandes velocidades que puede ofrecer la computadora y aunque opere un periférico a la vez puede parecer que los está operando todos al mismo tiempo.

En conclusión, la transmisión en serie es la forma de transmisión más utilizada y por lo tanto la más recomendable; tiene muchas ventajas para la transmisión de datos vía inalámbrica a largas distancias, además es una forma económica y eficiente.

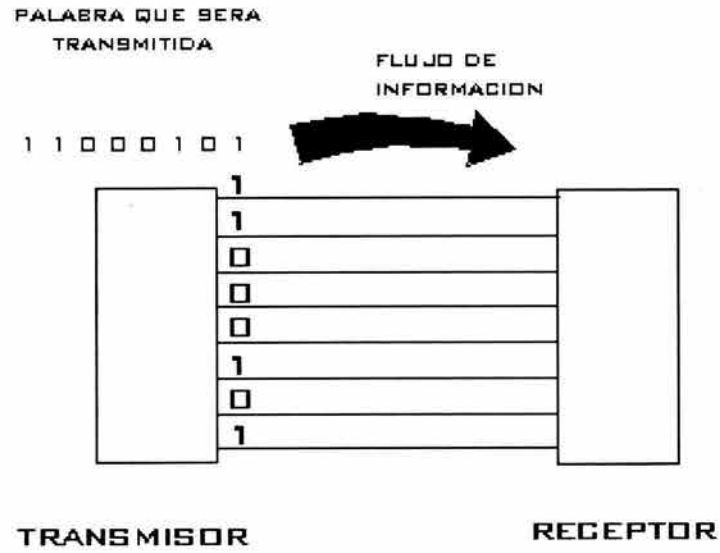
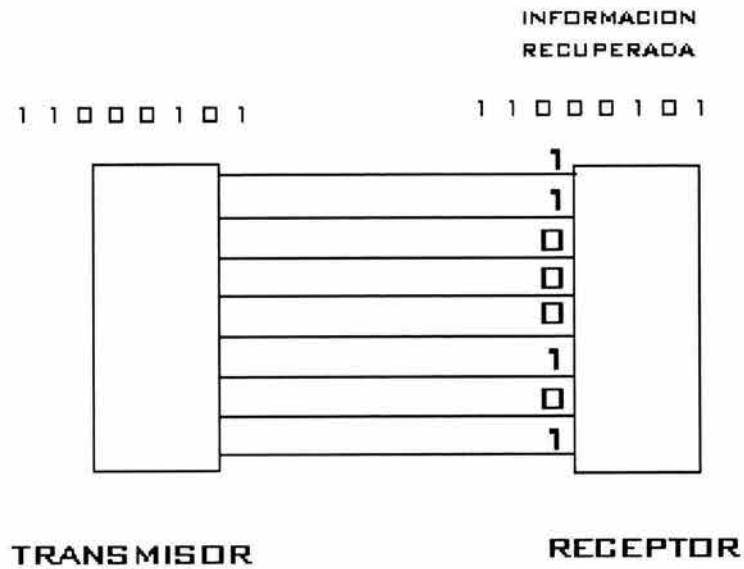
## **Transmisión de datos en paralelo**

Utilizando el mismo ejemplo de la carretera para ilustrar cómo se transmiten los datos en paralelo, se puede decir que a diferencia de la transmisión serie en el paralelo es como si estuviéramos en una carretera con muchos carriles de ida y de regreso, de esta forma estaríamos en una supercarretera muy ancha con capacidad para muchos carros.

Estos carros representarían los bits que estamos transmitiendo, de manera tal que si quisiera transmitir una palabra de ocho bits (un BYTE) podría hacerlo simultáneamente (todos los Bits al mismo tiempo). La figura 2 y 3 ilustrará cómo se mandan los datos en forma paralela.

Figura 2<sup>2</sup>

Transmisión de datos en paralelo

Figura 3<sup>3</sup><sup>2</sup> Figura elaborada por el autor<sup>3</sup> Figura elaborada por el autor

Como se puede apreciar en la figura, la forma de mandar la palabra es simultánea, ya que no es necesario esperar a mandar uno por uno.

Las ventajas de mandar los datos en paralelo residen en que simultáneamente podemos estar mandando varios canales de información (no es frecuente), pero la más usada es para mandar palabras que controlen un periférico. Esto es fácil de reconocer porque en casi todas las computadoras existe un puerto paralelo, el cual es de ocho bits de información, este puerto es más rápido que el puerto serie estándar pero es más lento que el USB; en la actualidad este puerto está siendo substituido por el USB, pero aún son usados muchos periféricos que tienen esta configuración.

Para una transmisión de una distancia considerable no es muy recomendado el uso de este tipo de comunicación, debido a que ocupa un ancho de banda mucho mayor que el de la transmisión en serie; sin embargo, en la transmisión de información a poca distancia puede ser buena opción mandarlo en paralelo considerando que no es muy rápido para el flujo de información, pero para la información en conjunto sí porque se mandan palabras enteras pero la frecuencia con la que se envían no es muy alta.

Otra de las ventajas que puede ofrecer la transmisión en paralelo es que sí pueden hacerse varias tareas al mismo tiempo, lo que quiere decir que se pueden controlar varios periféricos a la vez, ésta es la mayor ventaja del paralelo la "multitarea".

La desventaja más considerable es el ancho de banda porque es requerido mucho más a comparación del puerto serie, esto aunado a un costo mayor de transmisión y una complejidad mayor en los circuitos de transmisión

## **1.2 Descripción de puertos serie y paralelo**

En este tema se explicará el funcionamiento de los puertos serie y paralelo especificando la manera en que funciona, cómo es su configuración actual en las computadoras y además de cómo ha sido la evolución de estos puertos.

### **1.2.1 puerto serie y sus versiones**

Los puertos serie, también conocidos como puertos de comunicaciones (COM), están considerados como una unidad externa fundamental. De hecho, este puerto ha acompañado a la computadora por más de veinte años.

En general, todas las PC's tienen dos puertos serie que es mejor conocido por RS-232, y están denominados por com1 y com2.

Existen multitud de dispositivos diseñados para trabajar a través del puerto serie, incluyendo módems, equipos de medida, receptores GPS, plataformas de sincronización para PDA, etc.

Usualmente, una característica básica del puerto serie hace referencia a la velocidad de transferencia de datos que es capaz de ofrecer; muy reducida. La mayoría de puertos serie son capaces de ofrecer relaciones de transferencia de hasta 115 kbps. En consecuencia, el puerto serie resulta una elección acertada para la comunicación a velocidades no muy exigentes. Por ejemplo, el funcionamiento de un ratón exige enviar información al PC a una velocidad nada llamativa en comparación con muchos otros periféricos. Por tanto, emplear un puerto serie es una solución más que suficiente, y de hecho es la solución típica.

Básicamente, el puerto serie define un conector y un protocolo para el intercambio de información. Tal y como su nombre lo indica, la información se transmite y recibe en serie. En otras palabras, toda la información a intercambiar circula por un único cable, moviendo un bit en cada ciclo de transferencia. Por tanto, para enviar una palabra digital de 8 bits, se enviará un bit tras otro, cubriendo un total de 8 ciclos de transferencia. La ventaja fundamental radica en que sólo es necesario un cable para el intercambio de información, lo que reduce costes. La desventaja principal ya ha sido mencionada: la velocidad de transferencia es reducida.

Es importante destacar que los puertos serie son bidireccionales, es decir, permiten enviar y recibir información simultáneamente. Por ello, realmente existen dos cables dedicados al intercambio de información: uno de ellos se emplea para enviar datos y otro para recibirlos.



El funcionamiento del puerto serie se implementa, al completo, mediante un chip llamado UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter). Este chip toma palabras digitales procedentes del bus del sistema, las convierte a formato serie, y las envía al dispositivo de destino aplicando el protocolo pertinente. A su vez, la UART recibe los datos serie del dispositivo externo, y los entrega al sistema en forma de palabras digitales. Por tanto, la computadora no se debe preocupar de los detalles del protocolo de envío/recepción, quedando libre de dicha carga. La computadora tan sólo entrega la información a enviar a la UART y ésta se encarga de hacer efectivo el envío serie. Para leer datos, se acude a la UART en el momento deseado -que no tiene por qué ser el momento en que los datos están siendo enviados por el periférico externo-. Este modo de trabajo exige la existencia de dos elementos de memoria (buffers): uno se emplea para escribir la información que la UART debe enviar, mientras que al otro se acude para obtener los datos recibidos. Esto permite, por tanto, escribir los datos a enviar mientras se recibe información, y viceversa. La capacidad de dichos elementos de memoria suele oscilar entre 16 y 64 kB.

Los conectores correspondientes al puerto serie se presentan en versiones de 9 y 25 terminales, cuyas denominaciones estándares son DB-9 y DB-25, respectivamente.

Los conectores DB9 y DB25, a pesar de presentar diferente número de terminales, transportan los mismos tipos de señales. El uso principal para el que fue diseñado el puerto serie consistía en la conexión de un módem.

En primer lugar, se encuentra el cable dedicado al envío de datos en serie hacia el módem (Transmit Data, TxD), así como el correspondiente a la recepción de datos procedentes del módem (Receive Data, RxD).

proceso de transmisión de datos en serie efectuado por la PC

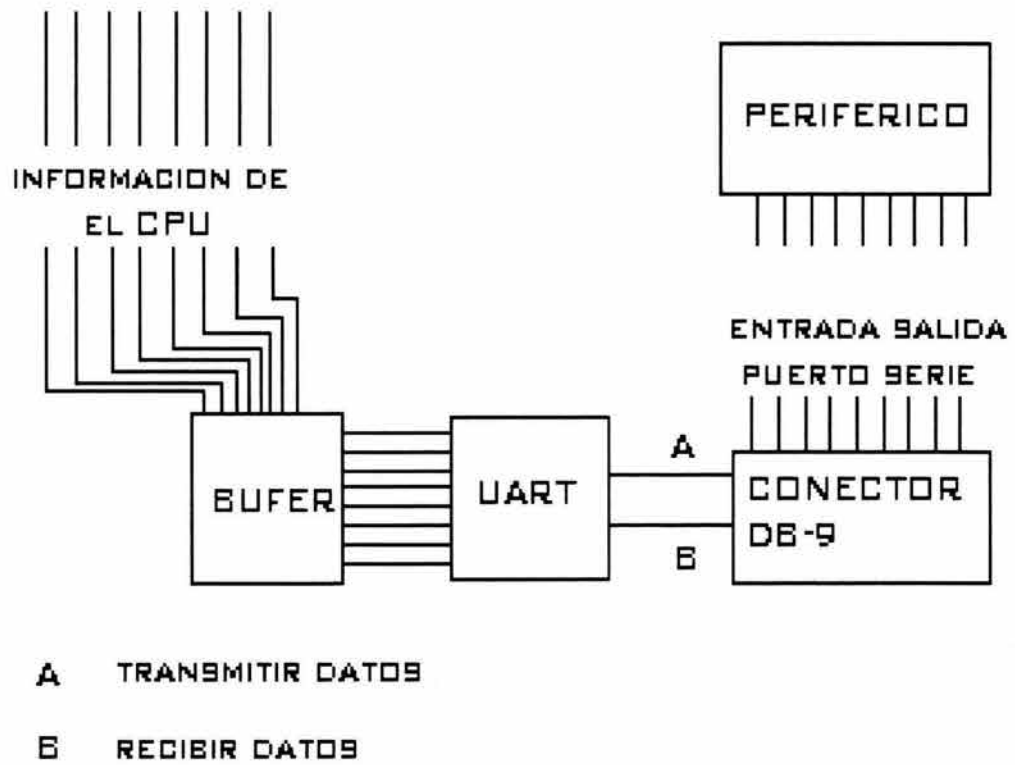


Figura 4<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Figura elaborada por el autor

Figura 5



Fuente [www.howstuffworks.com](http://www.howstuffworks.com)

Para inicializar las comunicaciones, el módem emplea la señal Data Set Ready (DSR) para comunicar que éste se encuentra preparado para iniciar el proceso de intercambio de datos. De forma análoga, la UART utiliza la señal Data Terminal Ready (DTR) para indicar que el PC se encuentra listo.

Una vez iniciada la comunicación serie, la UART envía la señal Request to Send (RTS) al módem para consultar si éste está preparado para recibir información. El módem utiliza la señal Clear to Send (CTS) para contestar, indicando que la UART puede enviar datos. Generalmente, los modems actuales trabajan a 56 kbps, mientras que la conexión entre PC y módem suele ser mucho más rápida (típicamente 115 kbps). Aun teniendo en cuenta que el módem dispone de una memoria para almacenar los datos procedentes del PC, dicha memoria se llena muy rápidamente, mientras que el módem procesa los datos (es decir, vacía la memoria) con mayor lentitud. Es ahí donde se centra la utilidad principal de las señales RTS y CTS: el módem puede detener la recepción de datos, y reanudarla cuando es preciso, de forma que la memoria del módem no se desborde.

La señal Ring Indicator (RI) se emplea para detectar la recepción de una llamada. Por otro lado, la señal Carrier Detect (CD) indica si el módem se halla conectado a una línea telefónica. Todas las señales arriba expuestas presentan una naturaleza digital, y por tanto

sólo pueden presentar dos estados lógicos ("1" o "0"). Todas las señales se hallan referidas a una misma referencia de tensión (masa), accesible mediante el terminal Signal Ground (GND).

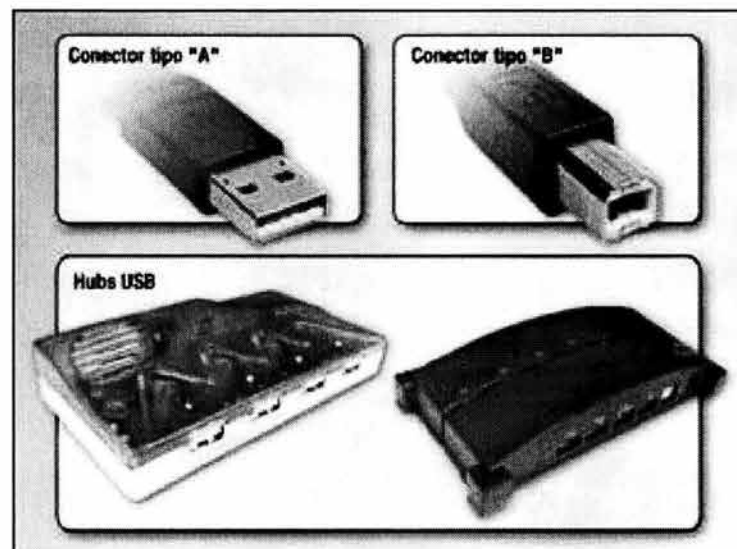
## Puerto USB

A mediados de los años 90, un consorcio formado por multitud de empresas -incluyendo Compaq, IBM, Microsoft, NEC, etc.- desarrolló una nueva interfaz estándar para la conexión de dispositivos externos la computadora.

Dicha interfaz, bautizada como USB (Universal Serial Bus, Bus Serie Universal), tenía como objetivo conectar periféricos relativamente lentos (ratones, impresoras, cámaras digitales, unidades ZIP, etc.) de una forma realmente sencilla, rápida y basada en comunicaciones serie. El éxito de la interfaz USB ha sido tal que, actualmente, resulta difícil imaginar un PC que no disponga de al menos un puerto USB. Como prueba adicional de dicho éxito, cabe destacar que actualmente la gran mayoría de periféricos existentes en el mundo del PC están disponibles también en versión USB

Figura 6

Tipo de conectores y hubs USB



fuelle: [www.howstuffworks.com](http://www.howstuffworks.com)

Una importante característica de los puertos USB es la sencillez con la que se instala un dispositivo. Tan sólo hay que conectar un extremo del cable USB al periférico, y el extremo

opuesto se inserta directamente sobre un conector USB, situado en la parte exterior del PC. No es necesario instalar ninguna tarjeta adaptadora, lo que ahorra multitud de esfuerzo y problemas.

El bus USB admite la conexión de hasta 127 dispositivos, algo impensable usando puertos serie o paralelo. Cada dispositivo puede trabajar con un ancho de banda de hasta 6 Mbps, velocidad más que suficiente para la mayoría de periféricos. El ancho de banda total soportado por el bus es de 12 Mbps, a repartir entre todos los dispositivos conectados. Otra importante característica es que los dispositivos se pueden conectar y desconectar sin necesidad de apagar la computadora (hot-swapping).

El bus USB permite el flujo de información en ambos sentidos. Cada cable USB contiene, a su vez, 4 cables en su interior. Dos de ellos están dedicados a la alimentación (5 voltios) y la referencia de tensión (Tierra). La corriente máxima que el bus puede proporcionar es de 500 mA a 5 voltios de tensión. Los dos cables restantes forman un par trenzado, que transporta la información intercambiada entre dispositivos.

### **1.2.2 Puerto paralelo y sus versiones**

El paralelo ha sido por muchos años uno de los puertos más utilizados para la conexión de periféricos. Durante el diseño de los primeros PC, IBM introdujo dicho puerto, con el objetivo de conectar una impresora.

Además de las impresoras, el puerto paralelo ha sido un medio eficaz para la conexión de muchos otros periféricos, como escáneres, algunas grabadoras de CD, discos duros externos, discos ZIP, etc. El funcionamiento del puerto paralelo se basa en el envío de un byte completo en cada transferencia, siendo necesarios, por tanto, 8 cables dedicados al intercambio de información. El puerto serie necesita 8 operaciones de transferencia para enviar un byte, lo cual sugiere que el puerto paralelo puede trabajar a una velocidad notablemente superior. Como dato práctico, el puerto paralelo estándar alcanza velocidades entre 50 y 100 kB por segundo.

El conector que normalmente es utilizado es un conector llamado DB-25 pero existen algunas variantes como lo es el conector concentrics de 36 terminales que en realidad

sólo difieren físicamente porque mandan exactamente la misma señal y con el mismo número de terminales.

El puerto paralelo original era unidireccional, y por tanto las señales viajaban desde el PC hacia la impresora, nunca en el sentido opuesto. Tras el lanzamiento del PS/2, IBM ofreció una nueva versión del puerto paralelo (denominado Standard Parallel Port o SPP). Este nuevo diseño era bidireccional, y consiguió reemplazar al puerto paralelo original.

Figura 7

Tipo de conectores DB-25



fuelle [www.howstuffworks.com](http://www.howstuffworks.com)

En principio, los terminales 2-9 se usan para el envío de datos, lo que implica que en cada transferencia los datos viajan del PC al dispositivo externo o viceversa, pero no es posible la transferencia simultánea en ambos sentidos. En otras palabras, la comunicación es half duplex. Por fortuna, los terminales 18 al 25, originalmente empleados como masas, pueden usarse también como terminales de datos, permitiendo la comunicación bidireccional simultánea (full-duplex).

Con el paso del tiempo, nuevas variantes del puerto paralelo han ido apareciendo, como el puerto EPP (Enhanced Parallel Port), que permite enviar entre 500 kb y 2 Mb de datos cada segundo.

A continuación se muestra una tabla de cómo están distribuidas las terminales del conector DB-25 para el puerto paralelo

tabla 1

	Terminal	señal
1	Strobe	
2	Data 0	
3	Data 1	
4	Data 2	
5	Data 3	
6	Data 4	
7	Data 5	
8	Data 6	
9	Data 7	
10	Acknowledge	
11	Busy	
12	Paper end	
13	Select	
14	Auto feed	
15	Error	
16	Init	
17	Select in	

18 – 25 Gnd

Strobe: Esta terminal envía un BIT cada vez que la palabra que va a ser mandada esta lista y puede ser leída por el dispositivo.

Data 0 – 9: estas ocho terminales son las que envían el byte de salida, son las terminales que envían o reciben los datos.

Acknowledge: esta terminal manda un BIT para indicarle a la computadora que ha recibido la palabra.

Busy: esta terminal se mantiene en un estado (1 ó 0) para indicarle a la computadora si aún no está listo (el periférico) para recibir la palabra siguiente.

Paper end: Sirve para que la impresora notifique a la computadora que el papel se ha terminado.

Select: la impresora indica que se encuentra en línea.

Auto feed: Esta también sirve para la impresora indica cuando (la impresora) tiene que dar un retorno de carro. Eso significa que tiene que pasar a la siguiente línea.

Error: La impresora emplea esta señal para notificar cualquier tipo de error detectado.

INIT: Esta terminal sirve para hacer que la impresora se inicialice.

Select in: Esta terminal es un BIT de control que en las impresoras hace que sea posible desconectar la impresora.

Gnd: Tierra.



## CAPITULO 2

# **TRANSMISIÓN DE SEÑALES**

En este capítulo el lector conocerá los principios de transmisión de radio, las formas de transmisión de datos, además de saber cómo la información es enviada a través de ondas de radio, y cómo se hace la modulación de la información.

Para establecer comunicación siempre es necesario que alguien hable (emisor) y que otro escuche (receptor). En este capítulo nos enfocaremos al transmisor.

## 2.1 principios de transmisión

Para hacer una transmisión de información por lo regular se utiliza un cable, por ejemplo, para comunicar la computadora con la impresora generalmente se utiliza un conector

DB-25 macho (que es el estándar para el puerto paralelo) y un cableado, este cable transportará la información de la computadora al periférico y la transmisión sólo es codificada en unos y ceros (+5v y 0v respectivamente).

¿Pero qué pasa si no quiero utilizar este cable? Una de las respuestas es "por ondas de radio". Esta transmisión consiste en utilizar las ondas de radio para comunicar los dos puntos.

La transmisión de información a través de ondas de radio puede hacerse de varias formas: AM (Amplitud modulada), FM (Frecuencia modulada) y PM (que es la modulación por fase). Estos tres tipos de modulación varían en algunas de sus características pero el principio se basa en transmitir información por ondas de radio por medio de una ligera variación en Amplitud Frecuencia y fase respectivamente.

Modulación consiste en variar un parámetro con respecto a un patron en este caso una señal varia con respecto a otra. Generalmente en las modulación de FM PM y AM se utilizan dos señales de las cuales una se llama portadora y la otra se llama moduladora, la portadora siempre tiene que variar con respecto a los cambios de la moduladora; la portadora es una señal de radiofrecuencia constante que es producida por un oscilador y una de sus características es que debe ser por lo menos 2 veces mayor en frecuencia que la moduladora, la moduladora es una señal que contiene la información que se enviara en la transmisión por ejemplo cuando se transmite voz de manera analógica es una señal de audiofrecuencia (AF) que es captada por un micrófono y este convierte las ondas de choque en variaciones de voltaje y esto produce una señal que no es repetitiva en el tiempo. No se transmite como tal porque no tendría el alcance que tiene al ser radiada. Una de sus características es que debe ser mas lenta que la señal portadora, sin embargo existen excepciones como cuando se hace una modulación en fase.

Con motivos de que esto de la modulación quede mas claro al final de el capitulo se hará una practica de modulación en fase con un modulador de fase.

### **2.1.1 la transmisión en Amplitud modulada**

Modulación se le llama a la forma de codificar la información para que ésta viaje en una forma apta para transmitirse en este caso ondas de radio.

En los tres tipos de modulación se utiliza una onda que se llama portadora; esta señal es una oscilación lo suficientemente alta para radiarse (RF o radiofrecuencia). Ahora imagínese que ya tenemos una onda portadora, en sí esta señal por sí sola no contiene información, simplemente es como si fuera el cable que une a la computadora con la impresora. Entonces tendremos que meter o mandar la información en esta señal.

Ahora nos daremos cuenta que aparte de la portadora existe una señal que representa la información, a esta señal se le da el nombre de moduladora; en el caso de la modulación en amplitud, ésta varía en, como su nombre lo dice, amplitud. A continuación se mostrará una gráfica que representa la forma de las dos ondas.

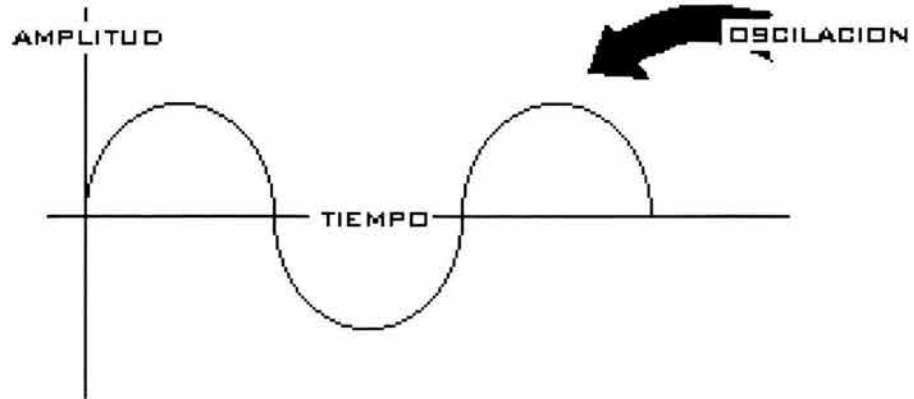
En estas imágenes podemos apreciar las dos ondas; la primera (portadora) es una oscilación que tiene que ir por lo menos al doble de la frecuencia de la máxima oscilación de la moduladora. La moduladora es una onda que se produce, en este caso, por la voz y es una onda que varía en amplitud, como se puede apreciar en la figura.

Al combinar estas dos señales se producirá una tercera, que es la señal modulada y que es la que se transmitirá, Ahora la portadora ya tiene información.

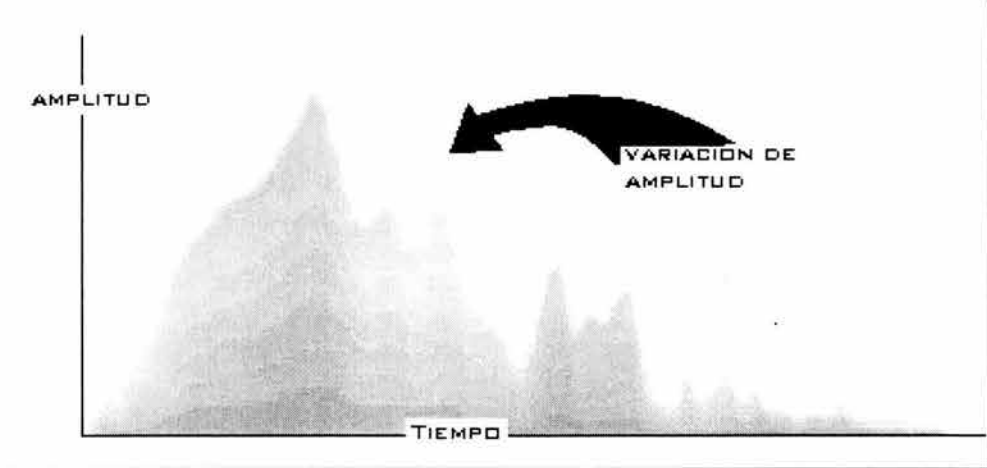
Como puede apreciarse en la figura 9, la portadora varía su amplitud de acuerdo con la moduladora; de esta forma se produce una Radio frecuencia que puede ser transmitida hacia el espacio y esta señal ya es posible captar en una antena.

Este tipo de señales son usadas actualmente en la radio, puede utilizarse para enviar una señal que no necesite mucha calidad no es recomendable para la transmisión de alta fidelidad.

Figura 8<sup>5</sup>



Portadora



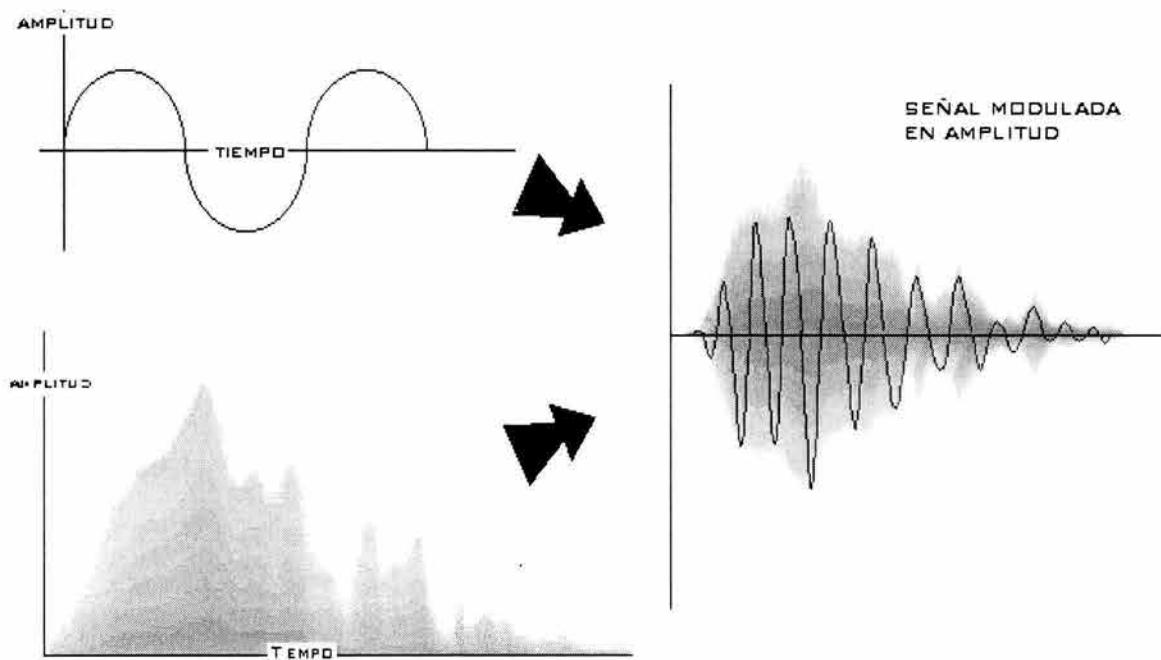
moduladora

elaborada por el autor

<sup>5</sup> Figura elaborada por el autor

Figura 9<sup>6</sup>

\*señales portadora y moduladora que producen una señal de AM



<sup>6</sup> Figura elaborada por el autor

## 2.1.2 transmisión de Frecuencia Modulada (FM)

La transmisión de FM tiene sus similitudes con la transmisión de AM, por ejemplo, las dos necesitan de una portadora, la portadora de las dos, tanto de la AM como la de FM, son una oscilación que funciona como radio frecuencia.

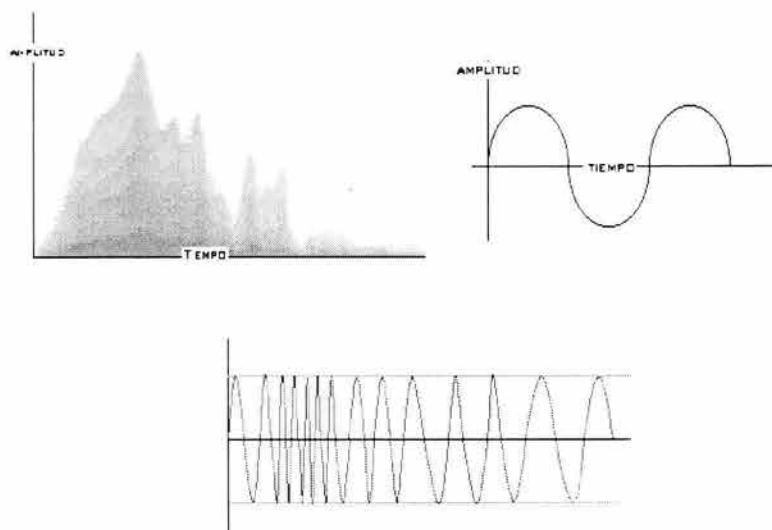
En sí, la diferencia de las dos modulaciones radica en que la modulación AM utiliza diferencias de amplitud para codificar su información y la FM utiliza las diferencias de frecuencia para codificar su información, de ahí su nombre.

Utilizando otra vez el ejemplo de la modulación en amplitud que se mezclaban dos señales portadora (oscilación de RF) y moduladora (Voz humana), en este caso la diferencia de amplitud que se manifiesta en el AM, en el FM se representaría con diferentes frecuencias, es decir, que entre más amplitud se aumentaría la frecuencia y viceversa.

La figura 10 nos muestra cómo es que se efectúa la modulación de la señal en frecuencia. En este caso se está modulando la voz humana con una portadora como nota, la frecuencia de la portadora tiene que superar en velocidad a la de la moduladora, ya que si no es rápida la información no será transmitida con nitidez.

Figura 10<sup>7</sup>

combinación de portadora y moduladora en FM



<sup>7</sup> Figura elaborada por el autor

## PRÁCTICA I

## TRANSMISOR DE MODULACIÓN EN FRECUENCIA

**OBJETIVO:** Hacer una práctica sencilla y que el lector identifique la modulación en frecuencia efectuada en el transmisor propuesto.

### **MATERIAL**

Alambre magneto

1 Micrófono

2 Transistores 2N3904

1 Resistencia de  $1M\Omega$

1 Resistencias de  $100k\Omega$

3 Resistencias de  $10k\Omega$

1 Resistencias de  $1k\Omega$

1 Resistencias de  $100\Omega$

2 Capacitores de  $0.1\mu f$

1 Capacitor de  $0.01\mu f$

1 Capacitor de  $4.7pf$

1 Capacitor variable de  $40pf$

### **EQUIPO**

Multimetro

Fuente de poder

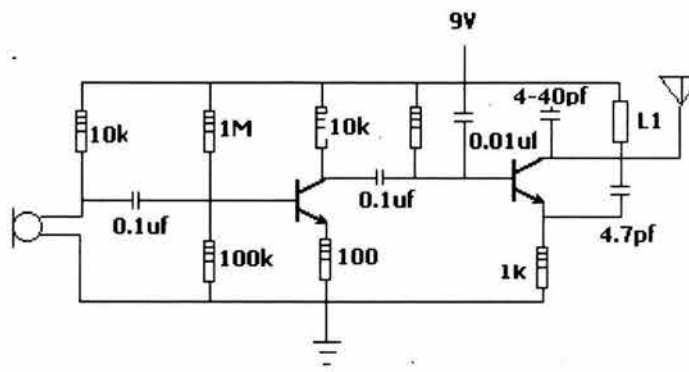
1 Protoboard



## INTRODUCCIÓN

A continuación se elaborará una práctica en la cual se efectuará una transmisión de radio por medio de un circuito que module en frecuencia, el diagrama está en la figura 10a. En esta práctica se modulará con la voz y se calculará la frecuencia de transmisión.

Figura 10 a<sup>8</sup>



La práctica consiste en demostrar, de manera lo más sencilla posible, la forma de transmisión de frecuencia modulada e identificar las fases de las cuales está compuesto un transmisor básico, además de comprobarlo escuchando la transmisión en un radio comercial.

## PROCEDIMIENTO

1. Con el alambre magneto se hará una bobina con núcleo de aire que tenga una capacidad de unos 0.1 micro henrios ( $\mu\text{H}$ ), que es más o menos 8 vueltas con un diámetro de 0.6 cm y una longitud de 2 cm más o menos. El aproximado de la capacidad de una bobina con núcleo de aire se obtiene con la siguiente fórmula;

<sup>8</sup> [www.electronicosonline.com](http://www.electronicosonline.com)

$$L = (R^2 N^2) / (22.9R + 25.9l)$$

Donde

L = Capacidad de la bobina

R = Radio transversal de la bobina

N = Numero de vueltas

l = Longitud de la bobina

2. Armar el circuito propuesto en la figura 10a
3. El siguiente paso es el de calcular la frecuencia a la que se va a transmitir. Para esto se tiene que calcular la frecuencia del circuito tanque ya que es la parte del circuito que servirá como oscilador. Por lo tanto, éste será el que producirá la radiofrecuencia. (Calcular una frecuencia que este en el rango de 88MHZ a 108MHZ)
4. Sintonizar un radio en la frecuencia que fue calculada para la transmisión y probar el circuito.

## CONCLUSIÓN

Al termino de la practica se comprobó que efectivamente se efectuaba una transmisión que fue modulada en frecuencia comprobándolo en un radio común ya que era posible escuchar la transmisión en el mismo.

## PREGUNTAS

1. ¿Cómo es que se efectúa la transmisión?
2. ¿Qué circuitos son los que hacen la modulación?

3. ¿A qué frecuencia estaré transmitiendo si tengo un circuito tanque con una bobina con núcleo de aire, una longitud de 3 cm, de 10 vueltas y un diámetro de 1 cm, y un capacitor de 30 pf?
4. ¿Para que sirve el primer transistor?

## RESPUESTAS

1. Se efectúa a través de una modulación de frecuencia que varía con respecto a la variación de amplitud que produce el micrófono al recibir las ondas de la voz. Esta señal es mucho más lenta que la del oscilador local y sirve como moduladora. La señal de radiofrecuencia es producida por el circuito tanque, al cual, con el arreglo de transistores y capacitores, hace variar la frecuencia para producir la señal que se transmite
2. Los circuitos que hacen posible la modulación son el circuito tanque, un transistor y un capacitor que está conectado de colector a emisor y lo hacen de la siguiente manera: como base se encuentra el oscilador, que es el circuito tanque, éste es el corazón de la transmisión. Este tiene una frecuencia natural y esta oscilando constantemente; lo que hace que la frecuencia se desvíe es el capacitor que está conectado en serie al circuito tanque, ya que éste afecta a la reactancia equivalente del circuito haciendo que se afecte también la capacitancia del circuito tanque. Como ya sabemos, la frecuencia del circuito tanque está relacionada directamente con la capacitancia y la inductancia de este mismo y ésta se puede expresar de la siguiente manera:

$$f = (2\pi(LC)^{1/2})^{-1}$$

Donde

L = inductancia de el circuito tanque

C = capacitancia de el circuito tanque

El papel que desempeña el transistor es el más importante, ya que éste hace el efecto de la modulación, pues varía que tanto de la frecuencia es afectada porque si el transistor tiene suficiente voltaje en la base hace la equivalencia de un corto en paralelo al capacitor que está en serie con el circuito tanque y esto permite que el circuito tanque oscile a la frecuencia natural del mismo, en otras palabras, hace el efecto como si se desapareciera el capacitor de 4.7 pF sin embargo, si no le llega la suficiente corriente a la base la corriente se divide entre el transistor y el capacitor; por lo tanto, varía también de un modo la frecuencia, no dejando que el capacitor afecte completamente a la frecuencia del circuito tanque.

Parte de el circuito que modula la señal

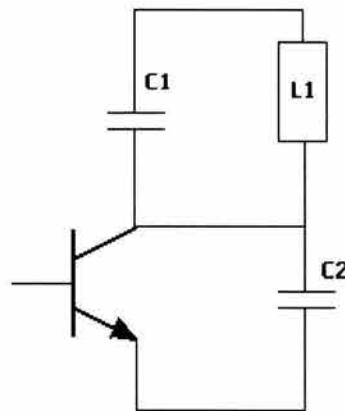


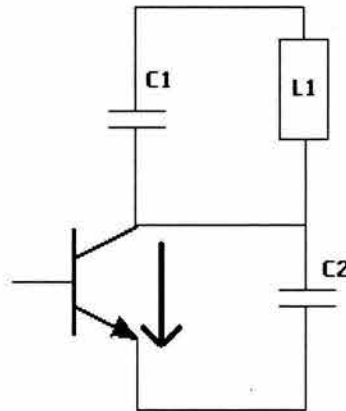
Figura 10b<sup>9</sup>

La imagen 10b muestra la parte del circuito que hace que la modulación sea posible. El circuito tanque y el transistor y el capacitor que hacen que la frecuencia varíe.

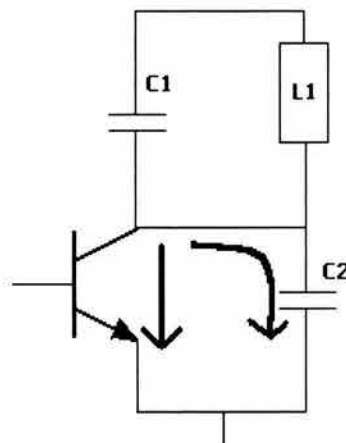
Éste es el efecto que se produce cuando en la base del transistor se tiene un voltaje y corriente suficiente. Es como si fuera un cable que estuviera en paralelo con el capacitor; esto hace que la corriente se desvíe por el transistor, ya que es mas fácil que pase por ahí y es un efecto o ilusión que parece que el capacitor desaparezca.

<sup>9</sup> Figura elaborada por el autor

## Modulador de frecuencia parte 2

Figura 10c<sup>10</sup>

## Modulador de frecuencia parte 3

Figura 10d<sup>11</sup>

Finalmente, esta imagen 10d representa la forma en que el circuito trabaja regulando la frecuencia en base a la amplitud o el voltaje que le llega al transistor a la base, hace una variación de frecuencia afectando la reactancia equivalente de el circuito tanque.

---

<sup>10</sup> figura elaborada por el autor

<sup>11</sup> figura elaborada por el autor

3. para calcular la frecuencia se utilizará la fórmula de

$$f = (2\pi(LC)^{1/2})^{-1}$$

pero aún se necesita saber que inductancia tiene la bobina y para esto se utilizará la fórmula :

$$L = (R^2 N^2) / (22.9R + 25.9l)$$

Sustituyendo:

$$L = [(0.5)^2 * (10)^2] / [(22.9*0.5) + (25.4*1)]$$

$$L = 25 / (11.4 + 25.4)$$

$$L = 0.6784 \mu\text{H}$$

Por lo tanto la frecuencia será:

$$f = (2 * 3.1416 * (0.6784 * 30)^{1/2})^{-1}$$

$$f = (2 * 3.1416 * (4.51131))^{-1}$$

$$f = (28.3455)^{-1}$$

$$f = 0.03527 \text{ GHZ } \text{ ó } 35.27 \text{ MHZ}$$

4. El primer transistor es una etapa de amplificación que sirve para acoplar la señal que el micrófono aporta al circuito debido a que el micrófono tiene una señal muy pequeña. Sin embargo, esta señal sí podría ser mandada directamente al segundo transistor, ya que la ganancia de estos transistores es bastante grande.

### 2.1.3 factores que afectan la transmisión

Al hacer una transmisión de radio la señal que es transmitida está propuesta a ser interrumpida o a ser distorsionada debido principalmente al entorno; pero hay varios aspectos que hacen que la transmisión no sea ideal desde la potencia hasta las condiciones climatológicas.

A continuación conoceremos varios tipos de ruidos que afectan a los sistemas de transmisión.

#### Ruido

El ruido es el factor principal de las interrupciones de señales y puede ser representado como si fuera una señal parásita que se mezcla con transmisión de la información y al ser recuperada afecta en la nitidez de la información, incluso puede llegar a hacer que nuestra transmisión pierda completamente su sentido.

Existen varios tipos de ruido, pero esencialmente el ruido puede dividirse en dos categorías generales: el correlacionado y no correlacionado.

El correlacionado implica una relación entre la señal y el ruido, y el ruido no correlacionado está presente en la ausencia de cualquier señal (esto quiere decir que, cuando está presente, la señal no tiene efecto sobre la magnitud del ruido).

#### Ruido no correlacionado

Como ya se dijo, el ruido no correlacionado está presente sin importar si hay o no señal. Este ruido se puede dividir en dos categorías generales: externo e interno.

#### Ruido externo

El ruido externo es, como su nombre lo dice, producido fuera de el circuito y se introduce al circuito las señales externas pueden considerarse como ruido si la frecuencia en la que

son transmitidas están dentro de la frecuencia en la que opera nuestro circuito; existen tres tipos principales de ruido externo Atmosférico, extraterrestre y hecho por el hombre.

### El ruido atmosférico

es la energía eléctrica que ocurre naturalmente y que se origina dentro de la atmósfera de la tierra. El ruido atmosférico es comúnmente llamado estática; estas interferencias son consideradas como despreciables, ya que el rango de interferencia está localizado alrededor de los 30 MHz y estas frecuencias están limitadas a la propagación de líneas de vista.

### Ruido extraterrestre

El ruido extraterrestre es casi igual a lo que es el atmosférico, sólo que éste se origina fuera de la atmósfera. Este ruido se origina en la vía Láctea y en algunas otras galaxias y el sol. Este ruido también es considerado despreciable.

### El ruido hecho por el hombre

Como su nombre lo dice, este ruido es todo aquel que puede atribuírsele al hombre y es provocado por interruptores motores, automóviles sistemas de ignición, etc.

Este ruido puede ser despreciable, pero en los centros urbanos es más intenso.

### Ruido interno

El ruido interno es aquel que es producido dentro del mismo sistema. En este ruido existen tres tipos que son: el de disparo, el térmico y el de tiempo de tránsito.

### Ruido térmico

Este ruido está relacionado con el movimiento browniano de electrones dentro de un conductor. De acuerdo con la teoría cinética de la materia, los electrones dentro de un



conductor están en equilibrio térmico con las moléculas y están en constante movimiento aleatorio.

Esto quiere decir que los electrones causan un ruido debido a la energía que producen al estar moviéndose. Este ruido no es siempre constante, ya que no se puede predecir cuánto se moverán los electrones; pero se ha hecho una estadística de cuánta energía producen y se tiene una constante aproximada pero que depende de la temperatura.

### **Ruido de disparo**

Este ruido es provocado por los componentes semiconductores como lo son los transistores de efecto de campo transistor bipolar, etc.; se produce cuando llegan a estos dispositivos un impulso como lo son electrones y huecos.

### **Ruido de tiempo de tránsito**

Al pasar una señal a través de un elemento semiconductor puede ser que por la impureza del material los electrones produzcan una interferencia mientras pasan por el semiconductor, a esta interferencia se le llama ruido de tránsito, ya que es producida en el momento que transita la señal por el semiconductor.

### **Ruido correlacionado**

El ruido correlacionado, como ya se dijo antes, es el ruido que es producido o que tiene una relación con la señal que es mandada. En otras palabras, es una energía eléctrica no deseada que está presente como un resultado directo de la señal misma.

Este ruido, también considerado como distorsión, es provocado por varias razones, por ejemplo: cuando amplificamos una señal y los componentes que contienen el amplificador no son completamente lineales, es decir, que la ganancia para la amplificación pueda variar un poco por la rapidez de cambio de la señal, produce una distorsión que es generada por la misma señal.

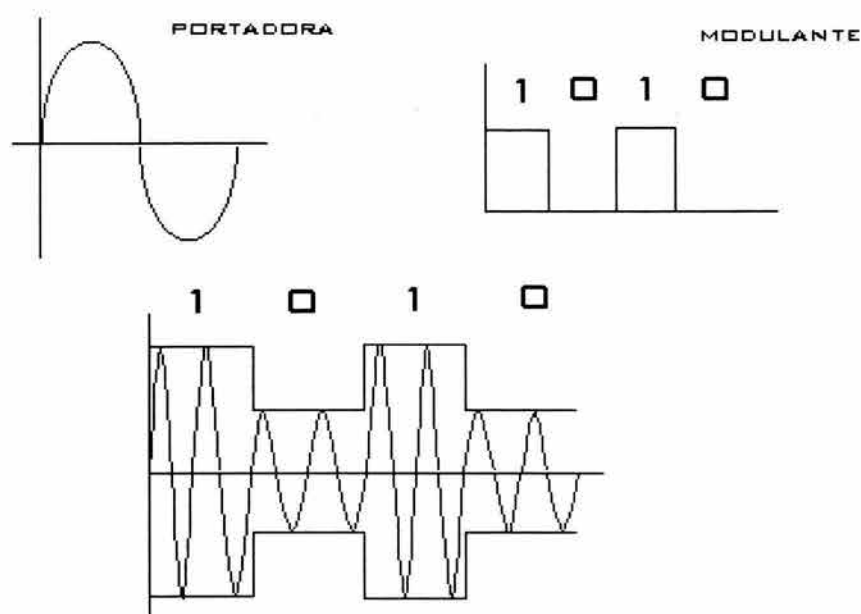
## 2.2 TRANSMISIÓN DIGITAL

Hasta ahora sólo hemos visto cómo es que se hace una modulación y también hemos conocido los tipos de ruido que afectan la transmisión de la señal que enviaríamos. Pero es hora de explicar cómo es que esto se utilizará para mandar datos de la computadora a los periféricos.

Ya hemos visto cómo se manda información analógica con una onda portadora, pues para mandar un código digital es aún más fácil debido a que sólo tenemos dos estados, uno y cero. Ahora hagamos un ejemplo de transmisión digital en serie. La señal portadora será una señal senoidal, como ya la conocemos, y la señal modulante será la salida del puerto serie, una palabra de 4 BITS. Entonces, si queremos mandar una señal modulada en amplitud (AM), sólo haremos variar a la portadora en dos niveles de amplitud, como se muestra en la figura siguiente:

Figura 11<sup>12</sup>

En el ejemplo se muestra una señal modulada en amplitud que transmitirá una palabra en serie cuyo valor será 1010.



<sup>12</sup> Figura elaborada por el autor

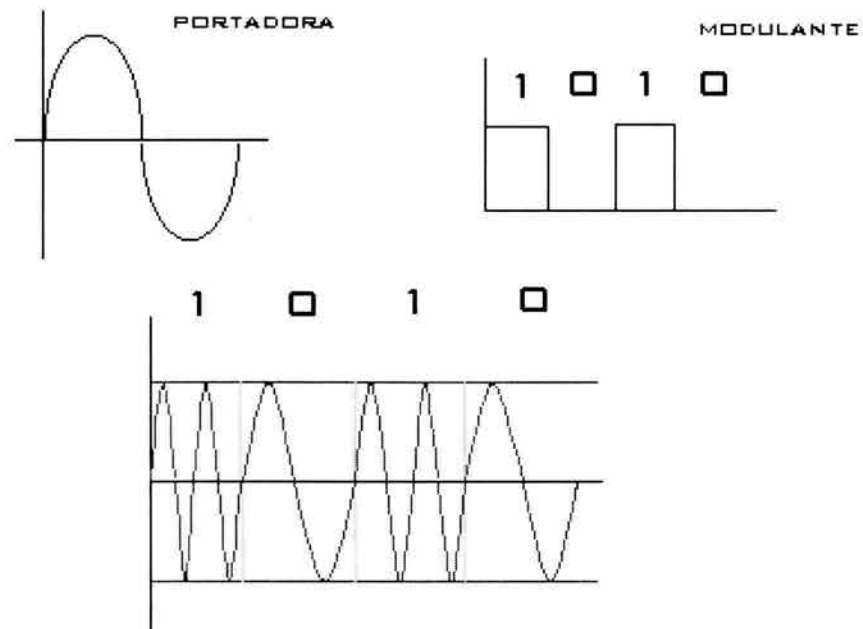
Ahora haremos un ejemplo para la transmisión en FM mandando la misma palabra. la diferencia se apreciará en la modulación pero la información es la misma incluso se está usando la misma señal de la portadora.

En los dos casos existe una variación entre dos estados, en el caso de AM será una variación entre dos amplitudes por ejemplo el cero puede ser representado con una amplitud de 0v y el uno puede ser representado por 5v.

Ahora para el FM también será una variación entre dos estados pero en este caso la diferencia es que no estamos codificando la información en amplitud si no en frecuencia y podríamos representar el cero por una frecuencia de 15KHZ y el uno puede ser representado por una frecuencia de 15.3 KHZ.

Figura 12<sup>13</sup>

transmisión de una palabra en FM



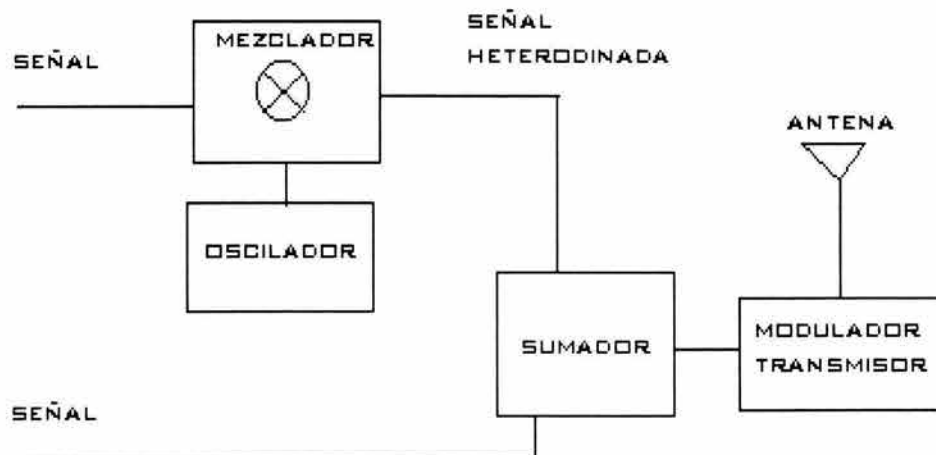
<sup>13</sup> Figura elaborada por el autor

Ahora que ya enviemos palabras en serie, tendremos que mandar una palabra en paralelo. Para mandar una palabra en paralelo tenemos que imaginarnos que es como si estuviéramos mandando varios canales de datos serie. Pero, ¿cómo mandarlos todos en una misma señal de radiofrecuencia?

## Heterodinación

La heterodinación es una forma de hacer que una señal cambie de portadora; esto se puede lograr con un oscilador y un mezclador de señal. Si tenemos dos señales y quisiéramos mandarlas por la misma portadora, el problema sería que si se mezclan las dos y están en la misma frecuencia, se interrumpirían una con la otra, entonces lo prudente sería que una de las señales cambiara de frecuencia y así se podrían sumar las dos señales sin ningún problema.

Figura 13<sup>14</sup>



<sup>14</sup> Figura elaborada por el autor

### 2.2.1 formas de transmisión digital

Dentro de las transmisiones de forma digital existen varias opciones, como son la transmisión por desplazamiento de frecuencia, la transmisión por desplazamiento de fase, etc.

En el tema anterior ya vimos cómo se hacía una transmisión por desplazamiento de frecuencia que no era más que transmitir por medio de radiofrecuencia una información digital; de hecho hicimos un ejemplo. A esta transmisión se le llama FSK.

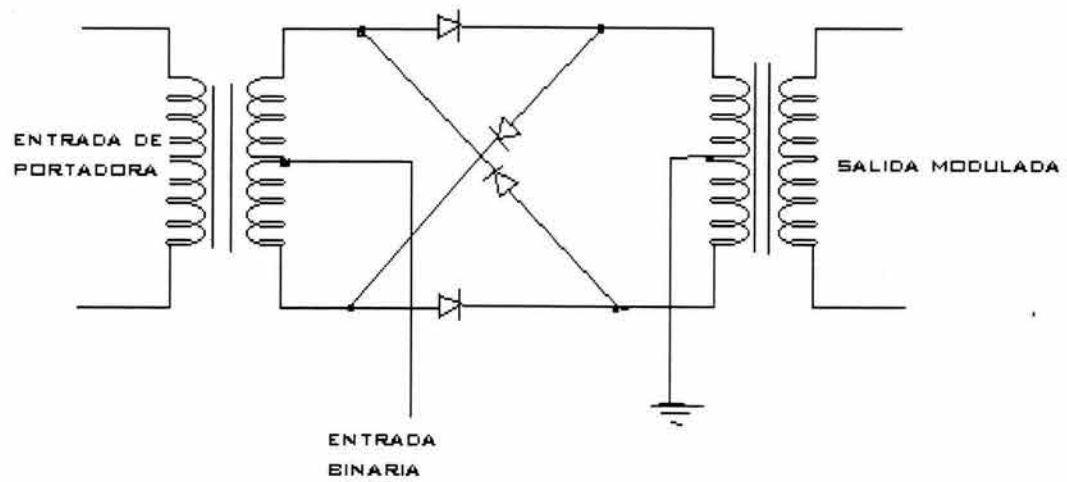
Otro tipo de transmisor binario es el transmisor por desplazamiento de fase, que es una forma de transmitir datos binarios, pero esta vez no se hace una variación de frecuencia sino que se juega con la fase de la portadora; en otras palabras, si tenemos una señal senoidal para hacer una diferencia de un uno y un cero, sólo desfasaremos la señal senoidal 90 grados para distinguir el uno del cero, pero para esto se necesita que el receptor sepa qué fase tiene la portadora y entonces hacer la comparación y de esta forma recuperar los datos en serie. A este transmisor se le llama BPSK.

La transmisión en fase tiene varias versiones que son QPSK, PSK De ocho fases El quam y varios más. La peculiaridad de estos transmisores es que no sólo mandan un BIT en cada ciclo, sino que se codifican varios BITS, para así hacer más eficiente y rápida la transmisión de datos, por ejemplo: el QPSK manda a diferencia del BPSK 2 BITS y el PSK de ocho fases manda tres bits en cada ciclo.

En esta imagen 14 se puede apreciar un ejemplo de los muchos moduladores de fase. El que está representado en la figura es un modulador BPSK que hace una transmisión de un BIT por ciclo.

Figura 14<sup>15</sup>

Modulador BPSK



elaborada por el autor

<sup>15</sup> WAYNE, Tomasy, *Sistemas de comunicaciones eléctricas*, 2ª ed., Pearson Educación, Estado de México, 1996, p. 464.

## **PRÁCTICA II**

## MODULADOR DE FASE

**OBJETIVO:** Comprobar y experimentar la modulación de fase con una practica sencilla para que el lector afiance más los conocimientos adquiridos.

### **MATERIAL:**

Alambre magneto

2 Tornillos gruesos

4 Diodos

Cable

### **EQUIPO:**

Osciloscopio

Generador de funciones

1 Protoboard (Opcional)

### **INTRODUCCIÓN**

A continuación se efectuará una práctica con el fin de demostrar la transmisión de un modulador sencillo. En este caso se trabajará con un modulador BPKS, que es un transmisor que modula en fase; es un circuito pequeño que transmite datos en serie y para hacer la modulación desfasa la señal portadora 180 grados; el diagrama está representado en la figura 14.

La practica consiste en confirmar la modulación y que efectivamente al agregar la información al circuito transmisor desfasa la señal de la portadora; en este caso la señal

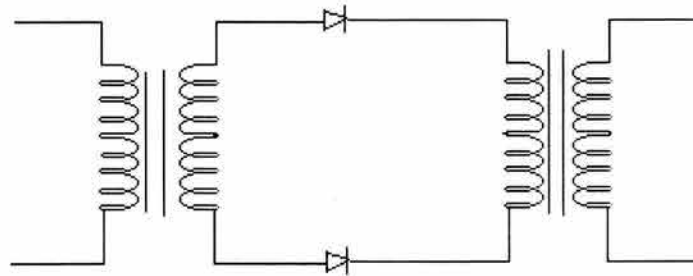


que será la moduladora tendrá que ser suficientemente mayor (en cuanto a amplitud) que la señal portadora, ya que, de lo contrario, el circuito hará una rectificación y deformará la información. Otro de los objetivos es el de comprender cómo funciona el circuito en especial cómo es que funciona la suma de componentes de Corriente Directa (DC) y Corriente Alterna (AC), y cómo es que los diodos se polarizan tanto directa como inversamente.

## PROCEDIMIENTO

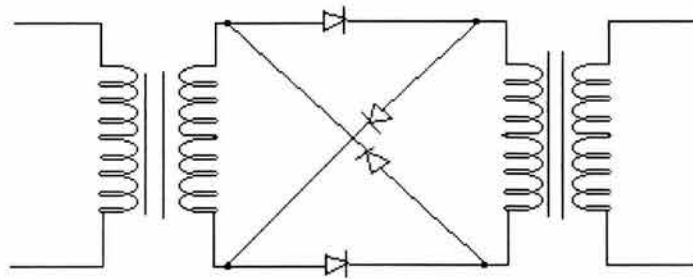
1. Hacer dos transformadores con los dos tornillos y el alambre magneto; estos transformadores tienen que ser de por lo menos ciento cincuenta vueltas por bobina y el secundario tiene que tener una derivación central
2. Conectar un par de diodos de el secundario de uno de los transformadores al otro secundario de la siguiente manera:
  - En el primer transformador tienen que estar conectados dos ánodos a los extremos del secundario
  - Conectar los cátodos de los dos diodos a los extremos del secundario del segundo transformador

Figura 14a<sup>16</sup>

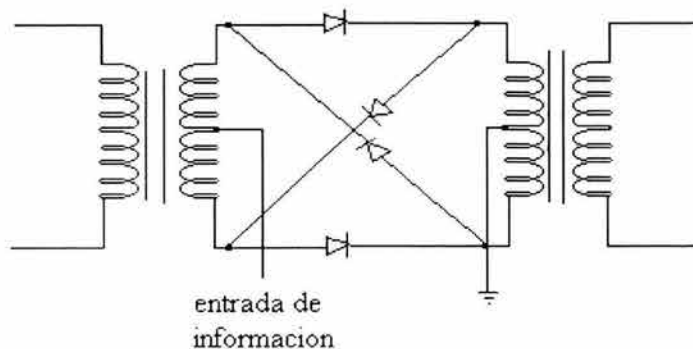


<sup>16</sup> Figura elaborada por el autor

- El otro par de diodos tienen que estar conectados (los cátodos) a los extremos de el secundario de el primer transformador
- El ánodo de estos dos diodos tiene que estar conectado de forma cruzada (en comparación a los primeros dos diodos) al segundo transformador como se muestra en la figura 14b

Figura 14b<sup>17</sup>

- El siguiente paso es conectar la derivación central de el primer transformador a la señal digital que se va a codificar
- Y por último, hay que conectar la derivación central del secundario del segundo transformador a tierra, como se muestra en la figura 14c

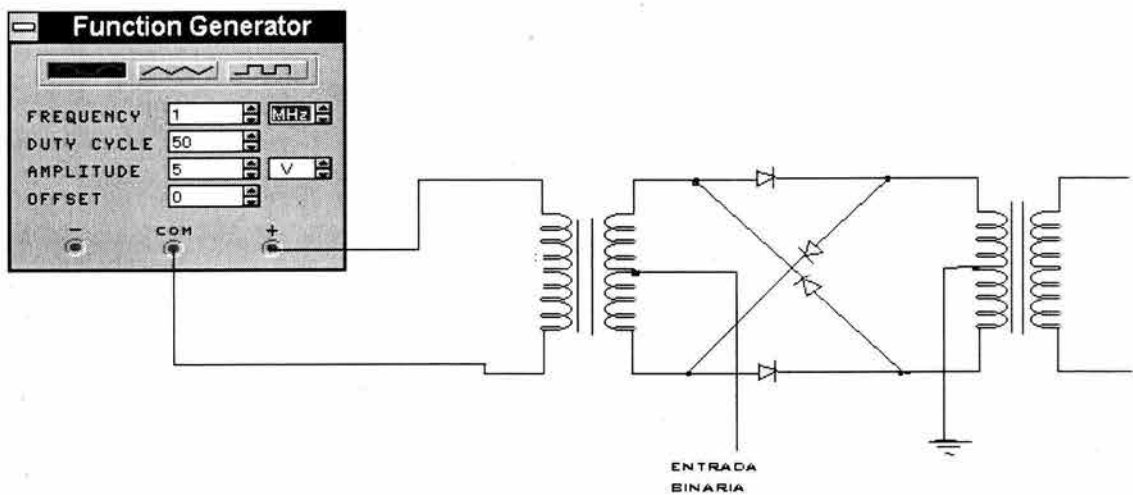
Figura 14c<sup>18</sup>


---

<sup>17</sup> Figura elaborada por el autor

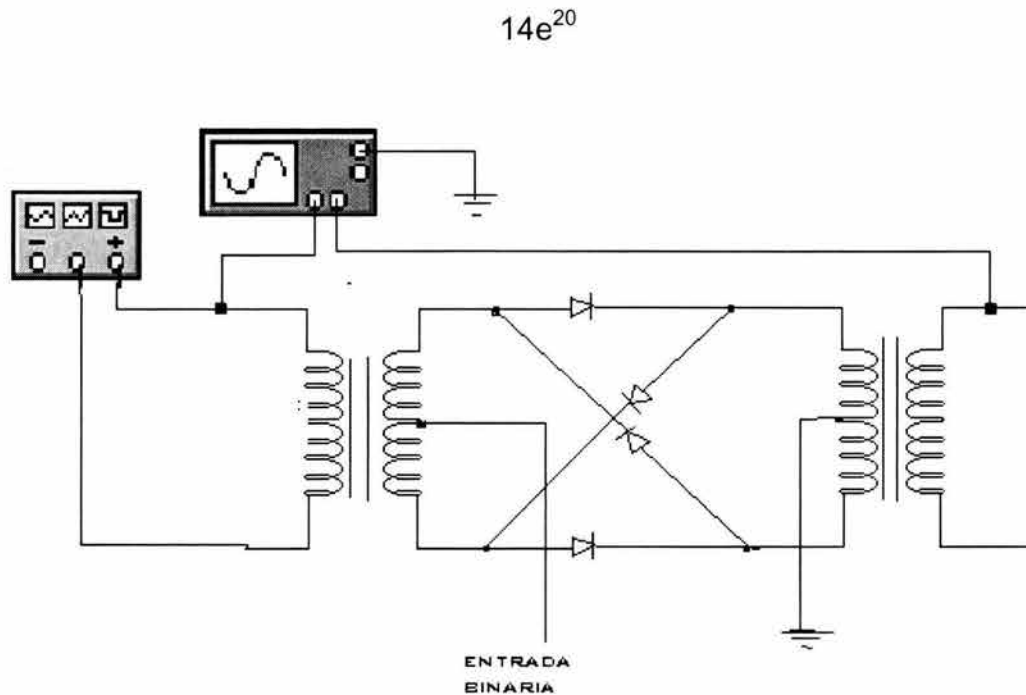
<sup>18</sup> Figura elaborada por el autor

- Lo siguiente es conectar un generador de funciones con una onda senoidal y una amplitud de 5 voltios al transformador primario que sería el transformador que tiene la entrada de datos en el devanado secundario; esta señal será la onda portadora de la información

Figura14d <sup>19</sup>

- Conectar un canal del osciloscopio al transformador primario (la entrada de la señal portadora) que es el transformador que tendrá la entrada de datos.
- Conectar el otro canal de el osciloscopio a el devanado secundario del segundo transformador, que es el transformador que tiene tierra en la derivación central del devanado primario.

<sup>19</sup> Figura elaborada por el autor



- 6 Aplicar un voltaje de 10v a la entrada binaria y monitorear en el osciloscopio la entrada del primer transformador y la salida de el segundo transformador compara las fases de las dos señales y explica lo que pasa.
- 7 Aplicar un voltaje de 3v a la entrada binaria, observar las dos señales en el osciloscopio

## CONCLUSIÓN

Al termino de la práctica fue posible constatar el funcionamiento de un modulador en fase ya que este efectivamente desfasaba la señal que estaba funcionando como portadora en  $180^{\circ}$

## CUESTIONARIO

1. ¿Qué pasa cuando se le aplica un voltaje de -10 voltios en la entrada binaria?

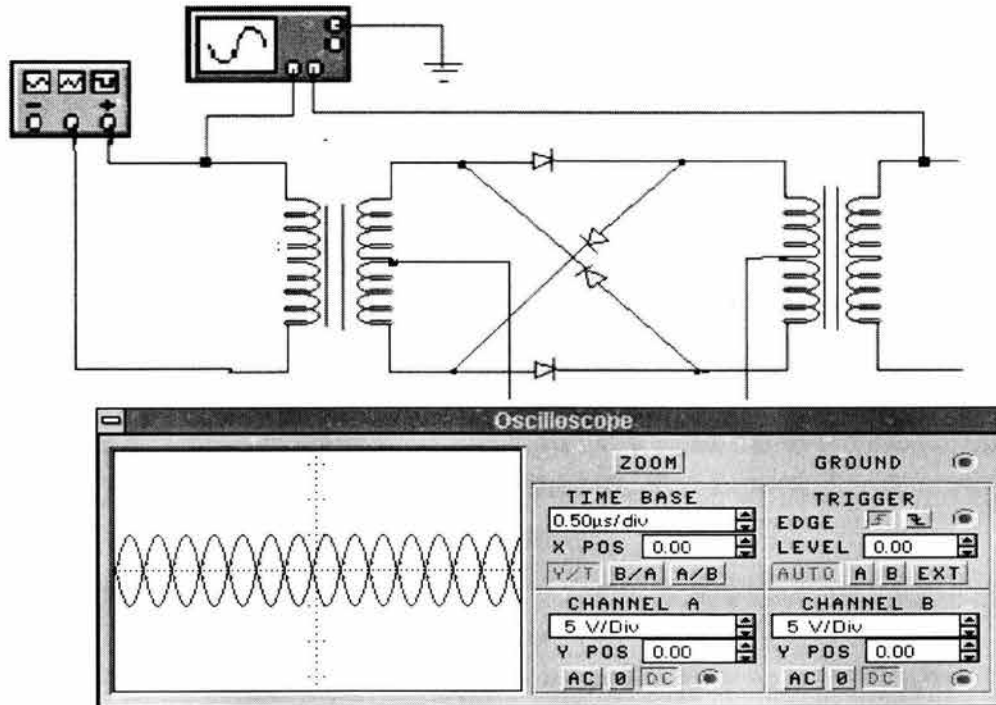
<sup>20</sup> Figura elaborada por el autor

2. ¿Por qué?
3. ¿Qué pasa cuando se le aplica un voltaje de 2 voltios a la entrada binaria?
4. ¿Por qué?
5. ¿Qué pasa cuando se le aplica un voltaje de 10 voltios en la entrada binaria?
6. ¿Por qué?

## Respuestas

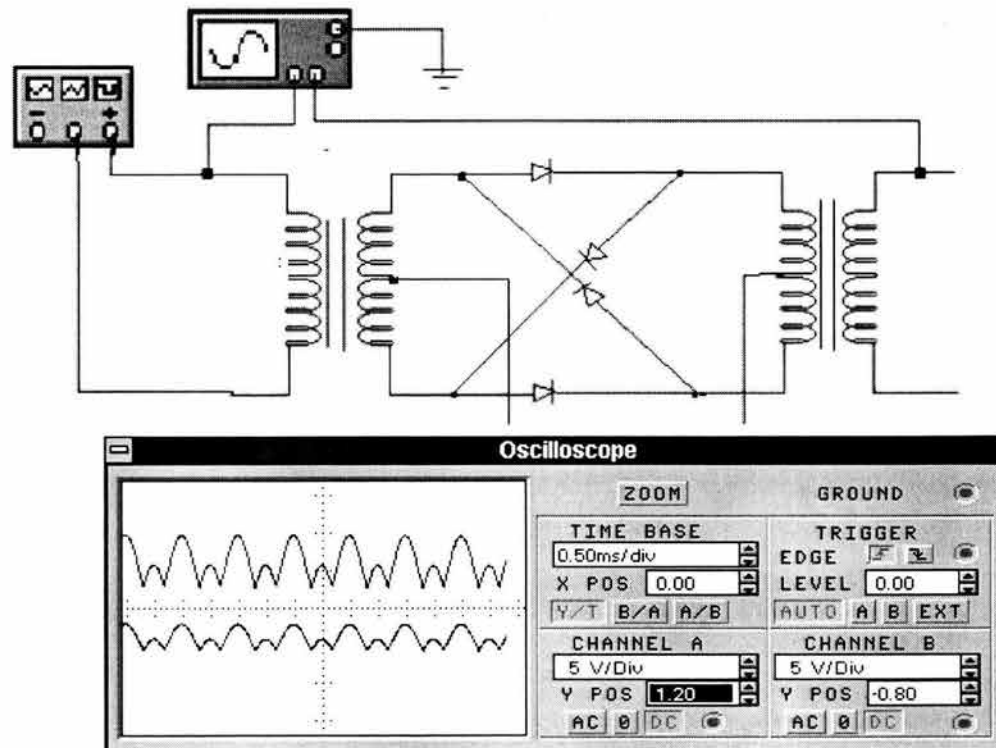
1. Al aplicar un voltaje de -10 voltios en el primer transformador en el devanado secundario se produce un desfase de onda de 180 grados; esto se puede apreciar comparando la señal portadora que se aplica en el primer transformador en su devanado primario con la señal que sale de el devanado secundario del segundo transformador, ya que al comparar las fases de las señales en el osciloscopio se puede apreciar el mismo. La siguiente figura muestra la forma del desfase:

Figura 14f<sup>21</sup>



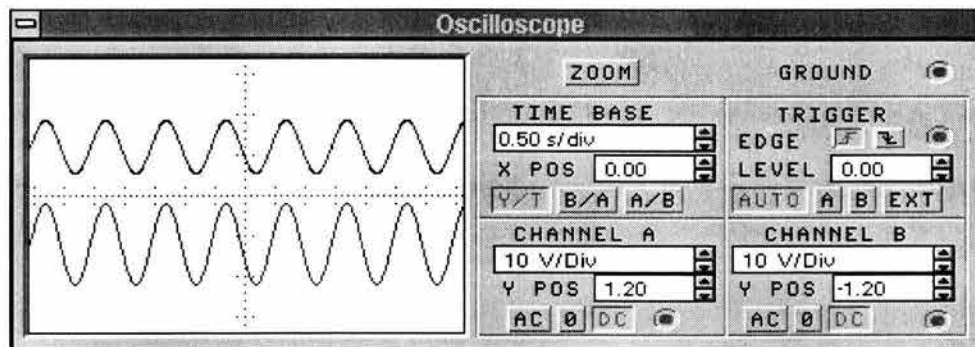
<sup>21</sup> Figura elaborada por el autor

2. Esto pasa porque al aplicar un voltaje de -10 voltios al embobinado secundario del primer transformador se le suma una componente de corriente directa a la señal portadora, lo cual hace que se activen el par de diodos que están cruzados, los cuales se pueden apreciar en la figura 14e. Esto se debe a que con la componente de corriente directa polariza directamente este par de diodos (los cruzados) y deshabilita los otros dos invirtiendo la polaridad de la señal oscilante. Y finalmente al inducirse esta señal en el devanado secundario del segundo transformador elimina la componente de corriente directa, ya que es una de las propiedades de los transformadores; es de este modo como se puede apreciar un desfaseamiento que en realidad se le está haciendo una inversión de polos.
3. Cuando se le aplica un voltaje menor al que tiene la señal oscilante, los cuatro diodos hacen una rectificación de onda completa y el resultado de este proceso es una señal deformada como se muestra en la figura siguiente

Figura 14g<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Figura elaborada por el autor

4. Porque cuando se trabaja con un voltaje menor al que tiene la señal portadora es esta señal la que activa y desactiva los diodos y esto hace que el circuito funcione como rectificador de onda completa. La diferencia es que si se trabaja con un voltaje mayor al de la señal de la portadora en la entrada binaria, será este voltaje el que active el switcheo de los diodos y la señal portadora no alcanzará a pasar el nivel de voltaje en el que los diodos trabajarían como rectificador.
5. La salida muestra una señal en fase con respecto a la señal portadora; esto se puede apreciar comparando las señales de entrada y salida. La imagen que se incluye a continuación muestra las dos señales comparadas en el osciloscopio:

Figura 14h <sup>23</sup>

6. Esto es debido a que, cuando un voltaje de 10 voltios es aplicado en el embobinado secundario del primer transformador, se le suma una componente de corriente continua a la señal portadora; pero este voltaje es mayor a la oscilación de la señal, por lo tanto sólo activa los diodos que están conectados directamente al segundo transformador esto hace que la señal pase tal como es, sin invertir los polos; pero hasta este momento sigue teniendo la componente de corriente continua, cosa que

<sup>23</sup> Figura elaborada por el autor

al pasar por el segundo transformador elimina, ya que el transformador al conectarle un flujo de corriente continua no induce nada en el devanado secundario



## Capítulo 3

### **R**ECEPCIÓN

En este capítulo el autor explicará de manera sencilla las bases de la recepción para que el lector comprenda cómo es que la información es recuperada y tenga bases para identificar las fases que comprende este proceso.

Ya explicado en los capítulos anteriores el término transmisión y también de cómo se hace para que la información se pueda modular en una señal de tal forma que esta transmisión contenga lo que queramos; entonces, ya que sabemos cómo transmitir, se preguntará: ¿cómo recibiremos esta información?

La respuesta es la recepción, que significa recibir y no es otra cosa más que volver a hacer entendible lo que transformamos en radiofrecuencia. Pero así como existen varias formas de transmitir, existen varias formas de recepción, que son la recepción de amplitud modulada, de frecuencia modulada y de fase, que más adelante se describirán

Lo primero es recibir la señal que se RADIA al espacio; para esto es necesario una antena, la cual capta la señal en forma de radiofrecuencia. Existen diferentes tipos de antenas con diferentes características, como por ejemplo: la longitud que sirve para que la antena sea más apta para ciertas frecuencias, esto es debido a la longitud de onda que cambia de acuerdo a la frecuencia, entre más grande sea la frecuencia la longitud de onda es más pequeña.

### 3.1 INTRODUCCIÓN A ANTENAS

*En esencia, una antena es un sistema conductor metálico capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas y una guía de onda es un tubo metálico conductor por medio del cual se propaga energía electromagnética de alta frecuencia, por lo general entre una antena y un transmisor, un receptor o ambos. Una antena se utiliza como la interfase entre un transmisor y el espacio libre o el espacio libre y el receptor. Una antena es un dispositivo recíproco pasivo; pasivo en cuanto a que en realidad no se puede amplificar la señal por lo menos no en el sentido real de la palabra, y recíproco en cuanto a que las características de transmisión y de recepción son idénticas.<sup>24</sup>*

La antena es la parte más sencilla del sistema de recepción y también del de transmisión, pero no por eso el menos importante, ya que sin ésta es imposible tener una buena

---

<sup>24</sup> WAYNE, Tomasy , *Sistemas de comunicaciones eléctricas*, segunda edición, Pearson Educación, Estado de México, 1996, p. 377.

recepción; en muchas ocasiones es mermada la capacidad de un equipo por deficiencias en el uso de la antena. Existen varios tipos de antenas, unas más utilizadas que otras, ya que sus características varían de acuerdo al uso que se le quiera dar.

Al haber ondas electromagnéticas en el espacio, la antena resuena y capta las ondas producidas por el transmisor. Si hacemos una comparativa podemos asimilar como si la antena fuera la oreja en nuestro sistema auditivo.

### 3.1.1 Antenas básicas

Antena hertz o dipolo media onda: la antena Hertz es una antena que se le llama dipolo; la característica fundamental de ésta es que su longitud debe medir la mitad de la longitud de onda de la señal que se tiene que recibir. Esta fórmula se representa como sigue:

$$L = \lambda / 2$$

Donde:

L = longitud de antena

$\lambda$  = longitud de onda

y la longitud de onda es determinada por:

$$\lambda = C / F$$

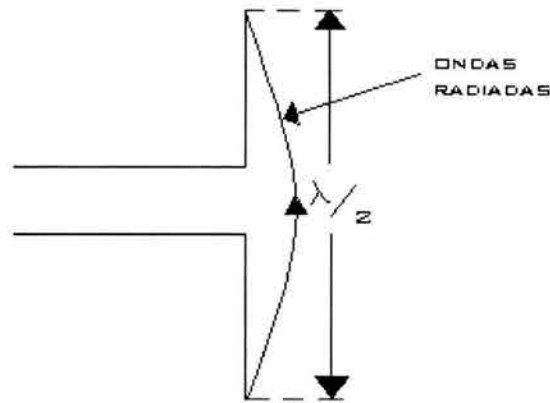
Donde:

$\lambda$  = longitud de onda

C = constante de la velocidad de la luz

F = frecuencia

Dipolo de media onda

Figura 15<sup>25</sup>

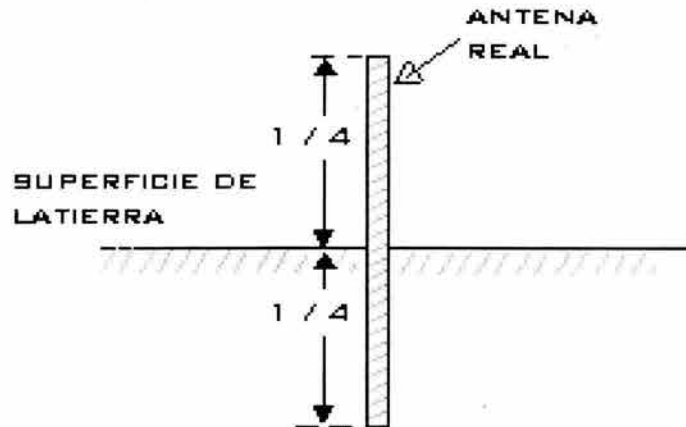
*El dipolo de media onda lineal es una de las antenas más ampliamente utilizadas en frecuencias arriba de los 2 MHz. En frecuencias debajo de 2 MHz la longitud física de una antena de media longitud es prohibitiva. Al dipolo de media onda se le conoce mejor como antena hertz.<sup>26</sup>*

ANTENA MARCONI: la antena Marconi o antena aterrizada es muy similar a la antena Hertz; es también conocida como antena monopolo. Es una antena de un cuarto de longitud de onda. Esta antena debe tener una posición vertical y se llama aterrizada porque generalmente se conecta directamente a la tierra, aunque puede ser posible que no sea conectada a la tierra y se conecte a una base que esté aislada de la tierra, a esta base se le llama contrapunto y es como una forma de sistema de tierra física. Esta acción provoca que entre la tierra y la antena exista un efecto capacitivo y en cierta forma afecta el funcionamiento.

#### Antena Marconi

<sup>25</sup> Ibidem, p. 378.

<sup>26</sup> Idem.

Figura 16<sup>27</sup>

La antena Marconi es utilizada comúnmente, por ejemplo, en los taxis que utilizan radio para comunicarse entre ellos; generalmente se puede apreciar que en la parte trasera del auto se encuentra una antena que está colocada lo más bajo posible y está en posición vertical y en la parte más baja está conectada al chasis del carro con una placa de hierro; eso se considera como si fuera tierra en el carro pero con las llantas está aislado de la tierra, eso equivale al contrapunto.

### DOBLETE ELEMENTAL:

*El tipo más sencillo de antena es el doblete elemental. Éste es un dipolo eléctricamente corto y a menudo se refieren a él solo como dipolo corto. "eléctricamente corto" significa corto comparado con la mitad de longitud onda (por lo general, cualquier dipolo que es menor a una décima de longitud de onda de largo se considera eléctricamente corto).*<sup>28</sup>

<sup>27</sup> Ibidem, p.391

<sup>28</sup> Ibidem, p. 386.

En conclusión, un doble elemental es una antena de tipo dipolo que es más pequeña de un cuarto de longitud de onda no en muchos casos se recomienda pero es una antena muy simple.

Se preguntarán que por qué se enfatiza tanto lo de la longitud de onda. La respuesta es porque en teoría cada frecuencia debería de tener una antena; esto es porque cada frecuencia produce una longitud de onda diferente, lo que provoca que, si tenemos una antena de una longitud, resonará a una frecuencia y será apta para esa frecuencia en especial; por lo tanto, la frecuencia determinará la longitud de la antena.

Ejemplo: si tenemos una frecuencia de 1 GHZ una antena tendrá que medir unas 3 pulgadas pero si tenemos una frecuencia de 1MHZ la antena tendrá que medir unos 75m.

## **ARREGLOS DE ANTENAS**

*Un arreglo de antena se forma cuando dos o más elementos se combinan para formar una sola antena. Un elemento de la antena es un radiador individual como un dipolo de media o un cuarto de onda. los elementos se colocan físicamente de tal forma que sus campos de radiación interactúen entre sí produciendo un patrón total de radiación que es la suma de los vectores individuales. El propósito de un arreglo es incrementar la directividad de un sistema de antenas y concentrar la potencia radiada dentro de un área geográficamente más pequeña.<sup>29</sup>*

Por lo tanto, un arreglo de antena será útil para tener una mejor recepción de una señal y se logrará con la unión de varios elementos que en conjunto ayudarán a direccionar eficazmente la señal de transmisión; por lo tanto, también la recepción será más eficiente.

Un arreglo de antena es fácil de identificar; un ejemplo muy cotidiano es la antena que se utiliza para captar la señal de la televisión (la que se pone en la azotea).

Existen dos elementos fundamentales en los arreglos de antenas que son de excitación y parasíticos.

---

<sup>29</sup> Ibidem, p. 393.

Los de EXCITACIÓN son identificados como los elementos que están conectados directamente a la fuente emisora de la señal en el caso de un transmisor, en el caso de un receptor son los elementos que están conectados directamente al circuito receptor o entrada del radio, televisión etc.

Son llamados elementos de excitación porque son estos los que producirán, o más bien emitirán la radiofrecuencia o señal en caso de transmisión, y cuando sirvan como antena de recepción son los elementos que tendrán la prioridad de ser los receptores y resonar o inducir la señal emitida. Son los que directamente resonarán y son el elemento fundamental del arreglo.

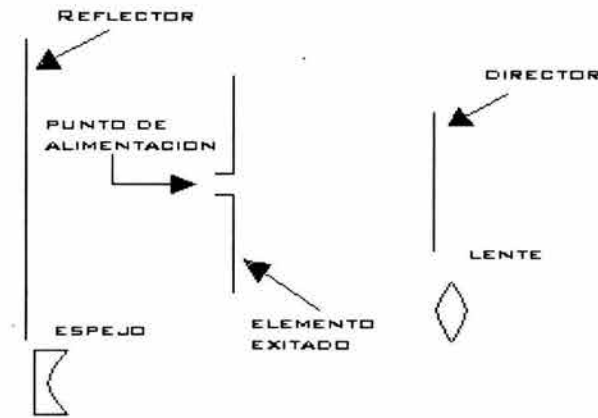
PARASÍTICOS son los elementos secundarios que intervienen en los arreglos de antenas se pueden identificar porque son los elementos de las antenas que no están directamente conectados a la fuente de transmisión (en el caso de un transmisor) o que no están conectados a las entradas de un aparato receptor ya sea televisivo de radio, etc.

Los elementos parasíticos tienen la función de hacer que la señal este mejor dirigida hacia los elementos de excitación o que direccionen mejor la emisión de una señal.

Se les llama así porque no tienen una función estrictamente de antena, sí resuenan pero no tienen el fin de hacer que su resonamiento induzca una señal directamente sobre el receptor.

En otras palabras, estos elementos no producen la resonancia que el receptor utilizará para decodificar la información.

Hay dos funciones básicas de elementos parasíticos y esto dependerá del tamaño que tengan con respecto al elemento excitación; si el elemento parasítico es más grande que el elemento de excitación, funcionará como un reflector que es algo similar a un espejo cóncavo, y si el elemento parasítico es menor que el elemento de excitación se le llama director y funciona como una especie de concentrador o como una lente.

Figura 17<sup>30</sup>

### 3.2 RECEPCIÓN AM

Ya que al transmitir se emite una onda que es constante en frecuencia y que varía solamente en su amplitud, lo primero es saber a qué frecuencia se podrá recibir, a esto se le llama comúnmente sintonizar; ahora sabemos que la onda está variando en amplitud porque esa es la información que necesitamos recuperar, en cierta forma como que desechamos la onda portadora, este proceso no es más que una rectificación, más comúnmente identificado por detección. Ya detectado, ahora se necesita hacer que la información tenga la potencia suficiente para ser entendida, pero lo explicaremos paso por paso.

Al llegar a la antena, la señal tiene que ser generalmente sintonizada y la forma de hacerlo es con las frecuencias, ya que cada información transmitida tiene que tener su propia frecuencia. Esta frecuencia es la misma que tiene la portadora cuando es transmitida.

Como ejemplo imagínese que está en una fiesta y usted se posiciona en medio del salón; alrededor de usted habrá mucha gente y toda esta gente estará hablando al mismo tiempo. Sería casi imposible entender qué están diciendo todos, ya que unos se interfieren con otros. Sí es fácil escuchar todas las conversaciones, pero no es fácil sacar información alguna; por lo tanto, se convierte en ruido. Pero si pone especial atención en alguien que

<sup>30</sup> Ibidem, p. 394



está hablando e ignora las conversaciones a su alrededor (ruido), es posible entender qué es lo que está diciendo esa persona y puede compartir la información con esta persona.

De esto es lo que se trata la sintonización, es como poner atención en una sola frecuencia, canal o banda y entender qué nos está diciendo.

Para la sintonización se utiliza un circuito que oscila a una frecuencia; este oscilador se encontrará en nuestro receptor y según la frecuencia a la que esté resonando será la frecuencia que estará sintonizando.

Existen varios tipos de osciladores, pero su función es la misma (dar una frecuencia); en la figura 18 se muestra un circuito oscilador conocido como circuito tanque, que consiste en una bobina y un capacitor. Al estar cargada la bobina debido a la impedancia que representa el circuito, se descarga provocando una corriente y un voltaje; ésta carga al capacitor, el cual con la impedancia del circuito vuelve a hacer lo mismo (descargarse y provocar voltaje y corriente), haciendo que esto induzca un campo magnético en la bobina y cargarse para que de esta forma empiece de nuevo el ciclo.

Este es sólo un ejemplo de osciladores, en especial éste no sólo es usado como oscilador, sino también como un filtro de frecuencias y es usual que este circuito siempre sea visto después de una antena.

En la figura 17 se puede apreciar el efecto oscilante del circuito que está representado en el monitor del osciloscopio; La fuente de 5 voltios está conectada a un switch que se activa a los 0.5 segundos y se desactiva a los 3 segundos, cortando el paso de corriente. Este suministro de energía provoca que el circuito empiece a oscilar y al ser cortado el suministro de energía la impedancia del circuito provoca la descarga del mismo.

### 3.2.1 sintonización

Para explicar la sintonización utilizaremos el circuito tanque. Si en nuestra antena fueran captadas dos o más señales y quisiéramos sólo captar una de ellas, tendríamos que saber qué frecuencia es la que queremos captar. Digamos que ya sabemos la frecuencia deseada, entonces se conectaría después de la antena un circuito tanque que resonará a la frecuencia de la señal deseada; esto se puede obtener variando los valores del capacitor o la bobina.

El circuito tanque hará la función de sintonizador, ya que sólo percibirá las frecuencias que estarán dentro del ancho de banda que permita el circuito tanque.

oscilación medida con un osciloscopio de un circuito tanque

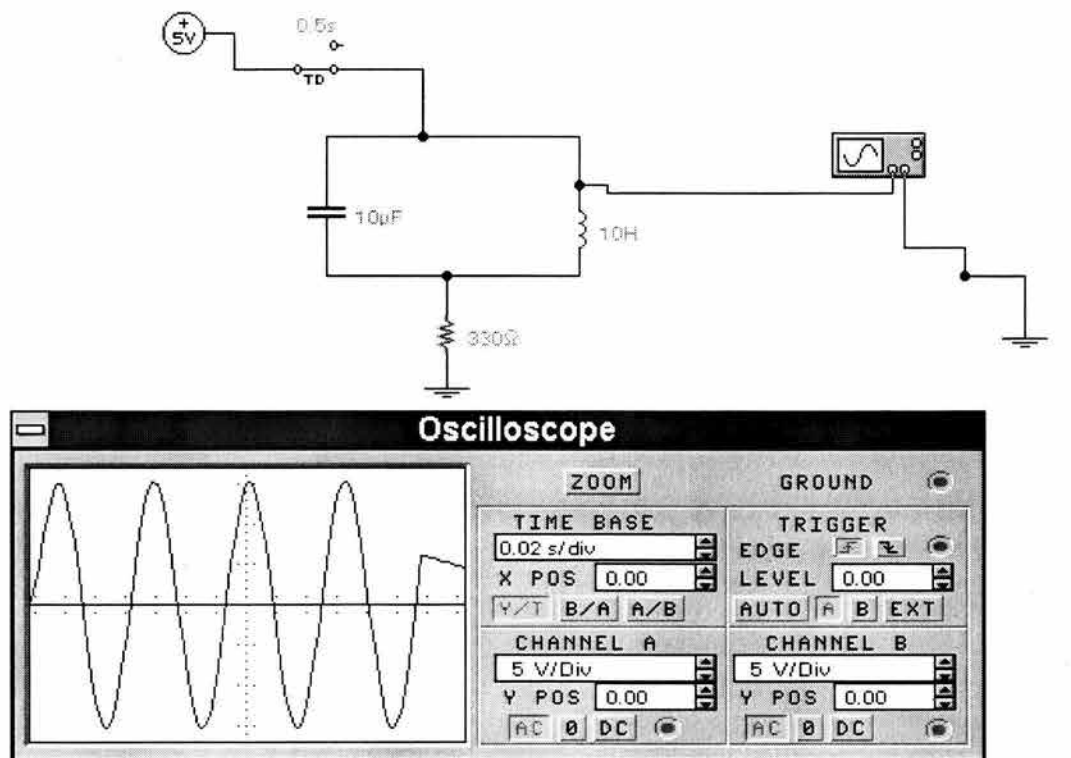


Figura 18<sup>31</sup>

<sup>31</sup> figura elaborada por el autor

En la gráfica se muestra la curva de respuesta del circuito LC, solo las frecuencias que estén cerca del punto mas alto de la curva serán amplificadas ya que solo estas están en sintonía o en resonancia con este

Solo las frecuencias que están a mas o menos 70.7 % son las que son captadas y son amplificadas por la fase de radiofrecuencia que muchas veces es parte del mismo bloque de sintonización

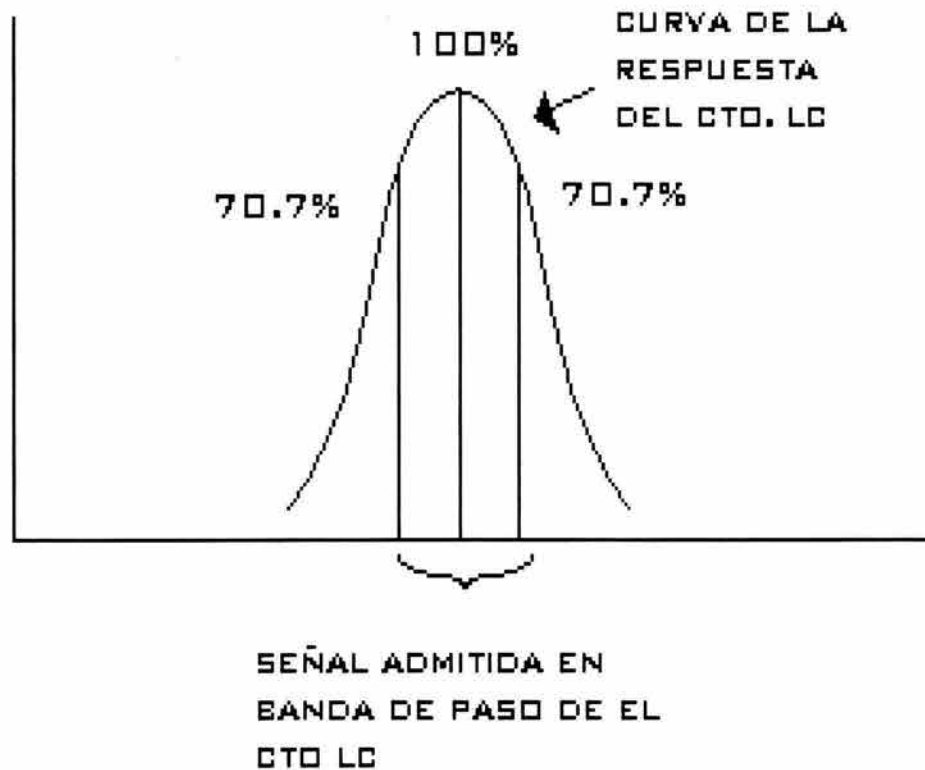


Figura 19<sup>32</sup>

<sup>32</sup> Figura elaborada por el autor

Ejemplo de la discriminación de un circuito tanque

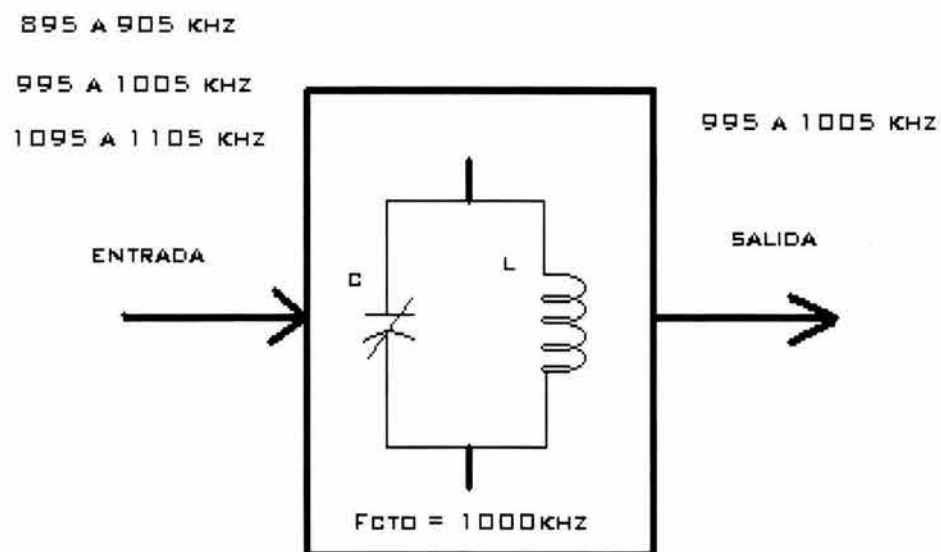


Figura 20<sup>33</sup>

<sup>33</sup> GROBE, Bernard, *Circuitos electrónicos y sus aplicaciones*, primera edición, McGraw-hill, México Df 1990, p. 232.

En la figura anterior se puede apreciar la función de un circuito tanque como sintonizador; la antena recibe tres distintas señales con frecuencias de 900 1000 y 1100 KHZ respectivamente pero el circuito tanque está calculado para oscilar a una frecuencia de 1000 KHZ. Por lo tanto debido a que las señales de 900 y de 1100 KHZ quedan fuera del ancho d banda que tiene el circuito tanque no serán captadas o mas bien serán discriminadas por que la frecuencia (de las dos señales) no produce una respuesta resonante en el circuito tanque.

El sintonizador puede también verse como un filtro pasa bandas o como si fuera una ventana que sólo dejará pasar la frecuencia que es requerida.

### **3.2.2 amplificación de Radiofrecuencia**

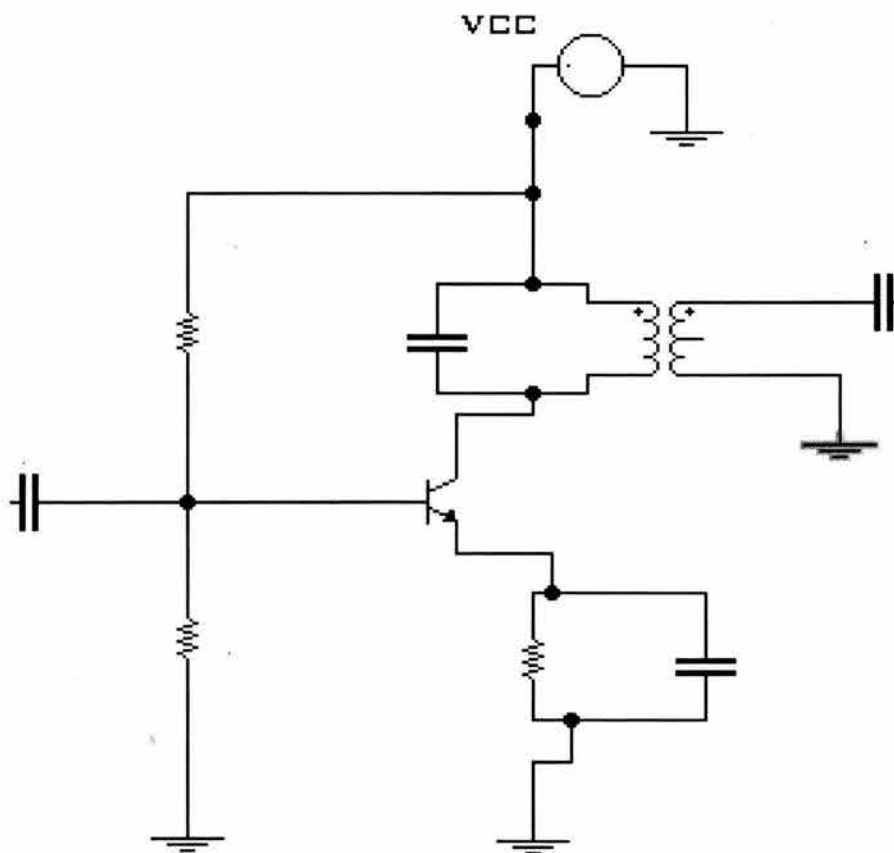
Esta etapa es en donde se hace que la señal tenga más potencia para que sea más fácilmente decodificada.

El circuito que veremos a continuación es un circuito sencillo que explicará el funcionamiento de un amplificador de Radiofrecuencia.

En sí, sólo se trata de una amplificación normal que por lo general aumentará la amplitud de la señal de radiofrecuencia y dejarla lista para el siguiente bloque que es la detección de audio.

La diferencia radica en que la Radiofrecuencia es una señal que en sí contiene una oscilación; por lo tanto, la frecuencia de los componentes tiene que ser mayor, es decir, que estos amplificadores necesitan componentes rápidos.

## Amplificador de radiofrecuencia

Figura 21<sup>34</sup>

<sup>34</sup> GROBE, Bernard, *Circuitos electrónicos y sus aplicaciones*, primera edición, McGraw-hill, México Df 1990, p. 241

Como puede apreciarse en la figura 21, es un arreglo sencillo que amplificará la señal recibida tal cual sin hacer alguna detección o proceso diferente que procese la señal o que se intente obtener información. Sin embargo, es muy útil, ya que este bloque dará mucha calidad.

En la siguiente figura se ilustra el efecto que tiene el amplificador en la señal recibida, al recibir la antena la señal se sintoniza y el sintonizador simplemente nos entregará la señal seleccionada para después ser amplificada; en la siguiente figura se muestra la señal que saldrá del selector.

Amplificación de radiofrecuencia

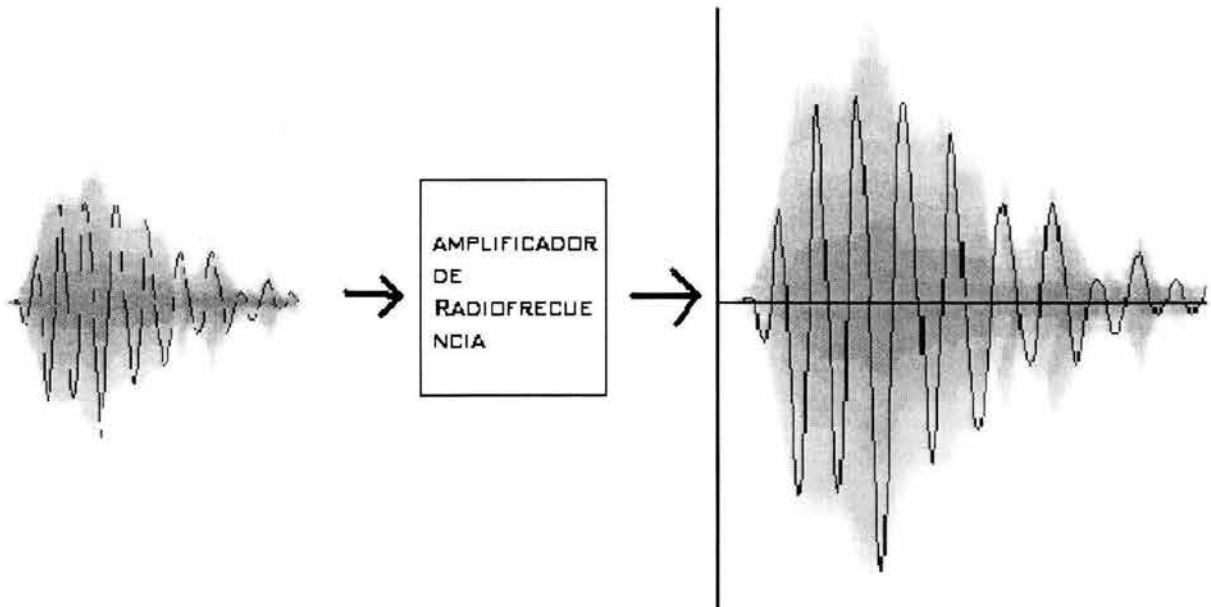


Figura 22 <sup>35</sup>

F

<sup>35</sup> figura elaborada por el autor

### 3.2.3 detección

La detección es un proceso que nos servirá para hacer audible la señal de radiofrecuencia; en el caso de AM, como ya sabemos, la información está contenida en la amplitud de la radiofrecuencia o, en otras palabras, la portadora estará variando en amplitud, ya que así fue modulada y esa variación describirá la información.

La voz humana es fácilmente interpretada con variación en amplitud; de hecho, en diferentes modulaciones como la modulación en frecuencia en las etapas finales del receptor, convierte las variaciones de frecuencia en variaciones de amplitud para que el amplificador de audio entregue a las bocinas una variación en amplitud, porque así es como las entiende el oído humano, esto desde un punto de vista electrónico porque el oído humano no interpreta la variación de voltaje sino la onda de choque, que es provocada por la bocina, pero sí es una forma más fácil de representar la forma en que se escucharía un sonido.

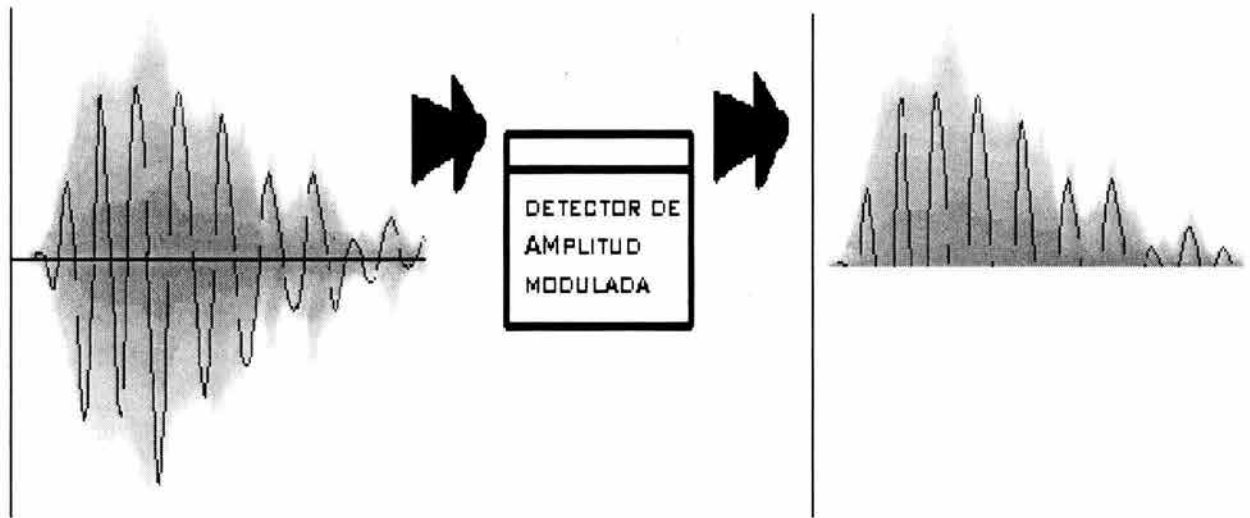
En la imagen siguiente se muestra cómo es que se hace la detección de radiofrecuencia para un receptor de Amplitud Modulada.

Esta detección consiste en una rectificación de media onda dejando pasar sólo los semiciclos positivos, y se preguntará: ¿por qué se rectifica si ya está variando en amplitud?

Esto se debe a que si se pusiera un voltímetro en la salida del amplificador de radiofrecuencia la amplitud siempre sería cero porque existe como una doble modulación con otras palabras es como si reflejaras con un espejo la señal esto ocasiona que si existe un voltaje en el tiempo  $t$  de  $1.3\text{ v}$  también habrá un voltaje de  $-1.3\text{ v}$  y al sumarlos dará como resultado un voltaje de cero y la variación en amplitud que necesitamos para recuperar la información no existirá. En este caso lo único necesario será eliminar ese "reflejo" de voltaje que está en la radiofrecuencia y trabajar sólo con la parte positiva para que tengamos una variación en amplitud y después amplificarla para que sea audible con unas bocinas.



detección

Figura 23<sup>36</sup>

la detección de AM. Esta figura muestra una detección de AM efectuado por un proceso de rectificación de media onda

la figura 24 muestra cómo es que la amplitud resultante de la modulación en amplitud da como resultado una radiofrecuencia que en cualquier instante de tiempo  $t$  tiene un voltaje de magnitud cero

---

<sup>36</sup> Figura elaborada por el autor

suma de amplitudes de una señal modulada en AM

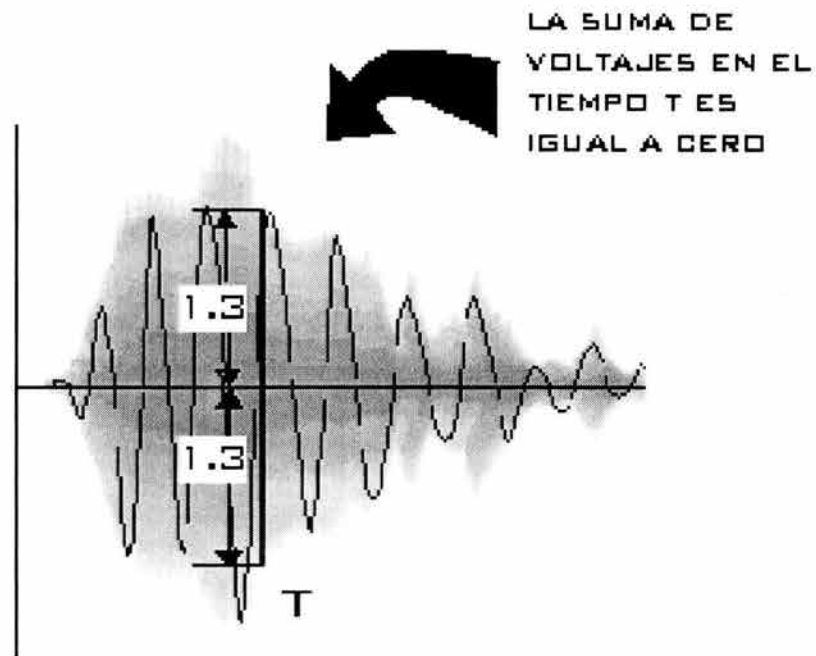
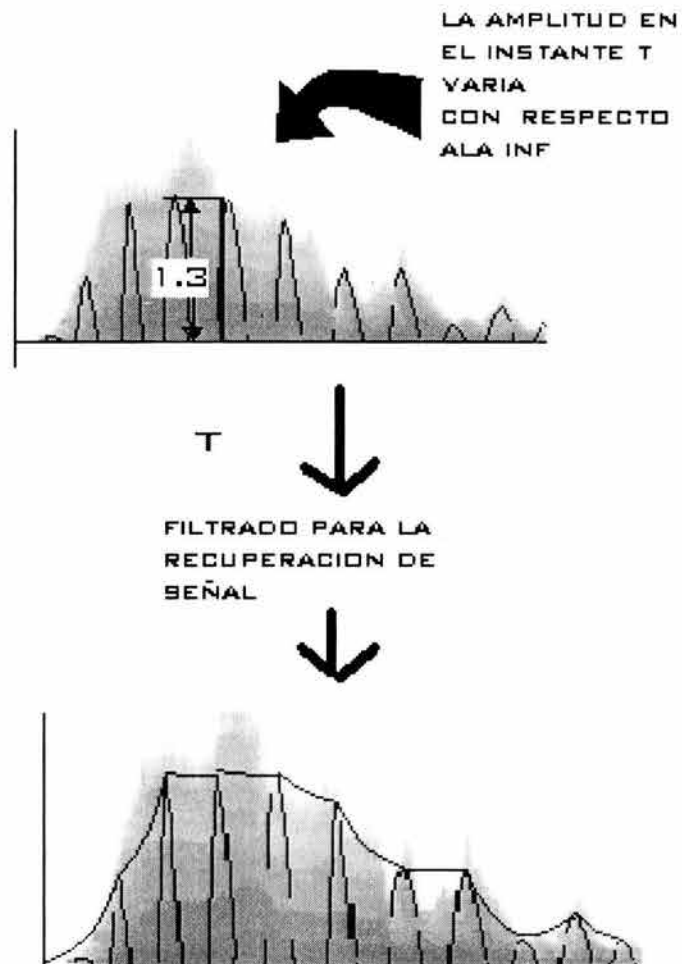


figura 24<sup>37</sup>

después de la detección de la señal, se podrá apreciar que la magnitud de voltaje en cualquier instante de tiempo  $t$  tiene un valor definido que puede valer desde cero hasta un valor  $x$  que dará como resultado una la información que necesitamos recuperar

<sup>37</sup> Figura elaborada por el autor

Figura 25<sup>38</sup>

en la detección también hay un proceso que sirve para recuperar la información que se comporta como un filtrado para eliminar ruido y generalmente se hace con un capacitor en la figura 11 se puede apreciar cómo es que la señal después de ser rectificada es filtrada,

<sup>38</sup> Figura elaborada por el autor

de esta manera la información es mas parecida a la de la fuente original y se elimina el ruido que pudiera provocar la portadora

### **3.2.4 Amplificación**

La amplificación es el último paso para que la información sea decodificada esta fase es muy utilizada para los sistemas de audio, los sistemas digitales no necesitan una potencia muy grande para que esta información sea interpretada.

En la figura siguiente se puede apreciar que es similar a la amplificación de la radiofrecuencia pero este amplificador generalmente es más potente y no necesita la misma velocidad porque la voz humana no tiene una frecuencia muy alta.

En el caso que sea una amplificación de una información digital es posible que requiera mucho más velocidad, ya que los datos si se transmiten a una velocidad mucho más grande, aun así el amplificador de radiofrecuencia por lo menos tiene que ser el doble de rápido que el amplificador final porque como ya vimos en el capítulo anterior la frecuencia de la portador por lo menos tiene que ser el doble de la frecuencia moduladora.

Es en este momento cuando ya tenemos la información recuperada.

Y es posible manejarla.

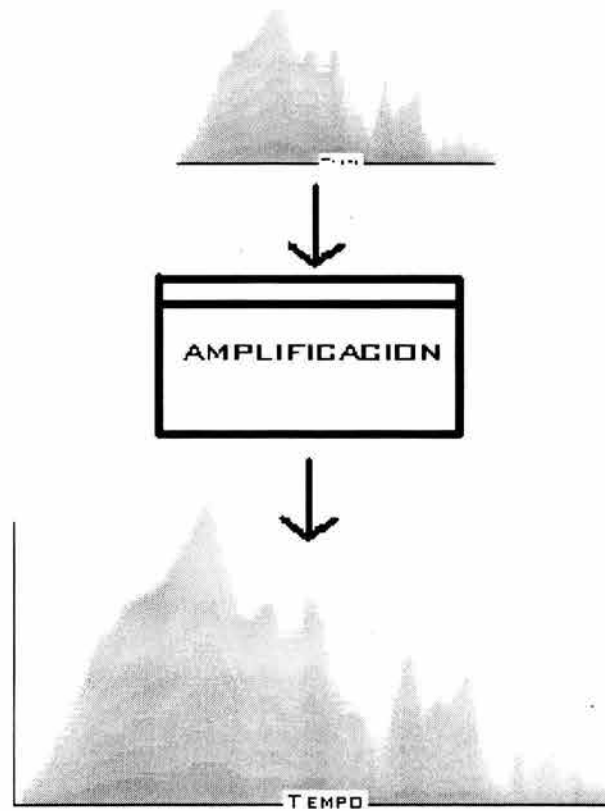


Figura 26<sup>39</sup>

A continuación se efectuara una practica donde se hará una recepción de AM y se comprobara este proceso de manera sencilla

---

<sup>39</sup> Figura elaborada por el autor

## PRÁCTICA III

## Construyendo un Simple radio Receptor con Cristal de Germanio<sup>40</sup>

### RADIO QUE FUNCIONA SIN PILAS

Un radio a cristal es muy simple, tiene pocas partes, no usa baterías o pilas y se puede construir en poco tiempo y con materiales que tenemos a mano en la casa.

La razón por la que el radio no necesita baterías se debe a las maravillosas capacidades del oído humano. El oído es extremadamente sensible a sonidos muy débiles. La radio a cristal usa sólo la energía de las ondas de radio y de los transmisores. Estos radiotransmisores mandan grandes cantidades de energía (decenas de miles de watts); sin embargo, debido a que se encuentran a grandes distancias y disponemos, en el mejor de los casos, de unas decenas de metros de antena, la cantidad de energía que recibimos con la radio a cristal se mide en millonésimas de watt. El oído humano puede detectar sonidos que son aún menos fuertes.

### Materiales:

- Botella de plástico. Se pueden usar botellas de cualquier tipo pero deben ser de unos 7 a 8 cm de diámetro y de 15 a 30 cm de largo. Las botellas de shampoo funcionan bien, pero debemos usar las que tienen paredes gruesas. Así podremos envolver el alambre alrededor.
- Unos 15 metros de alambre de cobre esmaltado. Casi todos los grosores funcionarán bien, pero los más gruesos son los mejores, podemos usar el número 22 o 18 (AGW).
- Diodo de germanio. Debemos usar el diodo 1N34A

---

<sup>40</sup> Fuente de la práctica <http://www.cienciafacil.com/radiocristal.html>

- Un audífono de teléfono en desuso. Si tiene uno en desuso, tanto mejor, pero puede usar el teléfono de tu casa, éste no sufrirá ningún daño.
- Clips del tipo "quijada de caimán". Los puede encontrar en todas las tiendas de electrónica.
- Unos 10 a 15 metros de alambre de cobre de cualquier tipo. Es opcional, porque puede usar una antena de TV o de radio FM, aunque funciona mejor con una antena larga.

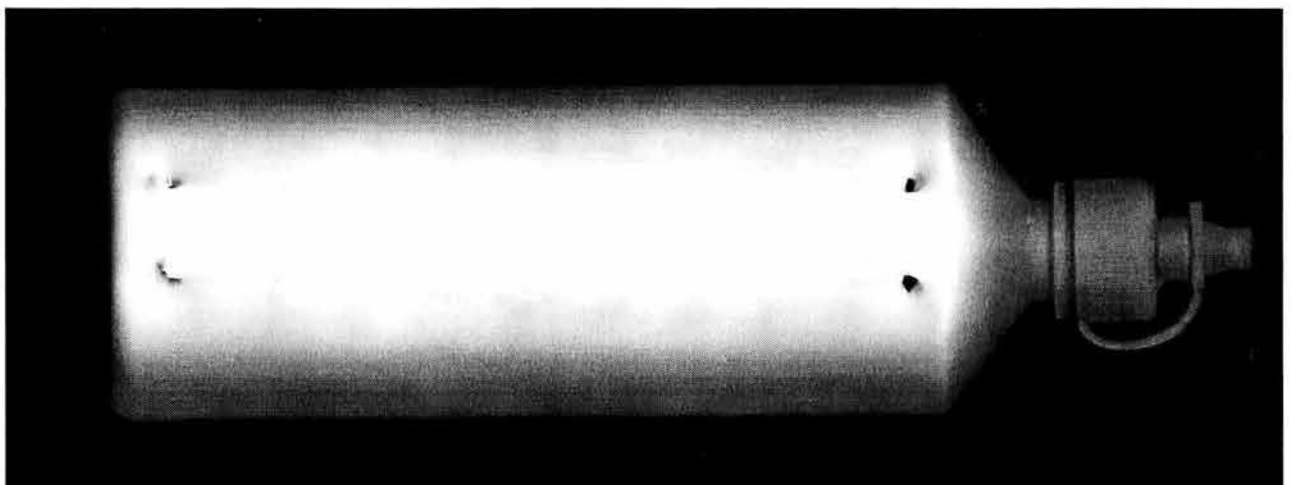
Este es el Diodo de Germanio, es el principal componente del radio.

Figura 26a<sup>41</sup>



Perfore agujeros en un costado de la botella y a una distancia de 2.5 cm entre ellos. Estos agujeros servirán para el alambre de cobre.

26b<sup>42</sup>



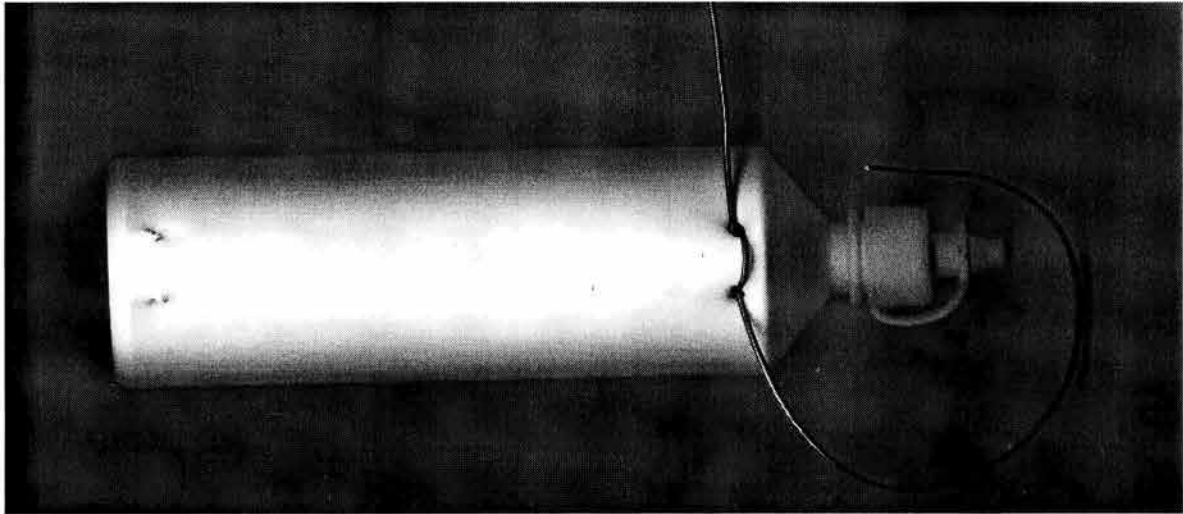
<sup>41</sup> <http://www.cienciafacil.com/radiocristal.html>

<sup>42</sup> <http://www.cienciafacil.com/radiocristal.html>



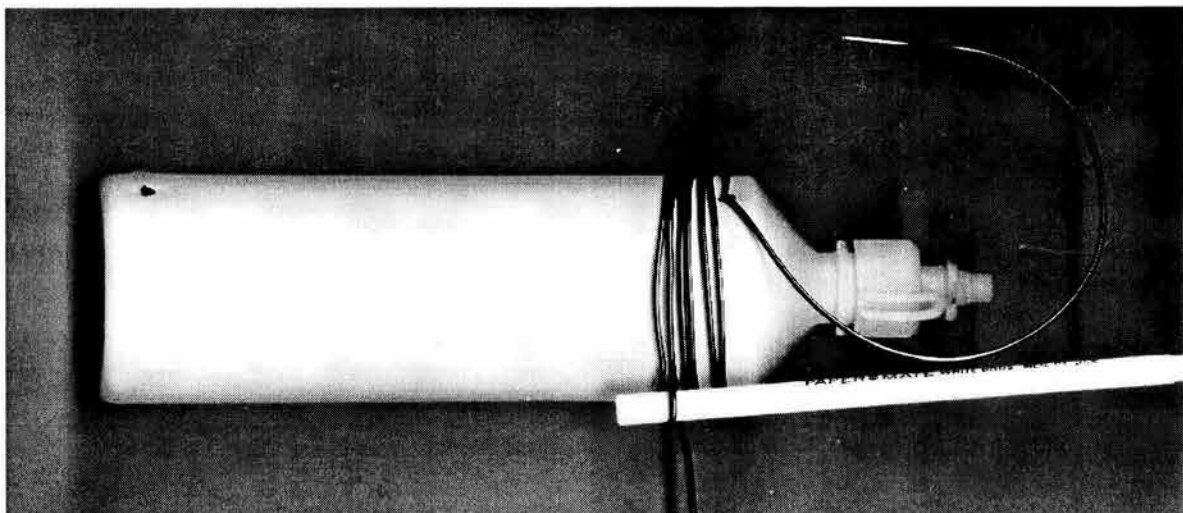
Metemos el alambre esmaltado en la parte superior de la botella y jalamos unos 15 cm.

26c<sup>43</sup>



Ahora tome el otro extremo del alambre y comience a envolver alrededor de la botella. Cuando haya hecho cinco vueltas, pare y haga un pequeño rizo. Si envuelve el alambre alrededor de un clavo o lápiz será más fácil.

26d<sup>44</sup>

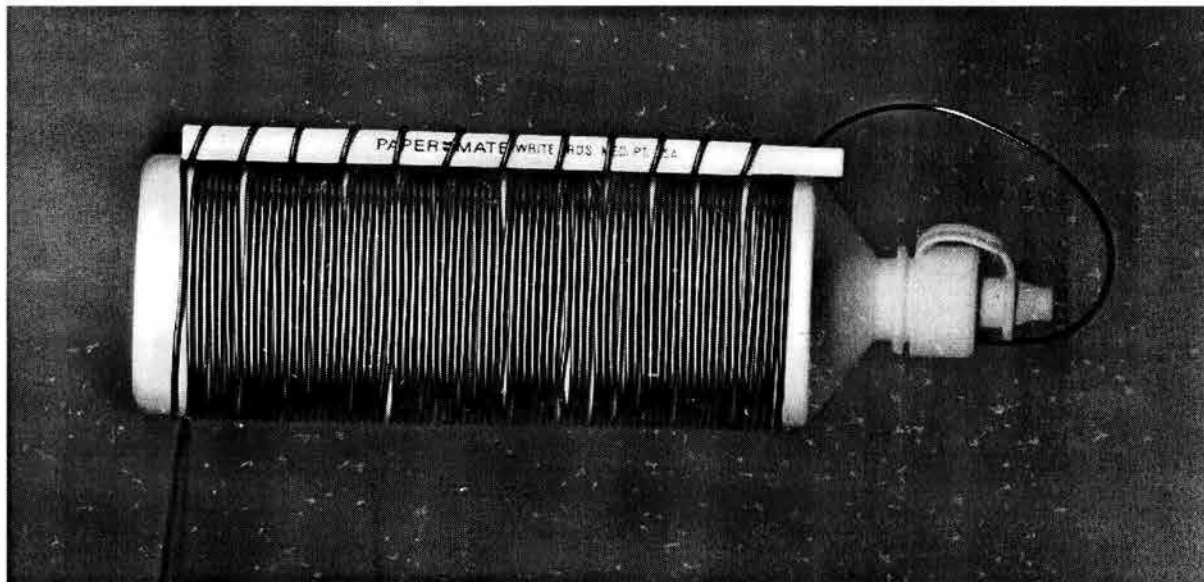


<sup>43</sup> <http://www.cienciafacil.com/radiocristal.html>

<sup>44</sup> <http://www.cienciafacil.com/radiocristal.html>

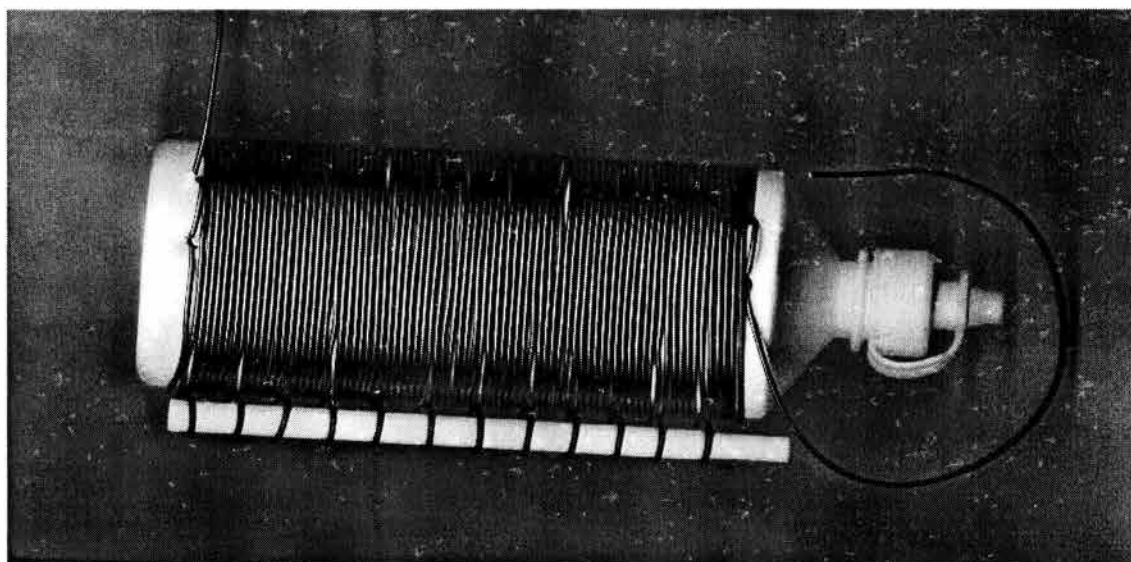
Continúe envolviendo otras cinco vueltas y otro rizo. Debe hacer esto hasta que la botella esté completamente envuelta en alambre.

26e<sup>45</sup>



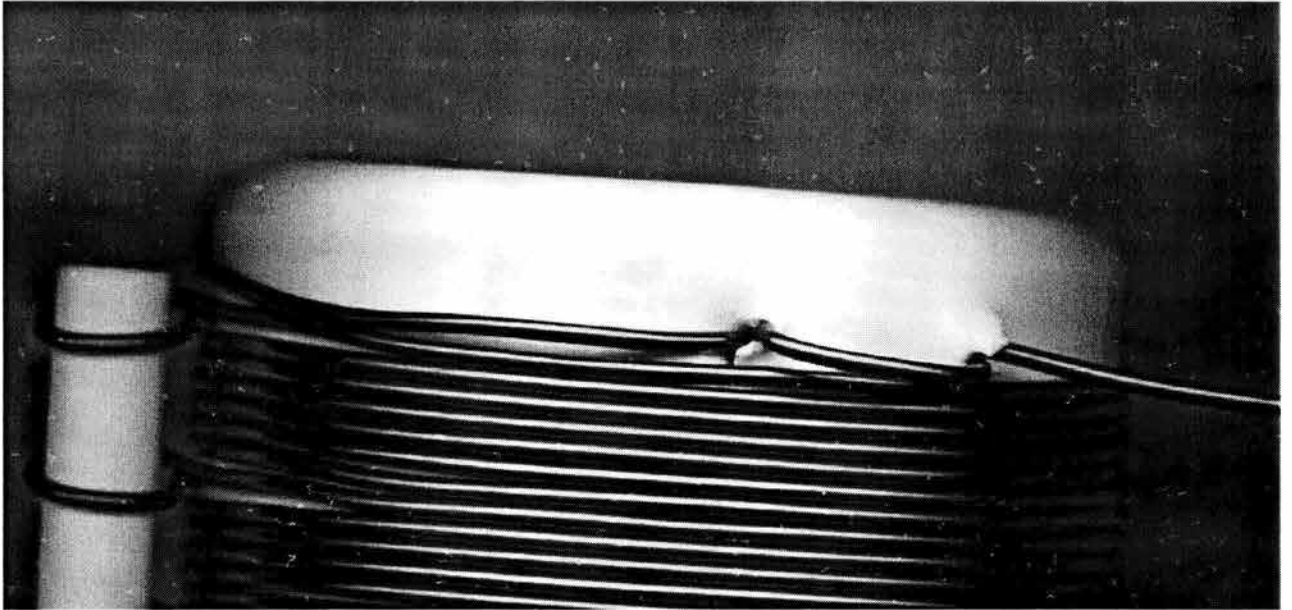
Corte el alambre dejando unos 15 cm e insértelo en dos agujeros perforados en la base de la botella, la que se verá así:

26f<sup>46</sup>

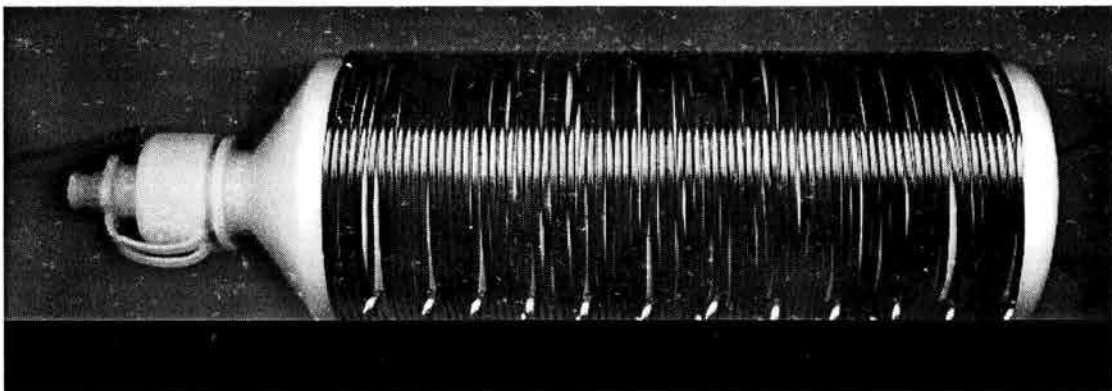


<sup>45</sup> <http://www.cienciafacil.com/radiocristal.html>

<sup>46</sup> <http://www.cienciafacil.com/radiocristal.html>

26g<sup>47</sup>

Ahora debemos quitar el aislamiento de los extremos del alambre esmaltado y de los taps (rizos) que hicimos cada cinco vueltas; si usa alambre esmaltado debe quitar el esmalte con lija.

26h<sup>48</sup>

<sup>47</sup> <http://www.cienciafacil.com/radiocristal.html>

<sup>48</sup> <http://www.cienciafacil.com/radiocristal.html>

Ahora colocamos el diodo de germanio al extremo del alambre en la parte inferior de la botella. Es mejor soldar esta conexión.

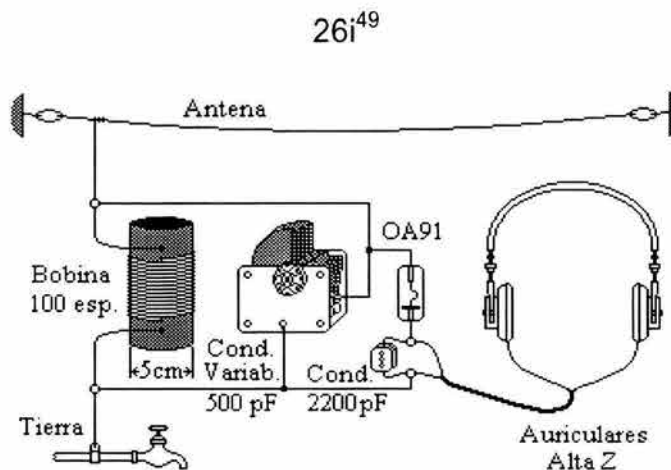
Corte el cable del auricular de teléfono, pele el aislamiento exterior y encontrará que hay cuatro alambres de color. Debemos usar los alambres negro y amarillo.

Los alambres del cable del teléfono son de cobre muy frágil y tienen alrededor unos hilos de plástico. El cobre se rompe fácilmente y, a veces, no se nota porque el plástico lo sujeta. Hay que soldar con mucho cuidado.

Suelde el alambre del cable del teléfono al extremo libre del diodo de germanio.

Sujete el otro cable al alambre de la parte superior de la botella, es buena idea soldarlos.

Ahora sujetamos un clip quijada de caimán a la antena. Es buena idea hacer una antena. Consiste de alambre de cobre (puede ser esmaltado, no importa quemado y obtenido de un transformador que ya no funciona), de unos 10 m de longitud y colocado entre dos postes de madera lo más altos posible. Conectamos en la parte media otro alambre, y a éste el clip quijada de caimán. Sujetamos el otro extremo a un tap de la bobina.

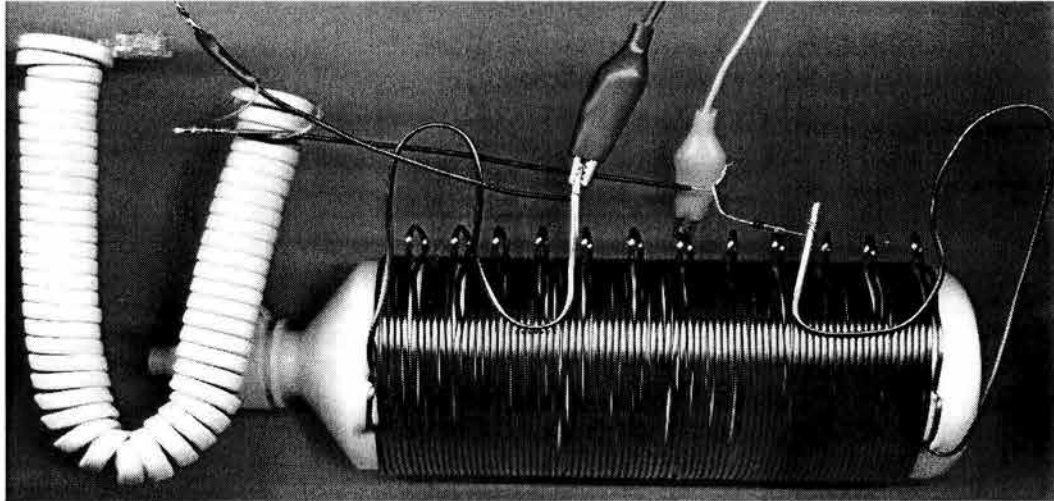


Otro clip al alambre que sale de la parte superior de la botella, éste es nuestra conexión a tierra. Debemos conectarlo a una pileta, a una tubería de agua u otro objeto de metal que tenga una buena conexión a tierra. Asegurémonos de que la tubería es de metal, de lo

<sup>49</sup> <http://www.cienciafacil.com/radiocristal.html>

contrario nuestra conexión a tierra no funcionará, ni el radio. En el dibujo anterior se puede ver un radio a cristal genérico y la forma de conectar la antena y la tierra.

26j<sup>50</sup>



En este punto ya debería poder escuchar una o dos estaciones de radio en el audífono del teléfono. Para seleccionar las estaciones hay que cambiar el clip "quijada de caimán" a diferentes taps de la bobina. Cuanto más larga y alta la antena, más fuerte se escuchará la estación de radio.

Ahora que el radio funciona se le puede mejorar colocándolo en una base de madera.

26k<sup>51</sup>



<sup>50</sup> <http://www.cienciafacil.com/radiocristal.html>

<sup>51</sup> <http://www.cienciafacil.com/radiocristal.html>

### 3.3 RECEPCIÓN DE FM

una vez ya explicado cómo es que la AM funciona sería sencillo hacer comparación con el FM, ya que es parecido porque los dos constan casi de las mismas fases.

En el FM hay una sintonización que sirve para hacer caso a una sola frecuencia, ya una vez que ha sido sintonizada la frecuencia de la señal que queremos tenemos que hacer que ésta se convierta en la información que se mando haciendo una detección, el paso siguiente es acoplar la señal a la potencia que se requiera generalmente se hace con una amplificación.

La sintonización FM es parecida a la sintonización de AM, ya que generalmente se utiliza un filtro; en la recepción FM también es común utilizar un circuito tanque para este proceso, pero este circuito además de hacer la sintonización tiene una peculiaridad, es capaz de hacer una detección de FM, esto es debido a que el circuito tanque tiene una frecuencia central (la cual está dada por la formula de  $F=1/(2\pi (Lc)^{1/2})$ ) y cuando entra una frecuencia al circuito mientras más cerca esté de la frecuencia central la amplitud de la señal se acercará al 100% de la misma; pero mientras más se aleje la frecuencia de entrada con respecto a la frecuencia central entonces la amplitud de la señal se irá reduciendo hasta que no deje pasar la señal. Esto es un filtrado de frecuencia.

Existe un rango en el cual pueden pasar las frecuencias que es un ancho de banda y en este rango el porcentaje de filtración varía dejando pasar la señal o frecuencia en un cierto porcentaje y es fácilmente apreciable como es que entre más esté la frecuencia de entrada alejada de la frecuencia central la amplitud es menor, este rango es más o menos de el +/-70.7% o de 3db. Debajo de la frecuencia central.

curva característica de un pasa bandas

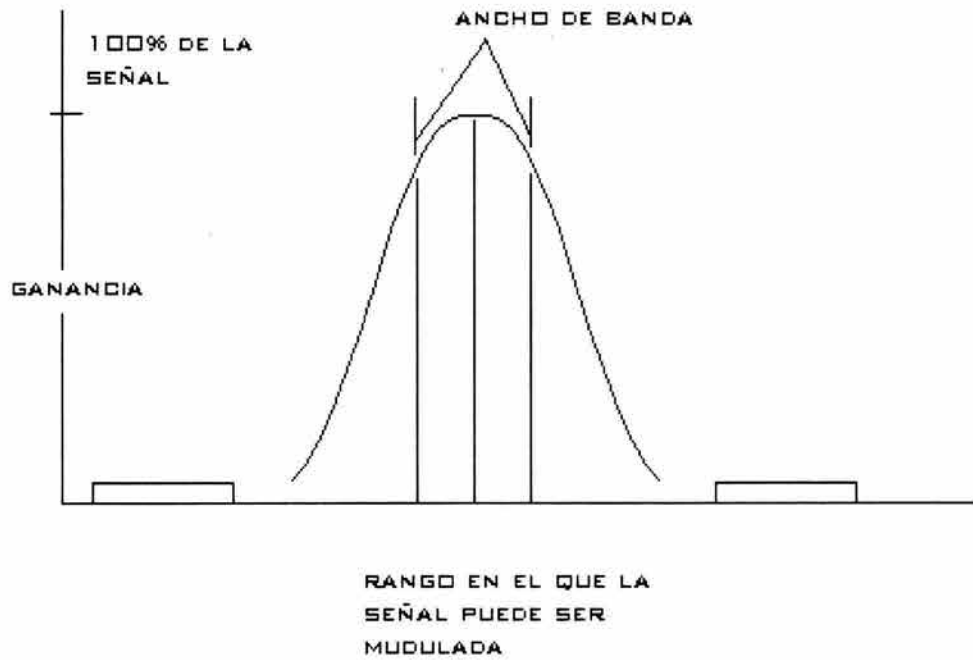


Figura 27<sup>52</sup>

<sup>52</sup> Figura elaborad por el autor

en la figura 27 se muestra cómo es que la ganancia es máxima cuando la frecuencia se encuentra sintonizada en la misma frecuencia que la frecuencia central del circuito, nos referimos a ganancia, porque aunque no amplifica debido a que es un circuito pasivo (pasivo es un circuito que no tiene una fuente propia o una alimentación), sí hace que la señal se disminuya como si fuera multiplicado por un número menor de uno.

el detector de FM cambia las variaciones de FM por variaciones de amplitud

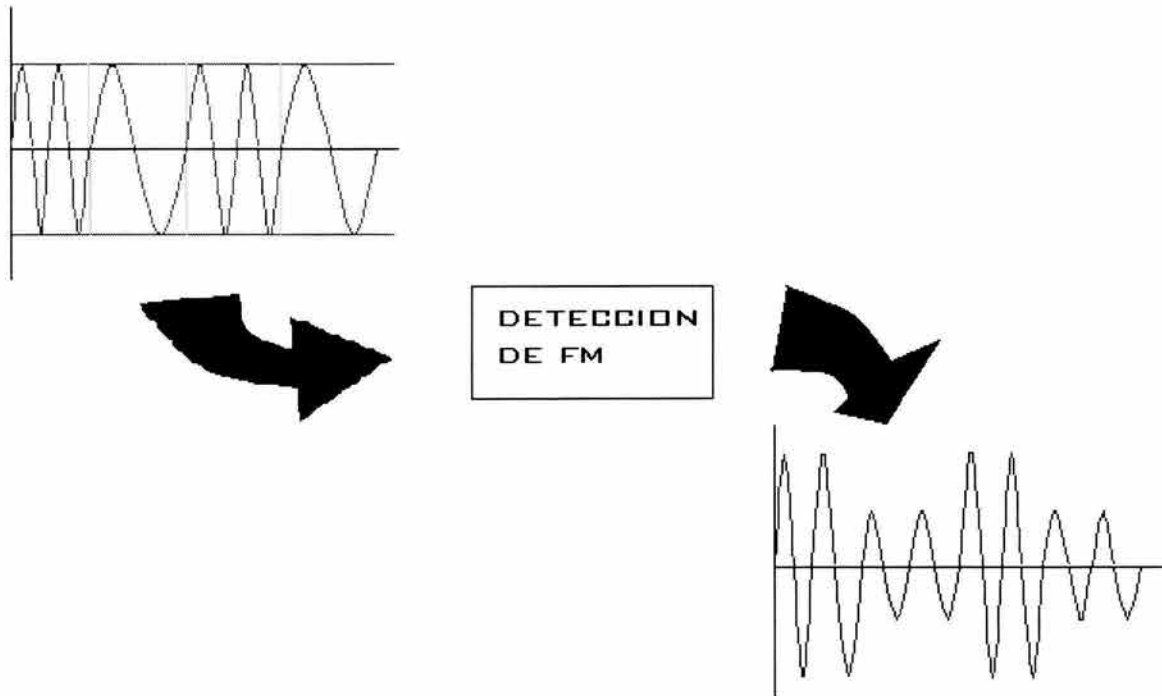


Figura 28<sup>53</sup>

<sup>53</sup> figura elaborada por el autor



Después de la sintonización y la detección, la señal de frecuencia modulada se verá cómo una señal modulada en amplitud, por lo tanto tendremos que seguir el mismo proceso de detección de AM poniendo un diodo para poder tener la información de una manera que sea posible entender, después es necesario pasarlo por un filtro para eliminar la frecuencia de la señal moduladora o radiofrecuencia.

Después de todos estos procesos tendremos la información deseada tal cual nos la manda el puerto, pero esta señal generalmente es muy pobre debido a que hasta ahora todos los elementos del demodulador FM son pasivos y no se puede tener una amplificación; por lo tanto, la fase siguiente es la de amplificación, la cual solo aumentará el voltaje y la corriente de la señal.

Es en este momento cuando la información es recuperada ya es entendible para el usuario.

amplificación de una señal



Figura 29<sup>54</sup>

<sup>54</sup> figura elaborada por el autor

## CAPITULO 4

# **I**NTERFASES

La finalidad de este capítulo es aplicar de manera didáctica los conocimientos adquiridos en los anteriores capítulos y de esta manera hacer una interfase que pueda transmitir información.

## 4.1 QUÉ ES UNA INTERFASE

*Interfaz*, punto en el que se establece una conexión entre dos elementos, que les permite trabajar juntos. En el campo de la informática se distinguen diversos tipos de interfaces que actúan a diversos niveles, desde las interfaces claramente visibles, que permiten a las personas comunicarse con los programas, hasta las imprescindibles interfaces hardware, a menudo invisibles, que conectan entre sí los dispositivos y componentes dentro de los ordenadores o computadoras. Las interfaces de usuario cuentan con el diseño gráfico, los comandos, mensajes y otros elementos que permiten a un usuario comunicarse con un programa. Las microcomputadoras disponen de tres tipos básicos de interfaces de usuario (que no necesariamente son excluyentes entre sí): la interfaz de línea de comandos, reconocible por los símbolos A o C del sistema MS-DOS, que responde a los comandos introducidos por el usuario; la interfaz controlada por menús utilizada en muchas aplicaciones (por ejemplo Lotus 1-2-3) ofrece al usuario una selección de comandos, permitiéndole elegir uno de ellos presionando la letra correspondiente, desplazando el cursor con las teclas de dirección o apuntando con el mouse (ratón), y la interfaz gráfica de usuario, una característica de los equipos Apple Macintosh y de los programas basados en ventanas, representa visualmente los conceptos, por ejemplo un escritorio, y permite al usuario no sólo controlar las opciones de los menús, sino también el tamaño, la posición y el contenido de una o más ventanas o áreas de trabajo que aparezcan en pantalla.

En el interior de las computadoras, donde el software funciona a niveles menos visibles, existen otros tipos de interfaces, como las que hacen posible que los programas trabajen con el sistema operativo y las que permiten al sistema operativo trabajar con el hardware de la computadora.

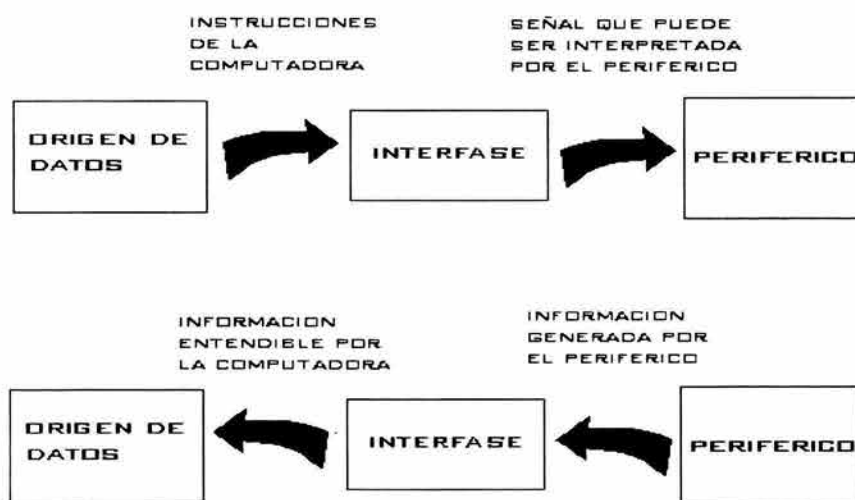
En hardware se entienden por interfaces las tarjetas, los conectores y otros dispositivos con que se conectan los diversos componentes a la computadora para permitir el intercambio de información. Existen, por ejemplo, interfaces estandarizadas

para la transferencia de datos, como el RS-232-C y el SCSI, que permiten interconectar computadoras e impresoras, discos duros y otros dispositivos.<sup>55</sup>

Cuando utilizamos el término interfase nos referimos a un dispositivo que se encuentra entre un periférico y la computadora este a veces puede ser parte de el periférico y se encarga de hacer que el periférico pueda interpretar la información que la computadora produce, así como también se encarga de que la computadora pueda entender la información que el periférico produce.

Figura 30<sup>56</sup>

en esta imagen se representa el flujo de información entre el periférico y la interfase y la computadora



Por lo general es muy común que la computadora se aislé o se haga una separación de lo que es el bus de una computadora con lo que es el periférico; esto se hace con el fin de proteger la computadora, porque si no se hace un buen manejo de estos

<sup>55</sup>"Interfaz", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

<sup>56</sup> Figura elaborada por el autor

buses se corre con el peligro de que pueda ser dañada la computadora. Existen varias formas de hacer esto y varios componentes que pueden realizar esta función, por ejemplo los opto acopladores que hacen una separación efectiva de lo que es la parte de información con lo que es la fase de el periférico, pero eso lo veremos más adelante.

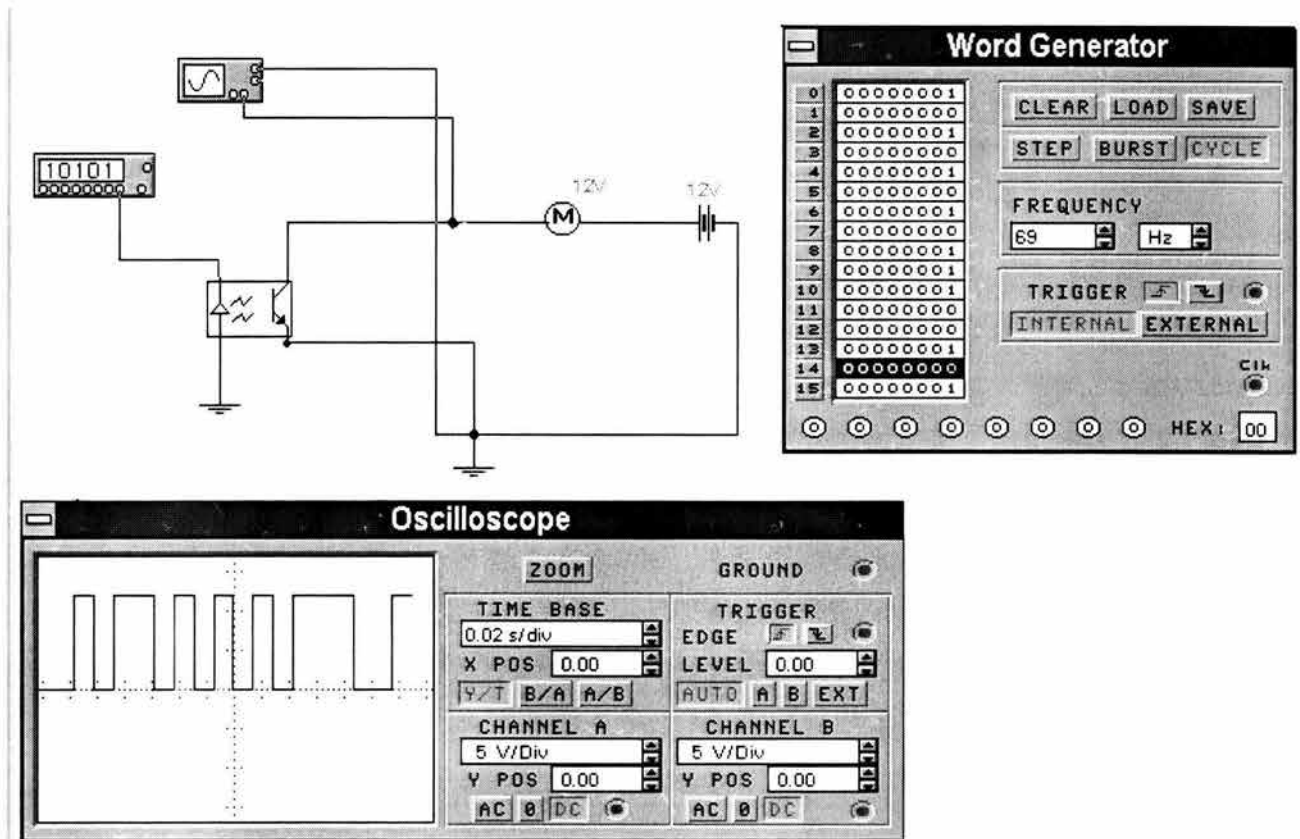
Una de las partes más importantes de la interfase es la fase de potencia, ya que es común que si estamos trabajando con varios dispositivos tengan que trabajar con diferentes características de voltaje y de corriente; además de esto muchas veces será necesario aumentar la potencia del equipo para que sean cubiertas nuestras necesidades, por ejemplo si es necesario que con un pulso que sale de la computadora tenga que activar un motor que consumirá 15 voltios y una corriente superior a 1 Amper, entonces por lógica con el pulso que sale de la computadora por el puerto paralelo no será suficiente debido a que generalmente es un pulso que tiene una magnitud de 5 voltios y una corriente de 0.5 Amperios (varia según la fuente) si en esta situación conectáramos el motor haríamos que la computadora se quemara, ya que el motor consumiría mas potencia de la que el bus puede proporcionarle.

La solución que podría aplicarse a este caso sería utilizar un transistor de potencia que tuviera las características mínimas que

demanda el motor y utilizar una fuente externa que alimentara a el motor, utilizando el pulso del puerto paralelo como gatillo que active el transistor, para tener una mejor protección seria apropiado que se separara o aislara la parte de potencia de la parte de información, esto se lograría fácilmente con un opto acoplador que haría una separación efectiva de la parte de potencia y la de datos. Este dispositivo logra hacer por medios ópticos el acoplamiento haciendo que no exista ningún contacto físico de la parte de datos con la de potencia.

Figura 31<sup>57</sup>

ejemplo sencillo de una interfase



En la figura 31 puede apreciarse cómo es que se haría esta interfase sencilla.

El generador de palabra está simulando ser el bus de la computadora, ya que sólo entrega 5 voltios a la salida; pero el opto acoplador además de separar la fase del bus, también activa el transistor que sirve como control para encender y apagar el motor que está conectado a una fuente de 12 voltios.

<sup>57</sup>Figura elaborada por el autor

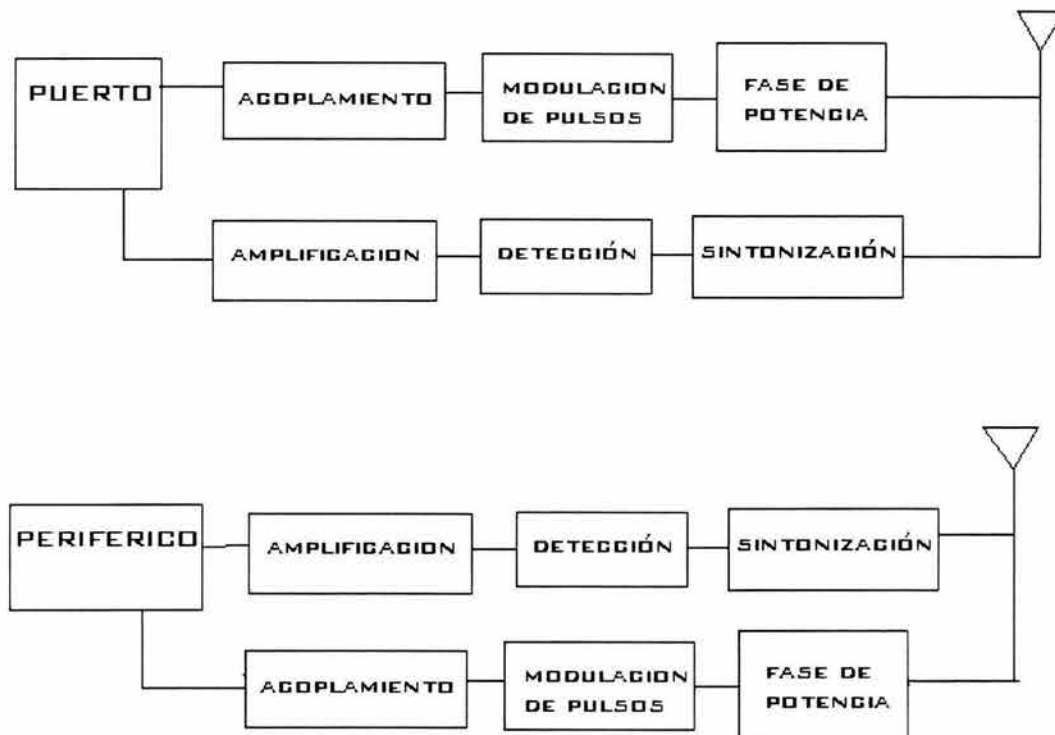
A este pequeño circuito se le puede considerar como interfase de potencia para que la computadora controle un motor.

Uno de los objetivos de la tesis es que por medio de las interfaces se logre hacer que la computadora se comuniquen con cualquier dispositivo externo y sin necesidad de utilizar cables, así que la interfase que necesitaremos diseñar será diferente a la de el ejemplo además de que el tema de interfaces es un tema de suma importancia, pues es muy útil aun no tratándose de comunicaciones inalámbricas porque si se domina este tema es posible controlar cualquier sistema eléctrico o electrónico o incluso sistemas mecánicos, como por ejemplo una válvula que se le puede agregar un electro imán y con una interfase de potencia podría ser fácilmente controlado por la computadora, así que se recomienda que no se dejen de lado todos los beneficios que puedes obtener con esta herramienta.

En la interfase se pretende solamente hacer que el diseño mande la señal de alguno de los puertos a un dispositivo externo sin necesidad de hacer un controlador de software, esto con el fin de hacerlo sencillo y didáctico; aun así cabe mencionar que para hacer el controlador de software se darán las bases y un ejemplo sencillo de cómo es que interactúan las interfaces con la computadora, no significa que una forma sea mejor que otra (con controlador o sin controlador), pero es mejor escoger la que mas se adecue a nuestras necesidades.

Para nuestra interfase se necesitará hacer una modulación con los pulsos que saldrán del puerto ya sea el paralelo o serie; después de esto darle la potencia suficiente y mandarlo por la antena ya modulado para que llegue al receptor que estará conectado en el periférico éste será otra interfase igual a la que estará conectada a la computadora; porque también será capaz de mandar información a la computadora por lo tanto también el dispositivo conectado al puerto de la computadora tendrá la capacidad de recibir información.

Serán estas dos tarjetas las que establecerán una comunicación half duplex.

Figura 32<sup>58</sup>

## 4.2 elementos básicos y como funcionan

Para hacer la interfase lo primero que necesitamos saber es cómo funcionan los componentes electrónicos y así tener la capacidad de diseñar nuestros propios circuitos.

Existe una gama muy extensa de componentes, así que se dará una explicación general.

<sup>58</sup> Figura elaborada por el autor



## **RESISTENCIA :**

*Resistencia, propiedad de un objeto o sustancia que hace que se resista u oponga al paso de una corriente eléctrica. La resistencia de un circuito eléctrico determina, según la llamada ley de Ohm, cuánta corriente fluye en el circuito cuando se le aplica un voltaje determinado. La unidad de resistencia es el ohmio, que es la resistencia de un conductor si es recorrido por una corriente de un amperio cuando se le aplica una tensión de 1 voltio. La abreviatura habitual para la resistencia eléctrica es R, y el símbolo del ohmio es la letra griega omega,  $\Omega$ . En algunos cálculos eléctricos se emplea el inverso de la resistencia,  $1/R$ , que se denomina conductancia y se representa por G. La unidad de conductancia es siemens, cuyo símbolo es S. Aún puede encontrarse en ciertas obras la denominación antigua de esta unidad, mho.*

*La resistencia de un conductor viene determinada por una propiedad de la sustancia que lo compone, conocida como conductividad, por la longitud, por la superficie transversal del objeto, así como por la temperatura. A una temperatura dada, la resistencia es proporcional a la longitud del conductor e inversamente proporcional a su conductividad y a su superficie transversal. Generalmente, la resistencia de un material aumenta cuando crece la temperatura.<sup>59</sup>*

la resistencia es un dispositivo semiconductor muy utilizado en la electrónica; este elemento es básico y muy sencillo, generalmente está hecho de carbón. Como ya se menciona antes la forma de medir la capacidad de este componente son los OHMS. La representación gráfica de la resistencia esta plasmada en la figura 33.

el funcionamiento básico es oponerse al paso de electrones y la magnitud de la oposición depende de la capacidad del elemento

---

<sup>59</sup>"Resistencia", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos

figura 33<sup>60</sup>

símbolo de resistencia

**DIODO:**

Componente electrónico que permite el paso de la corriente en un solo sentido. Los primeros dispositivos de este tipo fueron los diodos de tubo de vacío, que consistían en un receptáculo de vidrio o de acero al vacío que contenía dos electrodos: un cátodo y un ánodo. Ya que los electrones pueden fluir en un solo sentido, desde el cátodo hacia el ánodo, el diodo de tubo de vacío se podía utilizar en la rectificación. Los diodos más empleados en los circuitos electrónicos actuales son los diodos fabricados con material semiconductor. El más sencillo, el diodo con punto de contacto de germanio, se creó en los primeros días de la radio, cuando la señal radiofónica se detectaba mediante un cristal de germanio y un cable fino terminado en punta y apoyado sobre él. En los diodos de germanio (o de silicio) modernos, el cable y una minúscula placa de cristal van montados dentro de un pequeño tubo de vidrio y conectados a dos cables que se sueldan a los extremos del tubo.

Los diodos de unión constan de una unión de dos tipos diferentes de material semiconductor. El diodo Zener es un modelo especial de diodo de unión, que utiliza silicio, en el que la tensión en paralelo a la unión es independiente de la corriente que la atraviesa. Debido a esta característica, los diodos Zener se utilizan como reguladores de tensión. Otro modelo especial de diodo de unión se utiliza en las células solares, o heliopilas, en las que aparece espontáneamente una tensión al ser iluminada la unión. Por otra parte, en los diodos emisores de luz (LED, acrónimo inglés de *Light-Emitting Diode*), una tensión aplicada a la unión del semiconductor da

---

<sup>60</sup> Figura elaborada por el autor

como resultado la emisión de energía luminosa. Los LED se utilizan en paneles numéricos como los de los relojes digitales electrónicos y calculadoras de bolsillo.<sup>61</sup>

Figura 34

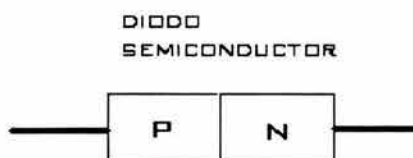
Diodo emisor de luz



el diodo es un dispositivo construido por dos materiales que es el material tipo n y el material tipo p, éstos son de silicio o de germanio. A cada uno de los materiales se les dopa (se les agrega impurezas) para hacer que tengan una polarización; el material tipo p hace alusión a un potencial positivo y el material tipo n a un potencial negativo la unión o a veces conocida como junctura se representa en la figura 35

---

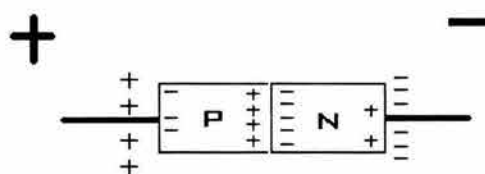
<sup>61</sup>"Diodo", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Figura 35<sup>62</sup>

la forma de trabajar de este semiconductor es como una especie de válvula; pero eléctricamente hablando, a esta forma de proceder se le denomina como rectificación, ya que sólo deja pasar la corriente en un sentido.

Figura 36<sup>63</sup>

diodo directamente polarizado



Cuando se conecta un potencial positivo a el diodo en la parte del material tipo p, que es el ánodo y un potencial negativo en la parte del material tipo n, se dice que está directamente polarizado. Cuando está directamente polarizado (como se ilustra en la figura anterior) las cargas hacen que los huecos del material p se vayan hacia la parte

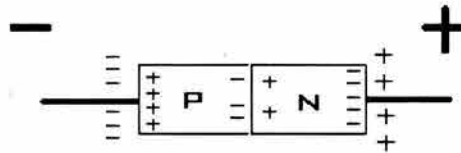
<sup>62</sup> Figura elaborada por el autor

<sup>63</sup> Figura elaborada por el autor

n del diodo y la carga negativa del lado n hace que las cargas negativas del material n se vayan hacia la parte del diodo tipo p esto hace que sea fácil para que los electrones pasen, a esto se le llama que la barrera de potencial se cierre, esto equivale a que si tuviéramos un switch y lo cerráramos o lo activáramos.

Figura 37<sup>64</sup>

diodo inversamente polarizado



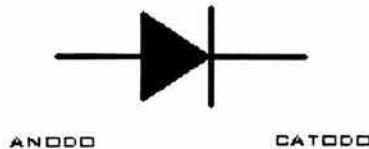
En el caso contrario, cuando se pone una carga de tipo positivo en el material tipo n, los electrones tienden a irse del lado en el que está la carga positiva, dejando los pocos o nulos huecos que pueda tener el material tipo n, del lado del material tipo p cuando el material tipo p se le pone un potencial negativo hace que los huecos se muevan hacia el extremo en el que está la carga negativa, dejando los electrones del lado del material n, esto hace que sea mucho más difícil el paso de los electrones a través del semiconductor. Cuando pasa esto se dice que el diodo está inversamente polarizado, y es semejante a que si tuviéramos un switch lo abriéramos.

El diodo es muy útil para la rectificación de onda, ya que funciona más o menos como una válvula y es muy utilizado en circuitos de fuentes de poder, además de otros como de detección de onda en un circuito de demodulación de AM su símbolo es:

<sup>64</sup> Figura elaborada por el autor

Figura 38 <sup>65</sup>

símbolo de un diodo



**CAPACITOR** o Condensador, dispositivo que almacena carga eléctrica. En su forma más sencilla, un condensador está formado por dos placas metálicas (armaduras) separadas por una lámina no conductora o dieléctrico. Al conectar una de las placas a un generador, ésta se carga e induce una carga de signo opuesto en la otra placa. La botella de Leyden es un condensador simple en el que las dos placas conductoras son finos revestimientos metálicos dentro y fuera del cristal de la botella, que a su vez es el dieléctrico. La magnitud que caracteriza a un condensador es su capacidad, cantidad de carga eléctrica que puede almacenar a una diferencia de potencial determinado. Los condensadores tienen un límite para la carga eléctrica que pueden almacenar, pasado el cual se perforan. Pueden conducir corriente continua durante sólo un instante, aunque funcionan bien como conductores en circuitos de corriente alterna. Esta propiedad los convierte en dispositivos muy útiles cuando debe impedirse que la corriente continua entre a determinada parte de un circuito eléctrico. Los condensadores de capacidad fija y capacidad variable se utilizan junto con las bobinas, formando circuitos en resonancia, en las radios y otros equipos electrónicos. Además, en los tendidos eléctricos se utilizan grandes condensadores para producir resonancia eléctrica en el cable y permitir la transmisión de más potencia. Los

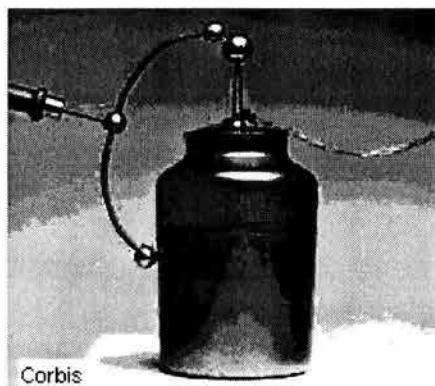
---

<sup>65</sup> Figura elaborada por el autor

condensadores se fabrican en gran variedad de formas. El aire, la mica, la cerámica, el papel, el aceite y el vacío se usan como dieléctricos, según la utilidad que se pretenda dar al dispositivo.<sup>66</sup>

Figura 39<sup>67</sup>

botella de Leyden uno de los primeros capacitores



El capacitor es un elemento, como ya se explicó, hecho con dos placas que almacena energía; se utiliza en fuentes de voltaje, en filtros, en el detector de AM para hacer que la señal sea más entendible y con mejor calidad, en circuitos resonantes como lo es el circuito tanque, etc.

El capacitor es un elemento que almacena un campo electrostático, el cual puede ser descargado con una velocidad dependiendo de la resistencia que se ofrezca o la carga; este campo electrostático es convertido en una diferencia de potencial o voltaje. La capacidad de almacenaje depende de los materiales con los que estén hechos además de la cantidad.

---

<sup>66</sup>"Condensador", *Enciclopedia Microsoft® Encar® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

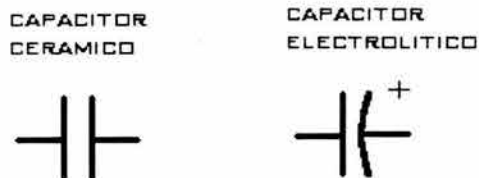
<sup>67</sup> Idem

Básicamente hay dos tipos de capacitores, que son los electrolíticos y los cerámicos; existen otros como lo son de poliéster.

Los electrolíticos son capacitores que tienen polaridad y los cerámicos son capacitores que no tienen polaridad. La representación de un capacitor es la siguiente:

Figura 40<sup>68</sup>

capacitores



### **BOBINA:**

la bobina es un elemento electrónico que básicamente consiste en un cable que esta enredado y funciona a partir de inducción, este elemento almacena un campo magnético.

Al pasar un flujo de electrones por cualquier cable, éste produce un campo magnético. Esta propiedad es aprovechada para hacer que almacene un campo magnético; este campo puede inducir una corriente y depende de la carga que tenga la bobina es la velocidad en que éste se descargará. La descarga de una bobina generalmente es muy rápida; este elemento es utilizado para mejorar la calidad de la energía además de hacer más continua la corriente en una fuente de voltaje. Otra de sus aplicaciones mas comunes es en los circuitos resonantes; es muy común ver un circuito tanque,

<sup>68</sup> Figura elaborada por el autor



este circuito es un arreglo de una bobina y un capacitor que juntos hacen o constituyen un oscilador, otra aplicación de el circuito es la de servir como filtro de frecuencias y en otros casos como el de un detector de FM que hace que las variaciones de frecuencia se transformen en variaciones de amplitud de voltaje.

Figura 41 <sup>69</sup>

representación de la bobina



### **TRANSFORMADOR:**

*Dispositivo eléctrico que consta de una bobina de cable situada junto a una o varias bobinas más, y que se utiliza para unir dos o más circuitos de corriente alterna (CA) aprovechando el efecto de inducción entre las bobinas. La bobina conectada a la fuente de energía se llama bobina primaria. Las demás bobinas reciben el nombre de bobinas secundarias. Un transformador cuyo voltaje secundario sea superior al primario se llama transformador elevador. Si el voltaje secundario es inferior al primario este dispositivo recibe el nombre de transformador reductor. El producto de intensidad de corriente por voltaje es constante en cada juego de bobinas, de forma*

---

<sup>69</sup> Figura elaborada por el autor

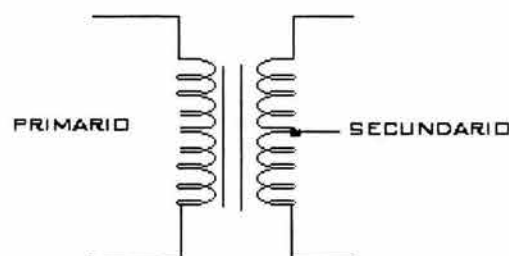
que en un transformador elevador el aumento de voltaje de la bobina secundaria viene acompañado por la correspondiente disminución de corriente.<sup>70</sup>

El transformador se utiliza generalmente en fuentes de voltaje para hacer que el voltaje disminuya o aumente según la carga de el circuito que soportará la fuente; también es utilizado en circuitos de audio. Cabe mencionar que el transformador no puede inducir corriente en la bobina secundaria si el devanado primario es alimentado por una corriente continua.

Cuando el transformador es conectado a la corriente, el flujo de electrones que pasa por la bobina primaria produce un campo magnético. El transformador aprovecha el campo magnético generado por la bobina primaria para que ese campo excite la bobina secundaria, la cual, al recibir ese campo, produce una corriente o un flujo de electrones, la cual produce una diferencia de potencial.

Físicamente no existe ningún contacto entre las dos bobinas, por eso se puede considerar que está aislada una parte de otra.

Figura 42<sup>71</sup>



transformador

---

<sup>70</sup>"Transformador", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos

<sup>71</sup> Figura elaborada por el autor

## **TRANSISTOR**

*En electrónica, denominación común para un grupo de componentes electrónicos utilizados como amplificadores u osciladores en sistemas de comunicaciones, control y computación. Hasta la aparición del transistor en 1948, todos los desarrollos en el campo de la electrónica dependieron del uso de tubos de vacío termoiónicos, amplificadores magnéticos, maquinaria rotativa especializada y condensadores especiales, como los amplificadores. El transistor, que es capaz de realizar muchas de las funciones del tubo de vacío en los circuitos electrónicos, es un dispositivo de estado sólido consistente en una pequeña pieza de material semiconductor, generalmente germanio o silicio, en el que se practican tres o más conexiones eléctricas. Los componentes básicos del transistor son comparables a los de un tubo de vacío triodo e incluyen el emisor, que corresponde al cátodo caliente de un triodo como fuente de electrones.*

*Las propiedades eléctricas de un material semiconductor vienen determinadas por su estructura atómica. En un cristal puro de germanio o de silicio, los átomos están unidos entre sí en disposición periódica, formando una rejilla cúbica tipo diamante perfectamente regular. Cada átomo del cristal tiene cuatro electrones de valencia, cada uno de los cuales interactúa con el electrón del átomo vecino formando un enlace covalente. Al no tener los electrones libertad de movimiento, a bajas temperaturas y en estado cristalino puro, el material actúa como un aislante.<sup>72</sup>*

### *Funcionamiento del transistor*

*En un transistor se pueden combinar dos uniones para obtener amplificación. Un tipo, llamado transistor de unión npn, consiste en una capa muy fina de material tipo p entre dos secciones de material tipo n, formando un circuito como el mostrado en la*

---

<sup>72</sup>"Transistor", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

figura 43. El material tipo n a la izquierda del diagrama representa el elemento emisor del transistor, que constituye la fuente de electrones. Para permitir el avance de la corriente a lo largo de la unión np, el emisor tiene un pequeño voltaje negativo con respecto a la capa tipo p, o componente base, que controla el flujo de electrones. El material tipo n en el circuito de salida sirve como elemento colector y tiene un voltaje positivo alto con respecto a la base, para evitar la inversión del flujo de corriente. Los electrones que salen del emisor entran en la base, son atraídos hacia el colector cargado positivamente y fluyen a través del circuito de salida. La impedancia de entrada (la resistencia al paso de corriente) entre el emisor y la base es reducida, mientras que la impedancia de salida entre el colector y la base es elevada. Por lo tanto, pequeños cambios en el voltaje de la base provocan grandes cambios en la caída de voltaje a lo largo de la resistencia del colector, convirtiendo a este tipo de transistor en un eficaz amplificador. Similar al tipo npn en cuanto a su funcionamiento, el transistor de unión pnp dispone también de dos uniones y es equivalente al tubo de vacío denominado triodo. Otros tipos con tres uniones, tales como el transistor de unión npnp, proporcionan mayor amplificación que los transistores de dos uniones.<sup>73</sup>

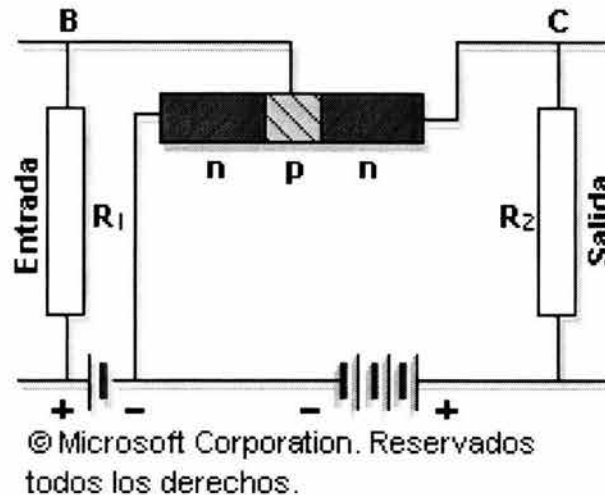
Los transistores son elementos muy utilizados en amplificación de señales. Este elemento es formado por tres capas y tiene diferentes configuraciones que son las de base común, emisor común y colector común en la configuración de emisor común es utilizada para una amplificación, ya que es la configuración que permite que la más alta amplificación o ganancia. las otras configuraciones son utilizadas para cuando se necesita hacer un acoplamiento de impedancias.

---

<sup>73</sup>"Transistor", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

figura 43

representación de un transistor conectado para funcionar como amplificador



### ***Amplificador operacional***

El amplificador operacional es un amplificador de ganancia variable, es un circuito que es capaz de utilizar la retroalimentación para diferentes propósitos.

Con este elemento es posible realizar varias operaciones tanto aritméticas como algebraicas y lógicas; además, posee una forma de operar o estado de histéresis.

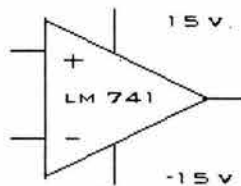
Existen varias formas de configurar este amplificador, como por ejemplo se puede utilizar como seguidor amplificador simple con una ganancia constante. Este tipo de configuraciones utilizan la retroalimentación, pero se puede utilizar una configuración de comparador que es posible que el amplificador tenga un estado de decisión, el cual no utiliza la retroalimentación. También sus características dependen del fabricante como puede ser la velocidad del amplificador; incluso existen muchos tipos de amplificadores y varían según al número, como por ejemplo el amplificador LM 311, que es un amplificador operacional que tiene una alimentación de hasta 15 voltios

positivos y negativos y una velocidad superior a la de el LM 741 que soporta hasta 18 voltios.

Figura 44 <sup>74</sup>

esta es la representación de un amplificador operacional

AMPLIFICADOR OPERACIONAL



## CONFIGURACIONES

### inversora

En la configuración inversora la amplificación tiene una ganancia, pero es de forma inversa; es decir, que si se tiene una ganancia de 3 y en la entrada tenemos un voltaje de 5 la salida será de  $-15$

Esta configuración es de las más utilizadas debido a que es una de las más estables, se utiliza con fines de amplificación y recuperación de señal, solo que la potencia dependerá completamente de las características del amplificador. Este tipo de amplificadores no se utilizan con fines de tener una gran potencia a la salida, ya que ofrecen mas o menos el rango de 10mA a la salida.

La salida del amplificador depende directamente de las resistencias que compongan el circuito y la ganancia de un amplificador operacional depende de la relación que exista entre la resistencia de retroalimentación y la de entrada; por lo tanto, la ganancia es igual:

<sup>74</sup> Figura elaborada por el autor

$$G = R_r/R_i$$

Donde

G ganancia

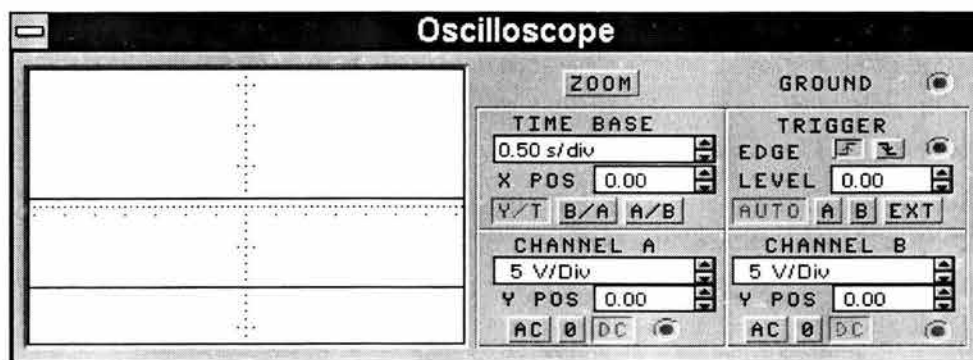
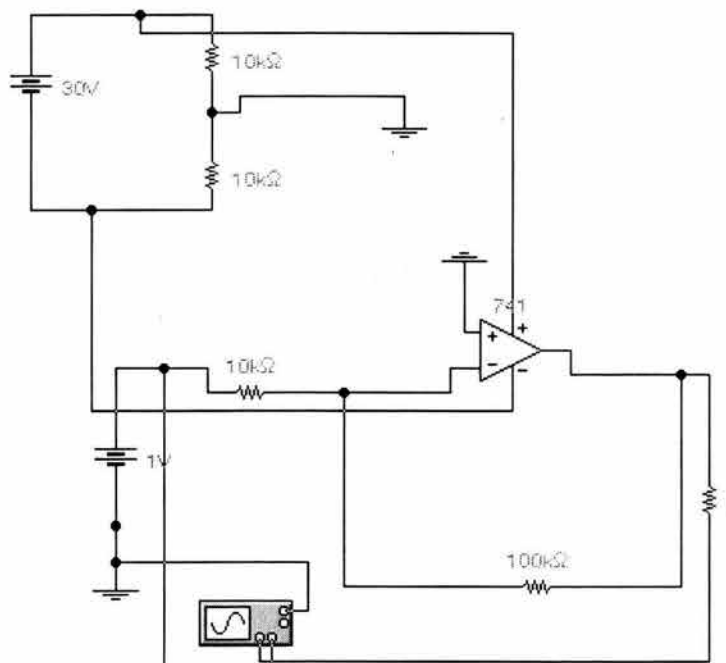
R<sub>r</sub> Resistencia de retroalimentación

R<sub>i</sub> Resistencia de entrada

Por ejemplo, en la figura 45 el amplificador operacional está conectado en forma inversa y tiene una resistencia de retroalimentación de 100KΩ y una resistencia de entrada de 10KΩ por lo tanto la ganancia es de 10, lo que significa que aumentara 10 veces el voltaje que entre. Pero debido a que está conectado en la terminal inversora, la ganancia será negativa, y si tenemos un voltaje de entrada de un voltio la salida registrará un voltaje de -10 voltios.

Figura 45<sup>75</sup>

Amplificador operacional configurado como inversor

<sup>75</sup> Figura elaborada por el autor



no inversora

la forma en la que el amplificador operacional funciona en su configuración de no inversora es parecida a la forma en la que trabaja en la configuración de inversor; también utiliza una resistencia de retroalimentación y una resistencia de entrada, pero varía un poco en la forma de obtener la ganancia, aunque sigue siendo una relación entre la resistencia de entrada y la de retroalimentación. la forma de obtener la ganancia es la siguiente:

$$G = 1 + ( R_r / R_i )$$

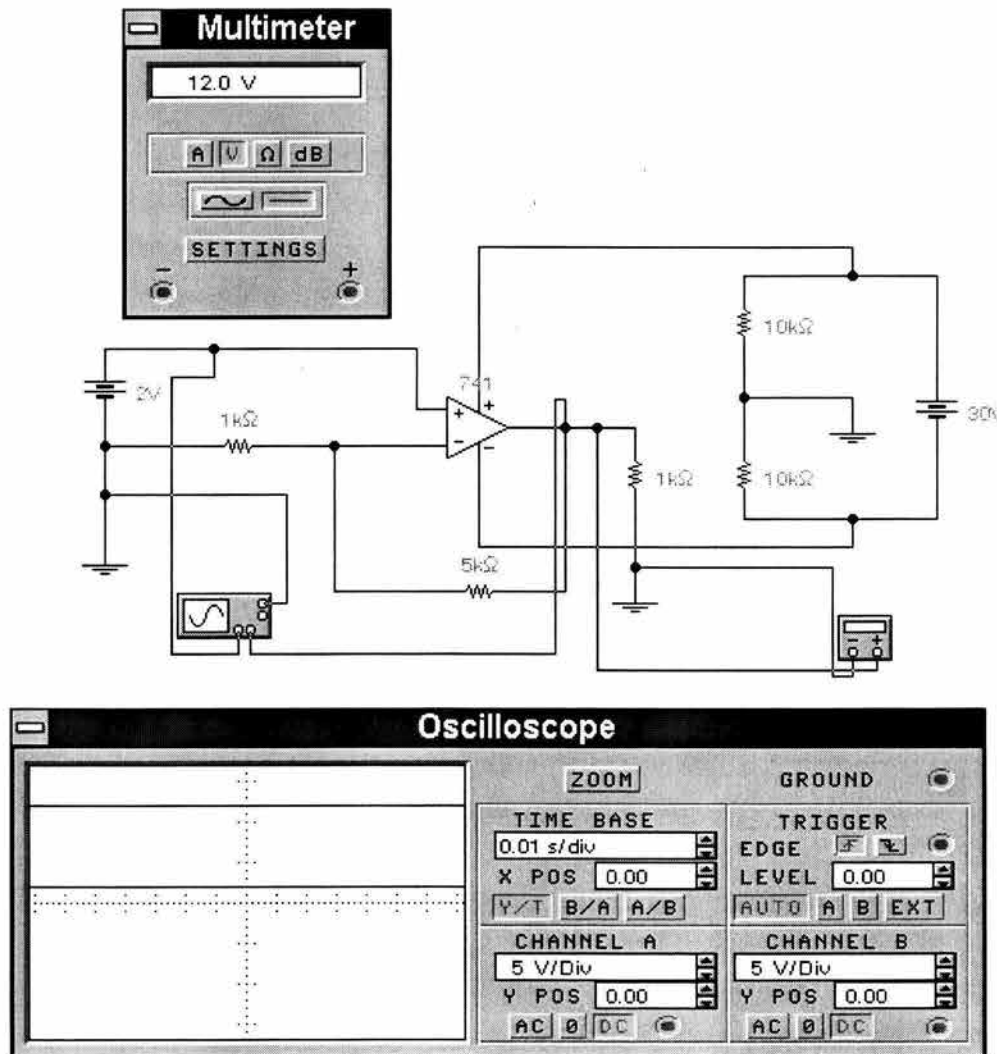
Es decir, que si a la entrada tengo un voltaje de entrada de un voltio con una ganancia de 3, tendré un voltaje de salida de 3 voltios, a diferencia de la anterior configuración que tendría un voltaje de menos tres. Este tipo de configuración es también utilizada en circuitos cotidianos.

Para conectar el amplificador operacional en su forma no inversora hay que conectar una resistencia de retroalimentación de la salida del amplificador a la terminal inversora y conectar otra resistencia (resistencia de entrada) de la terminal inversora a tierra, la entrada será la terminal no inversora.

Para mejor referencia vea la siguiente imagen, en este ejemplo se ve cómo es que una amplificador es conectado en su configuración de no inversión con una resistencia de retroalimentación de 5 K $\Omega$  y una resistencia de entrada de 1K $\Omega$ , lo cual, aplicando la formula nos dará una ganancia de 6; por lo tanto, con un voltaje de entrada de 2 voltios tendremos un resultado de 12 voltios.

Figura 46 <sup>76</sup>

amplificador operacional configurado como amplificador no inversor



<sup>76</sup> Figura elaborada por el autor

## seguidor de voltaje

El seguidor de voltaje es una configuración del amplificador operacional en la que la ganancia es uno. Se podría pensar que no tiene objeto eso de tener que amplificar una señal de entrada por uno, porque al final de cuentas es la misma señal de entrada la que el amplificador nos entregará; pero es muy útil, ya que hay veces que necesitamos que la señal sea acoplada, por ejemplo el circuito que está en la etapa siguiente demanda más corriente de la que la señal puede suministrar, así que si conectamos el cable que lleva la señal directamente a este circuito, sólo se generara una caída de voltaje y el circuito no hará adecuadamente su función por lo mismo. Para que esto no suceda, el amplificador operacional con su configuración de seguidor acoplará esta parte haciendo que tenga la señal la suficiente potencia para que el circuito no provoque una caída de voltaje.

Además, la señal no sufrirá ninguna caída a la entrada del amplificador operacional, ya que la entrada del amplificador es una entrada con una resistencia muy alta como del orden de varios mega Ohms; esto provoca que la demanda de corriente sea mínima o casi nula.

Claro, también hay que fijarse que las características del amplificador sean las apropiadas debido a que si sobrepasamos las características de éste, lo único que haremos es descomponerlo o quemarlo, así que si necesitamos una corriente muy grande no es recomendable que se utilice, mejor será utilizar un transistor de potencia.

La forma de conectar es como se muestra en la figura siguiente, esta vez no se utilizan resistencias aunque si se utiliza la retroalimentación conectándose un puente entre la salida y la entrada inversora, la señal será conectada directamente a la entrada no inversora

amplificador configurado como seguidor de voltaje

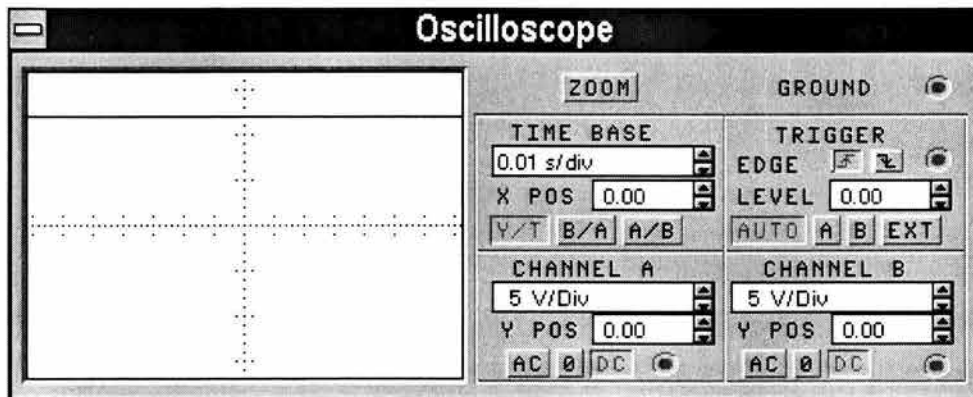
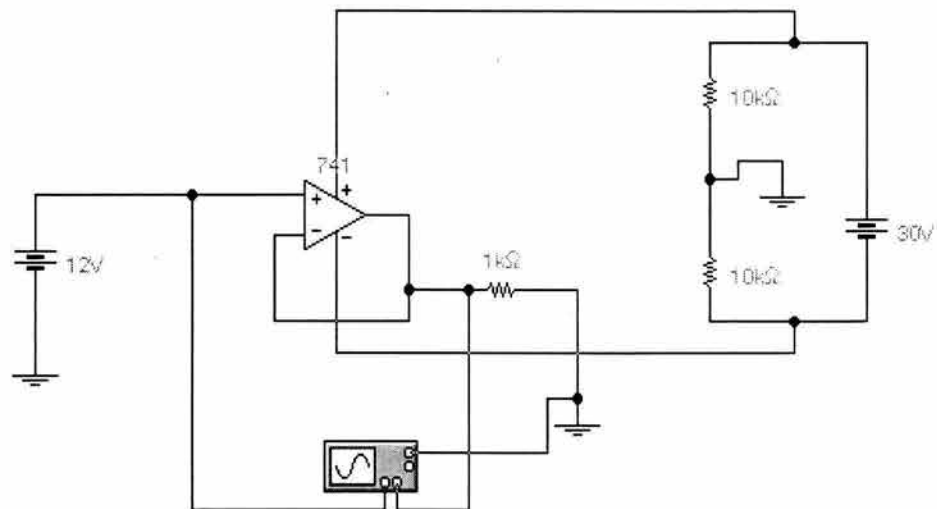


Figura 47<sup>77</sup>

<sup>77</sup> Figura elaborada por el autor

## Comparador

En esta configuración utilizaremos el amplificador operacional como un comparador de voltaje utilizando una de las terminales de entrada como referencia; ésta nos servirá para una especie de nivel de decisión que hará la comparación del voltaje de referencia y otro que será la señal que va a ser comparada, esta señal se introducirá por la otra terminal de entrada. O simplemente se hace una comparación de dos señales.

Esta configuración es muy útil, ya que nos puede servir como filtro o para recuperar información, sobretodo en la parte digital debido a que algunas veces en las transmisiones de una información la señal que es recuperada tiende a tener ruido y esto hace que se distorsione la información, por ejemplo agregando unos cuando no debería de hacerlo. Al agregar un amplificador configurado como comparador, si la señal de entrada tiene un ruido que está oscilando de 0 a 0.5 voltios y la amplitud de la señal es de 1.5 voltios, sería útil poner la referencia del amplificador en 0.7 voltios y sólo cuando pase este nivel marcará un uno haciendo más confiable la recepción. Este tipo de problemas es más fácil que se presente en una transmisión de amplitud modulada, ya que es con la amplitud de la señal con la que se trabaja en esta transmisión, así que es recomendable que si se utiliza este tipo de transmisión se aplique uno de estos métodos.

La forma de conectar el amplificador para esta configuración es simplemente conectar la señal que se comparará en una de las terminales (que casi siempre es en la no inversora) y la terminal de referencia será la otra entrada; en esta configuración, a comparación de las otras, no se utilizara una retroalimentación.

amplificador operacional configurado como comparador

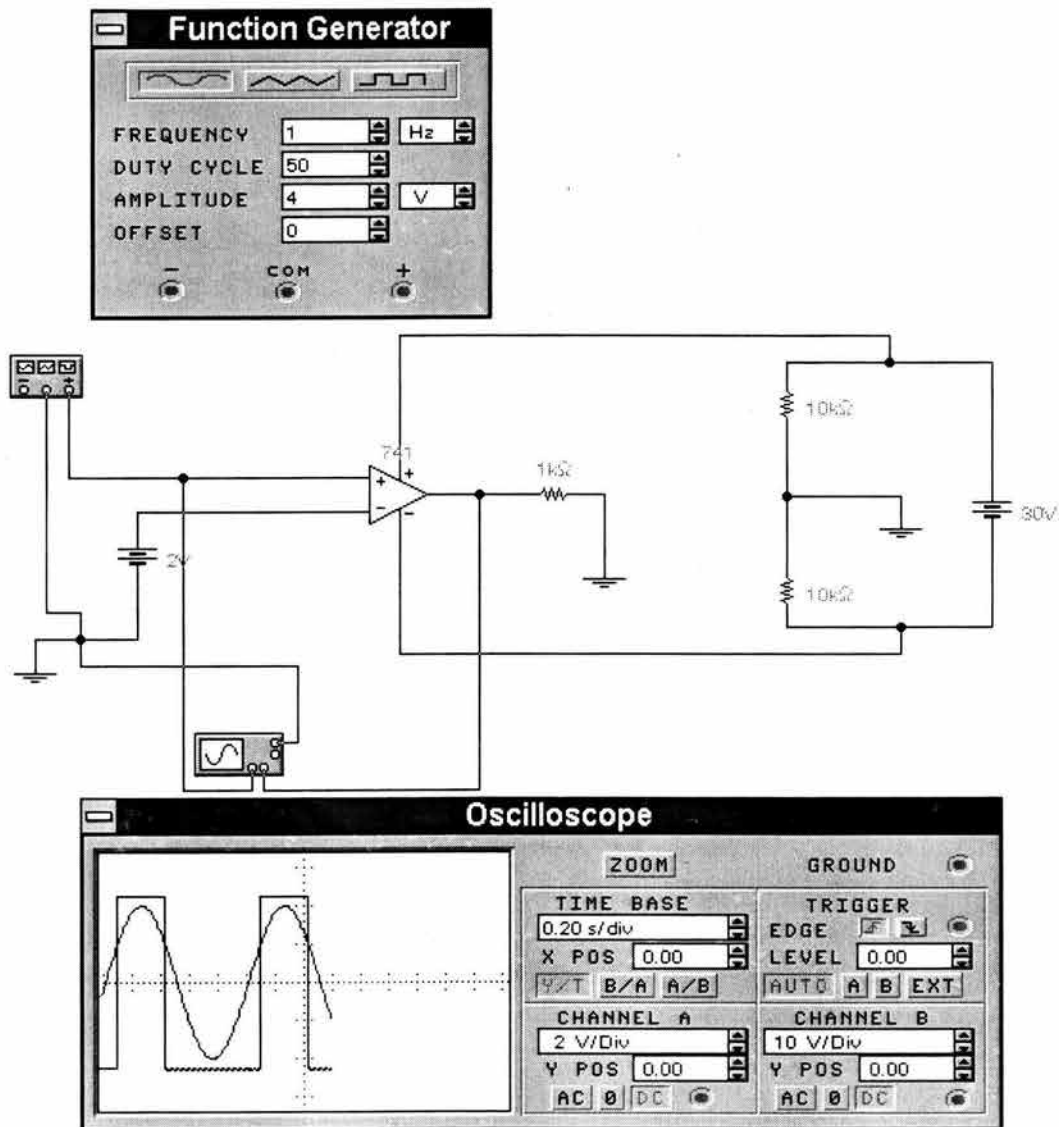


Figura 48<sup>78</sup>

<sup>78</sup> Figura elaborada por el autor

Como hemos visto, el amplificador operacional es un elemento muy útil en la electrónica además de versátil, la sugerencia es utilizar este componente cuando sea necesario, hacer una operación matemática, como por ejemplo si para modular en amplitud puedo hacerlo multiplicando dos señales (que serían la moduladora y la portadora), entonces tendría un modulador hecho a base de amplificadores operacionales y todo se resumiría a una operación matemática. Otra recomendación es utilizar este elemento en los filtros; como ya antes mencionamos, en la transmisión digital de amplitud modulada puede aplicarse un filtro para ruido con un comparador, y otras configuraciones que también servirían de filtro, como por ejemplo utilizar el operacional para que nos proporcione un estado de histéresis y tengamos un rango de voltaje en vez de sólo tener un punto.

Otra de las recomendaciones es el de utilizarlo como acoplador, ya que no requiere que la señal de entrada tenga una corriente significativa.

### 4.3 Implementación de una interfase

en esta ocasión implementaremos una interfase que reciba una información de la computadora y que la mande hacia un receptor que decodificará la información y la regrese a su estado original.

Para esta interfase necesitamos hacer que un transmisor ya sea de amplitud modulada o frecuencia modulada, reciba los pulsos de la computadora y los module para enviar la información a algún periférico. El periférico tendrá un receptor que decodificará la información mandada por la interfase y dará la información a el periférico de la misma forma que la computadora lo haría al mandarlo por un cable, haciendo así una interfase inalámbrica que nos ahorre los molestos tropiezos con los cables.

Una de las soluciones podría ser que mandemos en una misma señal una palabra, por ejemplo se podría codificar a cada uno de los bits con diferente frecuencia para después sumarlas en una portadora y mandar todos los bits en una sola señal, esto haría una señal compleja. En esta ocasión la señal será una señal con varias frecuencias sumadas, la ventaja está en que sólo mandaríamos una señal, la circuitería se reduciría y la desventaja sería que la complejidad del circuito aumentaría.

En la figura siguiente se muestra un esquema de cómo es que se haría un transmisor de este tipo.

En el esquema se están mandando 3 bits en una misma señal, cada BIT está codificado por una frecuencia, cada frecuencia esta dada por un oscilador diferente; el BIT respectivo a cada oscilador activara a un switch o una especie de compuerta con el fin de activarlo cuando se necesite mandar la señal de que ese BIT está en uno; el switch o compuerta puede ser un simple transistor y el BIT que activará este transistor se conectará a la base. Después del switch está un mezclador o sumador de frecuencias que hará la construcción de la señal compleja y tendrá un oscilador que es el que será la frecuencia de la señal portadora.



La ventaja principal es la única señal que se mandará, el ancho de banda dependerá de la información que se mande en la modulación, así que entre más bits se manden el ancho de banda crecerá.

esquema de la forma de modular una señal con varios bits al mismo tiempo

PUERTO DE LA  
COMPUTADORA

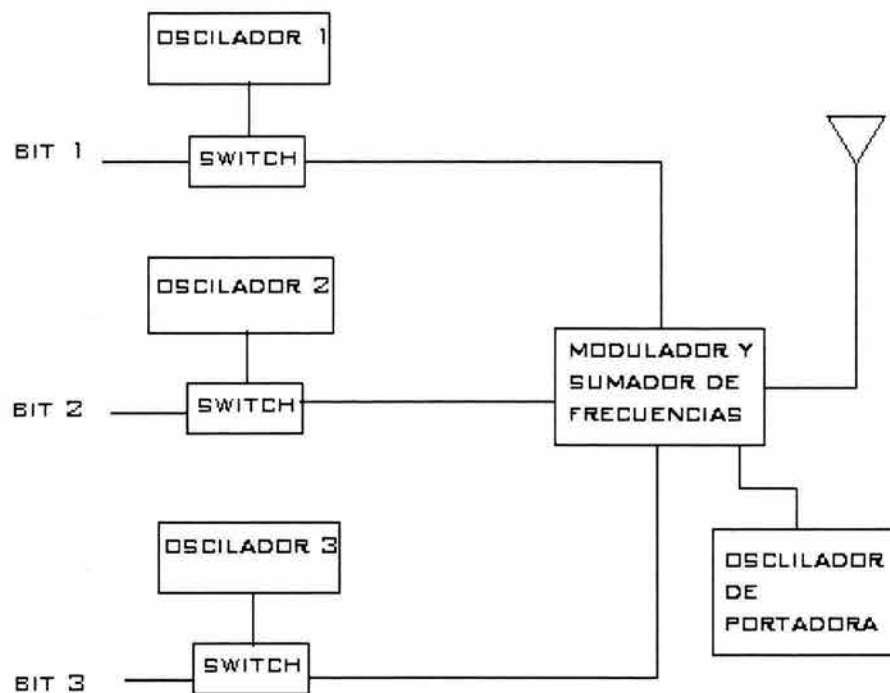


Figura 49<sup>79</sup>

<sup>79</sup> Figura elaborada por el autor

Pero la finalidad no es la de hacer un circuito muy complicado sino la de hacer mas fácil el entendimiento de el funcionamiento por lo tanto la interfase será lo más sencilla posible con el fin de que sea una práctica entendible y de un bajo costo.

En esta ocasión manejaremos un transmisor de frecuencia modulada en la interfase debido a que este tipo de transmisión es más confiable ya que es más difícil que el ruido distorsione la información (el ruido suele afectar directamente a la amplitud en vez de la frecuencia).

El transmisor constará de un transistor, un par de resistencias una bobina, un par de capacitores. La bobina y uno de los capacitores se conectarán en paralelo haciendo un circuito tanque. Este circuito tanque será el oscilador del transmisor. Hay que asegurarse de que este circuito tenga la suficiente frecuencia para hacer que se genere una radiofrecuencia; la frecuencia que sea calculada para el circuito tanque será la frecuencia a la que estaremos transmitiendo y será la misma que utilizaremos para el receptor de esta interfase. El otro capacitor se pondrá de manera que al activar el transistor afecte a la reactancia del circuito tanque para hacer que la frecuencia de éste cambie al activar el transistor con un pulso.

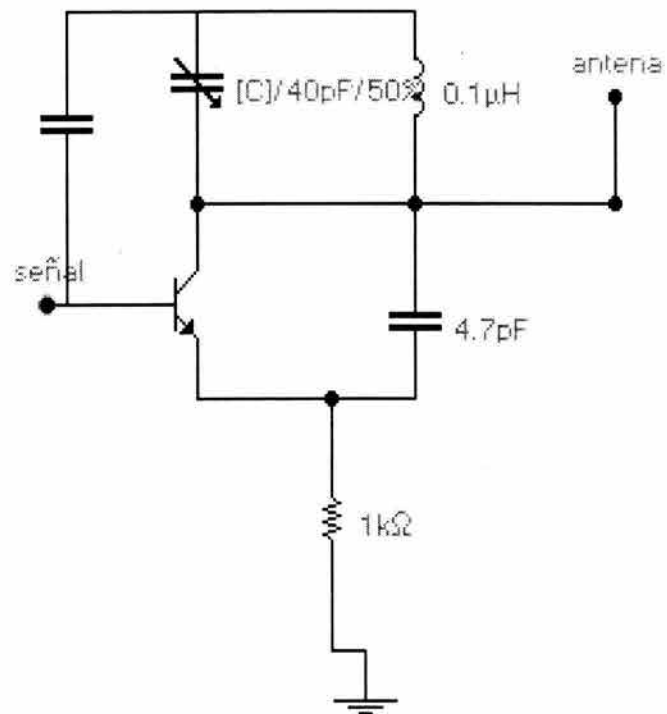
Una de las resistencias estará conectada de este capacitor a tierra para evitar un consumo muy grande de corriente además de protección contra un corto, además de proporcionar una carga a la fuente para que demande la corriente necesaria para el circuito. La antena será puesta en la unión de la bobina con los dos capacitores porque es en este punto donde se reflejará la variación de frecuencia.

Este transmisor funciona con una frecuencia de oscilación de portadora proporcionada por el circuito tanque; como vemos, éste está conectado a un transistor con un capacitor que está en paralelo. Este capacitor está afectando directamente a la impedancia del circuito equivalente total, pero lo afecta cuando en el transistor se le implementa una corriente a la base ya que éste estará conectando el capacitor al circuito tanque, así que en la proporción en que entre corriente en la base del transistor será la proporción en que varíe la frecuencia del circuito; de esta manera es como se modulará la información, pero si tenemos un rango de corriente que estará modulando la información, entonces este transmisor funcionará como un transmisor

analógico, así que también es recomendable si se quiere transmitir una voz, por ejemplo. Sin embargo, si lo que se quiere transmitir es voz, sería necesario agregarle una etapa de acoplamiento de señal que nos garantice la respuesta adecuada del circuito.

Como en este caso la transmisión es digital, el circuito sólo estará oscilando entre dos frecuencias y la señal de entrada estará cambiando entre dos amplitudes (que generalmente serán 0 y 5 voltios), de tal modo que el transistor estará funcionando como un switch que se activará con un uno de la señal digital y conectará el capacitor con el circuito tanque, que es el que cambiará la impedancia por el cambio de frecuencia.

## transmisor de FM

Figura 50<sup>80</sup>

---

<sup>80</sup> Figura elaborada por el autor

Para garantizar la seguridad de la computadora acoplaremos la interfase con un opto acoplador, éste separará completamente la señal proveniente de la computadora a la interfase.

Como se muestra en la figura siguiente, el opto acoplador está conectado a la computadora con una resistencia que sirve como protección al mismo; después fluye la información emitida por el diodo emisor y la recibe el transistor que está conectado a una resistencia que evita el exceso de corriente, a su vez está conectado al transmisor que está conectado a la misma fuente.

acoplamiento con opto acoplador

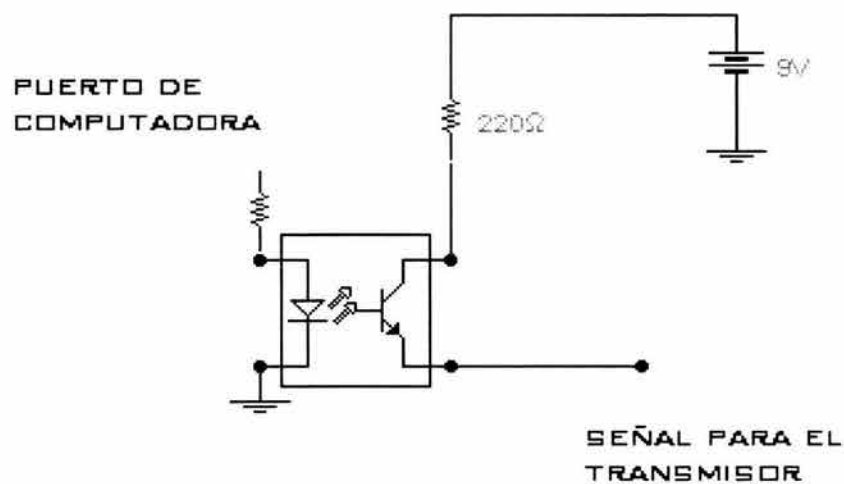


figura 51<sup>81</sup>

<sup>81</sup> Figura elaborada por el autor

Con los circuitos elaborados anteriormente es posible mandar una señal con información a una distancia efectiva de media milla (dependiendo de los alrededores); ahora hay que considerar que no solo mandaremos un BIT sino que tendremos muchas veces que mandar alguna señal de control, o si es un puerto paralelo mandaremos por lo menos 8 bits de datos. Esto nos complica un poco mas el diseño, ya que tendremos que agregar ya sea transmisores o utilizar una técnica de codificación de palabras.

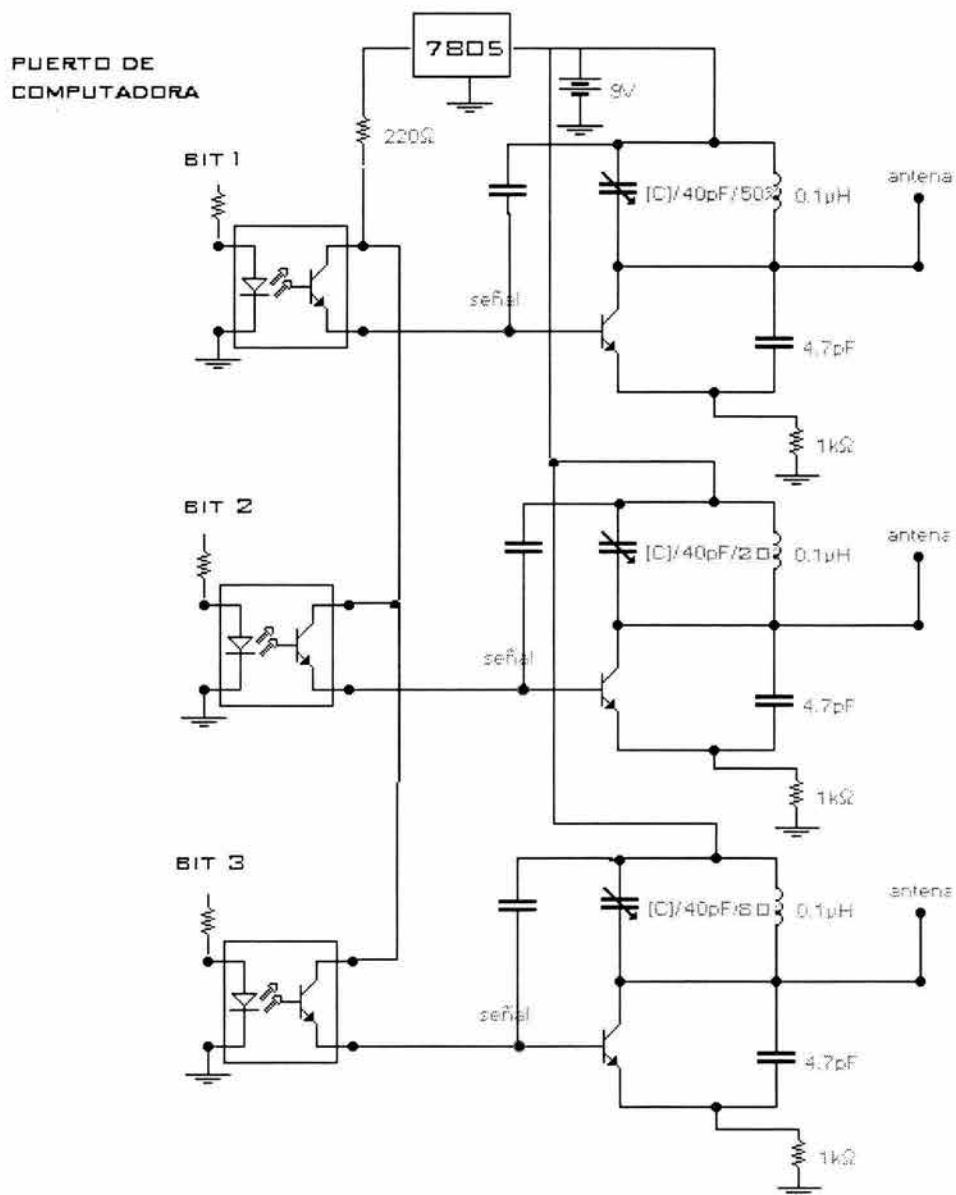
La más sencilla de las soluciones sería hacer tantos transmisores como se necesiten y conectar uno a cada uno de los pines de la salida del puerto, como se muestra en la figura 52, pero teniendo cuidado de que la señal portadora fuera diferente en cada uno de los transmisores para no tener el problema de que la señal se confunda o traslape entre las señales.

Esto se logra cambiando la sintonización de cada uno de los transmisores en diferente frecuencia ajustando el capacitor variable que tiene nuestro transmisor (que en el diagrama se representa por porcentajes)

Debido a que es muy fácil hacer el transmisor de la practica anterior, no sería muy caro ni difícil, pero a medida que aumenten los bits para mandar, así también los circuitos y cada vez más frecuencias o ancho de banda, por lo que para hacer una interfase para mandar (por ejemplo, 24 bits) sería muy voluminosa y no muy recomendable.

Este tipo de circuitos es recomendable utilizarlo cuando se necesite mandar una información en serie, ya que no se necesita utilizar un número considerable de bits; por lo contrario, cuando se mande una información de forma paralela, el numero de bits se incrementará y la cantidad de transmisores será demasiada.

## transmisor digital de tres bits

Figura 52<sup>82</sup><sup>82</sup> Figura elaborada por el autor

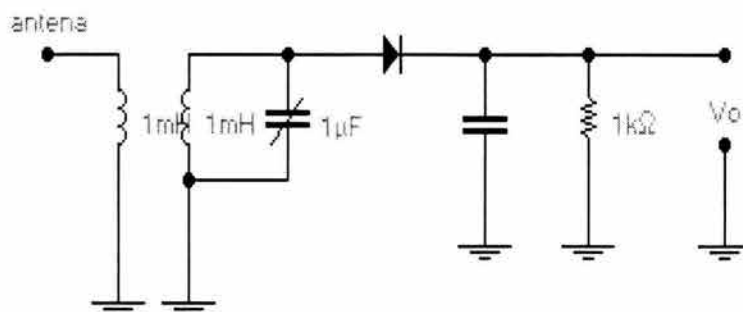
Para la recepción de la señal se necesitará un selector que nos determine la señal que será demodulada o a qué señal se le hará caso; este selector será un filtro pasa bandas. Después de la selección de la señal lo que necesitaremos será la desmodulación que convertirá la señal de transmisión en la señal original; en este caso lo que hará el detector será convertir los cambios de frecuencia en cambios de amplitud o voltaje, para después adaptar el voltaje a el rango deseado.

En esta ocasión como filtro pasa bandas se utilizará un circuito tanque; éste será el sintonizador. Para captar solamente la frecuencia de una señal transmitida tendremos que saber la frecuencia de la portadora y ajustar la resonancia del circuito tanque a la frecuencia de la misma. Al estar el circuito tanque sintonizado a la misma frecuencia, éste funcionará como un colador que sólo permitirá el paso de esa frecuencia con un cierto ancho de banda que es el 70.7% más o menos en referencia a la frecuencia de sintonización, o también representado por  $-3\text{db}$ ; esto ocasiona un fenómeno que afecta directamente a la amplitud de la señal producida por el circuito tanque y funciona de esta manera: mientras una frecuencia que esté siendo inducida en un circuito tanque se encuentre dentro de la frecuencia de resonancia de este oscilador, la salida del circuito dejara pasar la señal oscilante con una amplitud casi del cien por ciento; de modo contrario, si la frecuencia de la señal se aleja de la frecuencia central del circuito tanque, la ganancia se irá reduciendo provocando que la amplitud sea menor.

Este fenómeno provoca una variación en la amplitud, lo cual es muy útil par que nosotros recuperemos la señal que teníamos en la transmisión; pero la salida de este circuito tanque aun sigue siendo una señal de radiofrecuencia, por lo que necesitamos detectarlo con un diodo que tenga la suficiente velocidad para hacer el switcheo sin distorsionar la información, después la de pasarlo por un filtro que retenga la frecuencia y que le quite el ruido. Una vez ya que se tiene la variación de frecuencia deseada sólo



## receptor de FM

figura 53<sup>83</sup>

queda acoplar la señal para que tenga la magnitud deseada para que los circuitos funcionen apropiadamente.

Como este receptor será utilizado en los puertos de la computadora y además en los periféricos que están directamente conectados a la computadora, es recomendable que se acople un voltaje de 5v, ya que es el voltaje utilizado para la transmisión del bus de datos y los puertos.

De la misma forma que en el transmisor fueron acoplados varios transmisores para la comunicación de varios bits, es posible hacerlo con los receptores, poner una serie de

<sup>83</sup> WAYNE, Tomasy , *Sistemas de comunicaciones eléctricas*, segunda edición. Pearson Educación, Estado de México, 1996, p. 274

receptores sintonizados a la frecuencia de su respectivo transmisor, para después acoplar la señal y pasar los datos a ya sea el periférico o el puerto de la computadora.

### receptor de tres bits

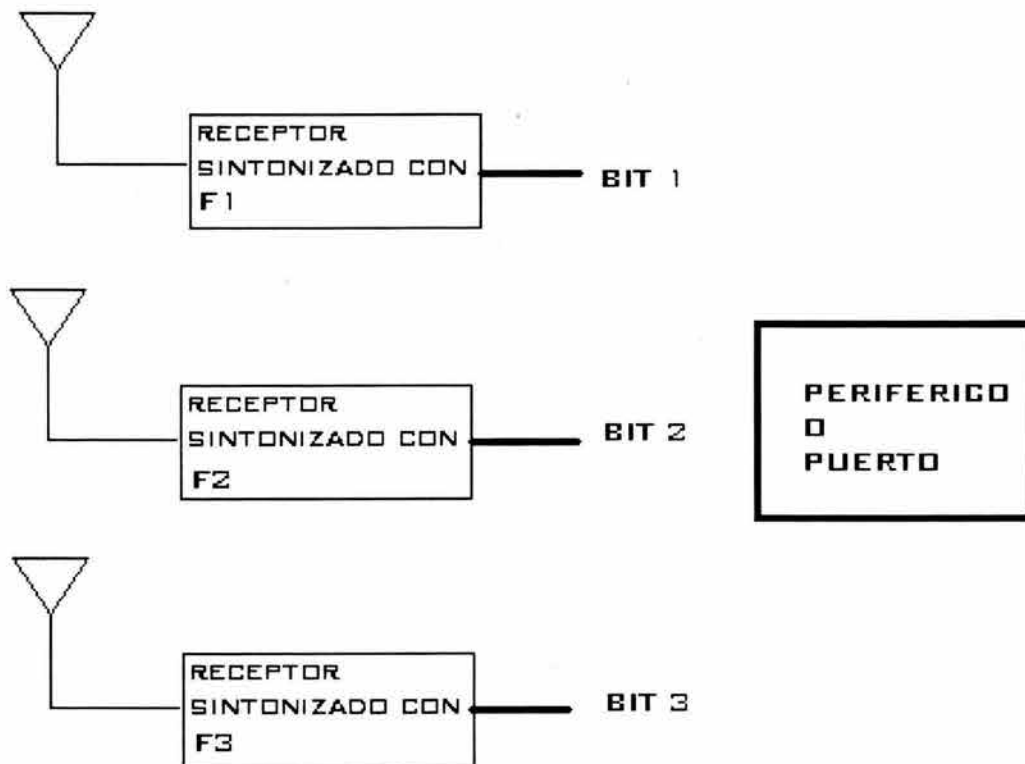


figura 54<sup>84</sup>

En el esquema anterior se muestra la manera en que tres receptores se pueden acomodar para que reciban tres bits y transmitirlo al bus que lo requiera, la desventaja sería otra vez que entre más bits el circuito crecería, y resultaría muy aparatoso; sin embargo, la sencillez del circuito receptor facilita la comprensión de la forma en la

<sup>84</sup> Figura elaborada por el autor

que la información es demodulada, es un receptor de bajo costo y es muy fácil de armar.

### **4.3.1 INTERFACE DE COMUNICACIÓN ENTRE COMPUTADORA Y PERIFÉRICOS**

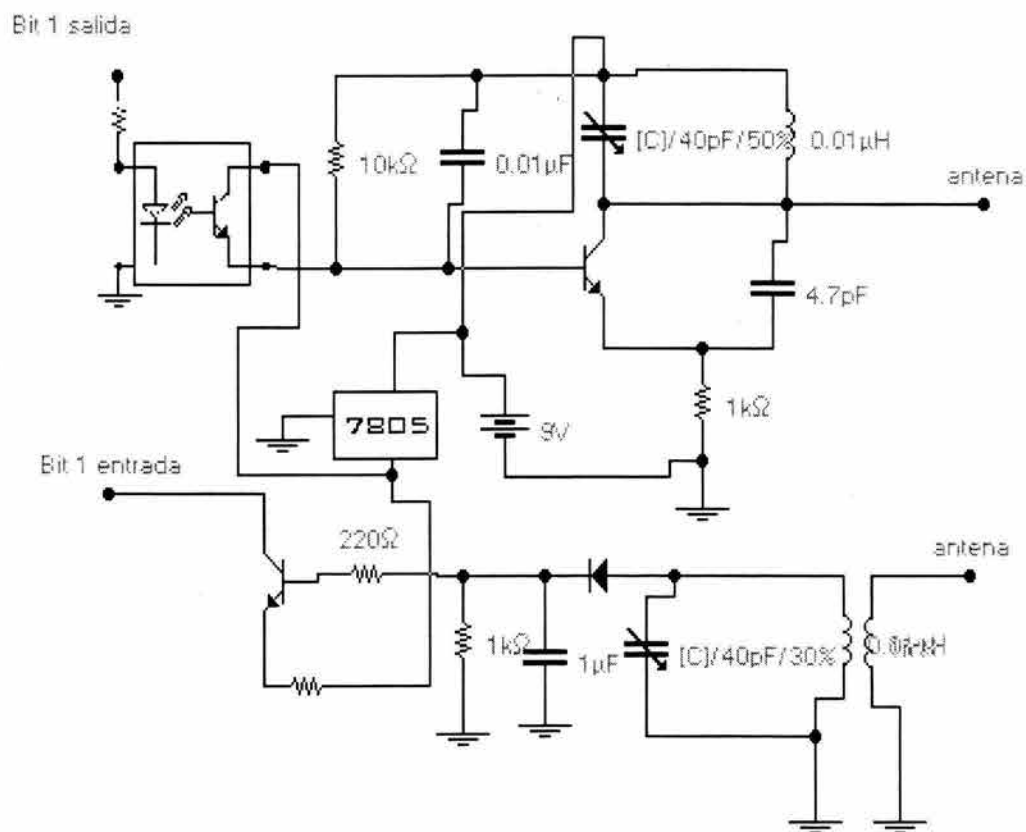
Anteriormente ya hemos adquirido los conocimientos de cómo es que los transmisores y los receptores funcionan y hemos adentrado un poco más en qué es lo que los elementos hacen. En esta última parte haremos una recopilación de todos estos conocimientos par elaborar una interfase sencilla que transmitirá y recibirá información a cualquier periférico.

Lo primero que consideraremos es que en la salida de los puertos de la computadora tendremos un voltaje de 5v para hacer la modulación. el transmisor se alimentará con 9v.

Para evitar que exista un problema con los voltaje es recomendable aislar la parte de información con la del transmisor de la interfase.

En el receptor es conveniente que después de demodular la señal se amplifique, ya que la potencia de la señal será muy débil. Para amplificarla podemos utilizar la misma fuente que utiliza el transmisor para conectarlo en un transistor, de modo tal que sea un componente activo en el circuito,

## interfase de transmisión de FM

Figura 55<sup>85</sup><sup>85</sup> figura elaborada por el autor

En el diagrama se muestra el circuito de la interfase, comenzando con el transmisor, que es el que ya explicamos anteriormente; pero lo precede un opto acoplador el cual recibe la información del puerto. Adentro de éste, un LED acciona a un fototransistor por medio de un haz de luz, el cual está alimentado por un regulador de 5 voltios; este a su vez está alimentado por una fuente de 9 voltios, que es la fuente que alimentará al transmisor.

En la parte de la recepción está también el circuito que elaboramos anteriormente, éste recibe la señal de la antena y la manda a una bobina para inducirla en la bobina secundaria que forma parte de un circuito tanque; éste hará la decodificación y hará que los cambios de frecuencia se conviertan en cambios de amplitud. Estos cambios de amplitud representan la información mandada por un transmisor, el problema es que al hacer la recepción el voltaje y la corriente producido por el circuito tanque y la inducción de las bobinas será muy poco y no es posible aumentar el voltaje, ya que es un circuito pasivo. Con finalidad de resolver este problema se le agregará una fase de amplificación poniendo un transistor que tendrá una alimentación de 5 voltios y que estará conectado directamente a la entrada de el puerto.

Otra opción bastante buena sería utilizar un amplificador operacional, ya que si no tiene la señal la corriente necesaria el transistor no será activado, no siendo así con el amplificador operacional, pues no es necesaria una corriente grande para hacerlo funcionar. En este caso, lo que sí hay que cuidar es la ganancia que tendrá el operacional, ya que si la señal excede el voltaje requerido por el puerto puede descomponerse.

La fuente de voltaje puede ser una proporcionada por un eliminador o simplemente por una pila de 9 voltios.

De esta forma tendremos una interfase de entrada y salida de un BIT capaz de transmitir y recibir información al mismo tiempo, sólo que hay que cuidar que al sintonizar tanto la fase de transmisión como la de recepción, no tengan la misma frecuencia para que no se interrumpan unas con otras.

Esta forma de construir la interfase tal vez no sea muy practica debido a que hay formas más efectivas y fáciles. Por un lado, porque ya existen los aditamentos para la

computadora que establecen contacto, y la otra, porque existen circuitos integrados que son transmisores completos al igual que receptores, lo cual aminora costos, reduce espacio y aumenta calidad.

Un ejemplo de estos circuitos es el LM565 que es un pll (circuito de fase cerrado o phase lock loop), el cual puede ser utilizado para modulación y demodulacion, así como para hacer un sintetizador de frecuencias o el XR-2206, que es un generador de frecuencias monolítico y también puede servir para hacer modulaciones y demodulaciones.

## Conclusiones

La transmisión de datos cada vez es más eficiente, ya que se ha aumentado la velocidad y capacidad de información. El método de transmitir datos en paralelo fue una solución a transmitir datos más rápidamente que funcionó y fue muy utilizado, pues al transmitir en paralelo se maneja 8 veces más el volumen de información (comparando el puerto paralelo de la computadora DB-25 que es de 8 bits de datos); pero ha tendido a desaparecer, ya que la velocidad de transmisión se ha aumentado y basta con un cable para mandar información a una buena velocidad. Por lo tanto, se le ha dado un mayor énfasis a los puertos seriales, como lo es el USB; Esto se puede ver reflejado en los equipos de cómputo más nuevos porque han dejado de incluir puertos como el DB-25 y substituido por puertos serie como el mismo USB.

Por su parte, en la transmisión inalámbrica pasa lo mismo, ya que para aumentar los bits que se manden, se aumentan el ancho de banda y provoca problemas de interferencia. Esto aunado a que el reglamento de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes no permite que rebases un alcance determinado y no puedes utilizar todas las frecuencias que quieras sino las que esta Secretaría te designe para ti.

Con respecto a los tipos de transmisión, el AM fue de las primeras formas de transmisión utilizadas y tuvo mucho auge en su tiempo, pues el alcance fue muy grande; pero a medida que se fueron utilizando y descubriendo más formas de transmisión se fue quedando atrás, ya que el AM tiende a ser muy susceptible a interferencias o ruidos que afectan fácilmente la información digital. Dándole espacio a los transmisores de FM, debido a que éstos utilizan la variación en frecuencia y los ruidos meten generalmente una distorsión de amplitud.

El método de transmisión en PM es un método que sí es funcional, pero cabe mencionar que es uno de los menos utilizados, ya que la forma de los circuitos tiende a ser más compleja y la distorsión de información es mayor que en la transmisión de FM .

La recepción de AM es buena pero es recomendable el utilizar filtros, debido a que el ruido puede afectar la misma. En FM es muy parecida a la de AM, con la diferencia que existe mayor calidad debido a que el ruido no afecta tanto a ésta.

Para el desarrollo de interfases es fundamental el conocimiento de elementos electrónicos que faciliten el desarrollo de las mismas. En esta tesis se propuso una manera de hacer una interfase para transmisión de datos; sin embargo, no es ni la más actual ni la más eficiente, ya que tiene fines didácticos, pero la recomendación es o comprar algunas ya hechas que existen a muy buen precio o fiarse en la tecnología BLUE TOOTH, que se trata del desarrollo de tecnología inalámbrica hecha por un convenio entre compañías como HP y Microsoft que están estableciendo estándares para el lanzamiento de ésta.

Por lo anterior, se puede señalar que el objetivo de la tesis, que es el de brindarle a el lector una manera sencilla de aprender las bases de cómo es que funcionan las comunicaciones y transmisión inalámbrica de datos, se ha logrado debido a que se explicó de manera práctica utilizando un vocabulario fácil de entender.