

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el desarrollo tecnológico se ha presentado un modelo de circuito electrónico que servirá de ayuda para realizar las prácticas en el laboratorio de electrónica siendo eficiente y económico, sin dejar de lado la calidad y el bajo índice de error.

Este proyecto tiene como objetivo facilitar y agilizar el trabajo del estudiante dentro del laboratorio de Electrónica. Debido a su facilidad de uso, el estudiante se familiarizará rápidamente con el Generador de Onda Senoidal.

El motivo de hacerlo inalámbrico es para que todos los practicantes tengan la misma información y puedan obtener los mismos resultados finales, ya que los datos iniciales tales como Voltaje y Frecuencia van a ser enviados desde el PC mediante una pantalla de visualización, lo cual no ocurre en la actualidad ya que todos los estudiantes tienen diferentes resultados al utilizar y calibrar la información individualmente en cada mesa de trabajo.

1. CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

La electrónica es el campo de la ingeniería y de la física aplicada relativo al diseño y aplicación de dispositivos, por lo general circuitos electrónicos, cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, transmisión, recepción, almacenamiento de información, entre otros. Esta información puede consistir en voz o música como en un receptor de radio, en una imagen en una pantalla de televisión, o en números u otros datos en un ordenador o computadora.

Los circuitos electrónicos ofrecen diferentes funciones para procesar esta información, incluyendo la amplificación de señales débiles hasta un nivel que se pueda utilizar; el generar ondas de radio; la extracción de información, como por ejemplo la recuperación de la señal de sonido de una onda de radio (demodulación); el control, como en el caso de introducir una señal de sonido a ondas de radio (modulación), y operaciones lógicas, como los procesos electrónicos que tienen lugar en las computadoras.

1.2. GENERALIDADES

1.2.1. GENERACIÓN DE SEÑALES

Los sistemas modernos de comunicaciones electrónicos tienen muchas aplicaciones que requieren de ondas estables y repetitivas, tanto senoidales como no senoidales. En muchas de esas aplicaciones se requieren más de una frecuencia, y a menudo esas frecuencias se deben sincronizar entre si. Por lo anterior, las partes esenciales de un sistema electrónico de comunicaciones son: Generación de señal, sincronización de frecuencia y sintetización de señal.

1.2.2. TIPOS DE ONDAS

Onda. Perturbación propagada para la que la intensidad en cualquier punto de un medio es función del tiempo y la intensidad en un instante dado es función de la posición del punto. Las ondas pueden ser eléctricas, electromagnéticas, acústicas o mecánicas.

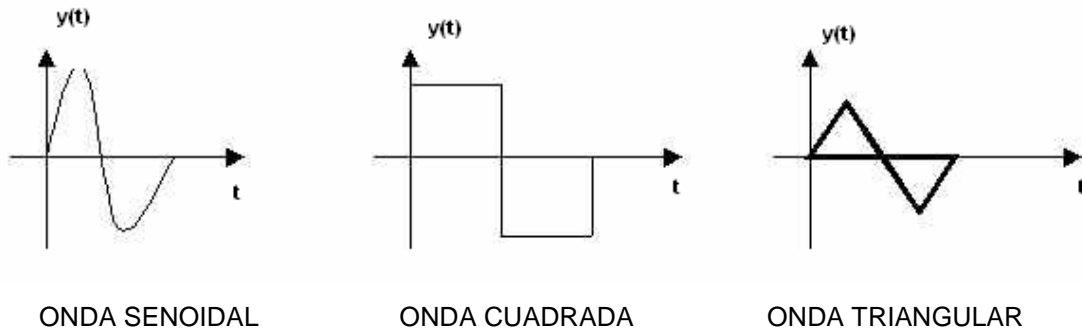


Fig. 1.1. Tipo de ondas

1.2.2.1. Onda Senoidal

Una onda senoidal, o senoide es la gráfica de la función matemática seno de la trigonometría. Consiste en una frecuencia única con una amplitud constante. En su forma matemática más simple, una ecuación de Voltaje Senoidal es:

$$V = V_{\max} \text{ Sen } \theta$$

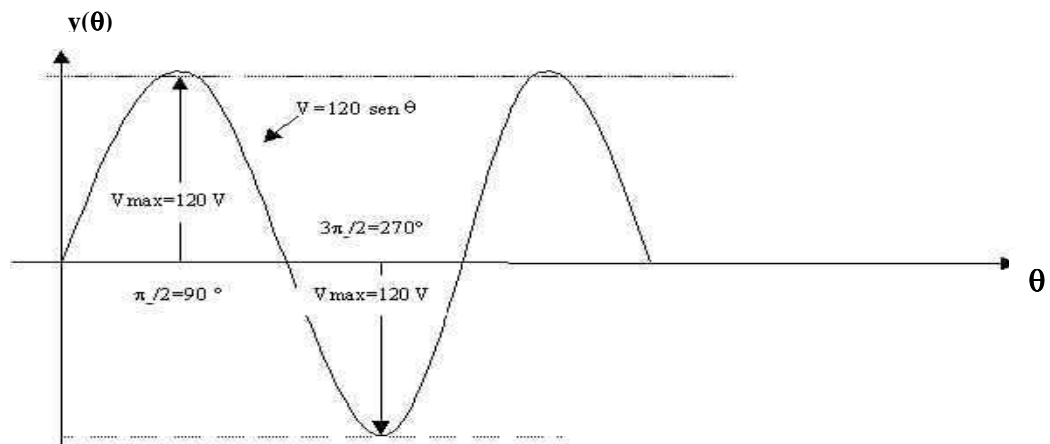


Fig. 1.2. Onda Senoidal

Periodo y Frecuencia

Si una señal se repite en el tiempo, posee una frecuencia (f). La frecuencia se mide en Hertz (Hz) y es igual al número de veces que la señal se repite en un segundo, es decir, 1Hz equivale a 1 ciclo por segundo. Una señal repetitiva también posee otro parámetro: el período, definiéndose como el tiempo que tarda la señal en completar un ciclo. Período y frecuencia son recíprocos el uno del otro:

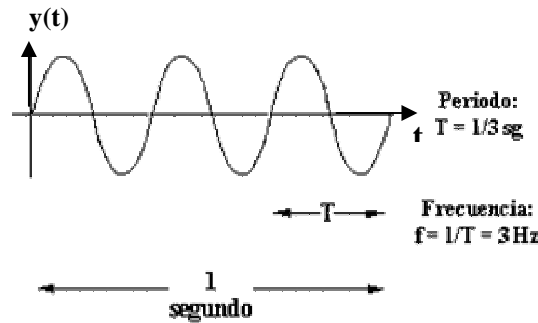


Fig. 1.3. Período y Frecuencia en una onda senoidal

Voltaje

Voltaje es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito. Normalmente uno de esos puntos suele ser masa (GND, 0v), pero no siempre, por ejemplo se puede medir el voltaje pico a pico de una señal (V_{pp}) como la diferencia entre el valor máximo y mínimo de esta. La palabra amplitud significa generalmente la diferencia entre el valor máximo de una señal y masa.

Fase

La fase se puede explicar mucho mejor si consideramos la forma de onda senoidal. La onda senoidal se puede extraer de la circulación de un punto sobre un círculo de 360° . Un ciclo de la señal senoidal abarca los 360° .

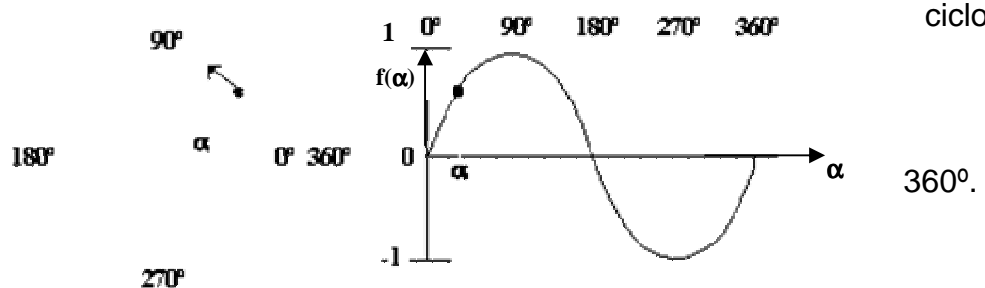


Fig. 1.4. Fase de una señal senoidal

Cuando se comparan dos señales senoidales de la misma frecuencia puede ocurrir que ambas no estén en fase, o sea, que no coincidan en el tiempo los pasos por puntos equivalentes de ambas señales. En este caso se dice que ambas señales están desfasadas, pudiéndose medir el desfase con una simple regla de tres:

Siendo t el tiempo de retraso entre una señal y otra.

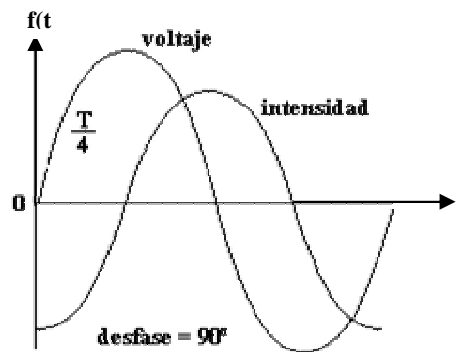


Fig. 1.5. Comparación de dos señales senoidales desfasadas

1.2.2.2. Onda Cuadrada

Las ondas cuadradas son básicamente ondas que pasan de un estado a otro de tensión, a intervalos regulares, en un tiempo muy reducido. Son utilizadas usualmente para probar amplificadores (esto es debido a que este tipo de señales contienen en si mismas todas las frecuencias). La televisión, la radio y los ordenadores utilizan mucho este tipo de señales, fundamentalmente como relojes y temporizadores.

Las ondas rectangulares se diferencian de las cuadradas en no tener iguales los intervalos en los que la tensión permanece a nivel alto y bajo. Son particularmente importantes para analizar circuitos digitales.

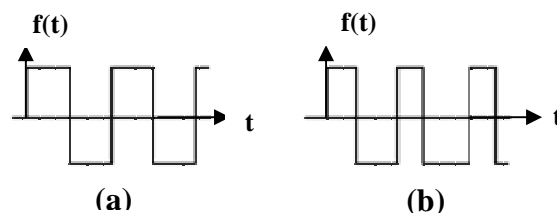


Fig. 1.6. Onda cuadrada (a) y onda rectangular (b)

1.2.2.3. Onda triangular y diente de sierra

Se producen en circuitos diseñados para controlar voltajes linealmente, como pueden ser, por ejemplo, el barrido horizontal de un osciloscopio analógico o el barrido tanto horizontal como vertical de una televisión. Las transiciones entre el nivel mínimo y máximo de la señal cambian a un ritmo constante. Estas transiciones se denominan rampas.

La onda en diente de sierra es un caso especial de señal triangular con una rampa descendente de mucha más pendiente que la rampa ascendente.

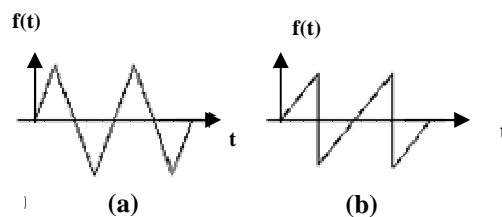


Fig. 1.7. Onda triangular (a) y onda en diente de sierra (b)

1.2.3. EQUIPOS ELECTRÓNICOS

1.2.3.1. Generador de Funciones



Fig. 1.8. Generador de funciones

Introducción

Un generador de funciones es un instrumento electrónico que produce y entrega señales de forma de onda triangular, rectangular y senoidal, además de crear señales TTL.

Con una señal del tipo triangular se puede evaluar el comportamiento de un sistema de barrido, la efectividad de un bloque de filtro, calibrar transmisores y/o receptores con sistemas del tipo PLL (lazos enganchados en fase), etc.

De la misma manera, con una señal de forma de onda rectangular o cuadrada se pueden evaluar sistemas digitales, comprobar la calidad de equipos de audio, poner en marcha automatismos, etc. Sin embargo, el tipo de señal más empleado, quizá sea el que posee forma de onda senoidal, dado que con ésta se pueden comprobar distorsiones por cruce en equipos de audio, calibrar etapas de RF y un sin fin de aplicaciones que sería imposible enumerar.

1.2.3.2. Fuentes DC

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



Fig. 1.9. Fuente DC

1.2.3.3. Osciloscopios

¿Qué es un osciloscopio?

Osciloscopio, instrumento electrónico que registra los cambios de tensión producidos en circuitos eléctricos y electrónicos y los muestra en forma gráfica en la pantalla de un tubo de rayos catódicos. Los osciloscopios se utilizan en la industria y en los laboratorios para comprobar y ajustar el equipamiento electrónico y para seguir las rápidas variaciones de las señales eléctricas, ya que son capaces de detectar variaciones de millonésimas de segundo.

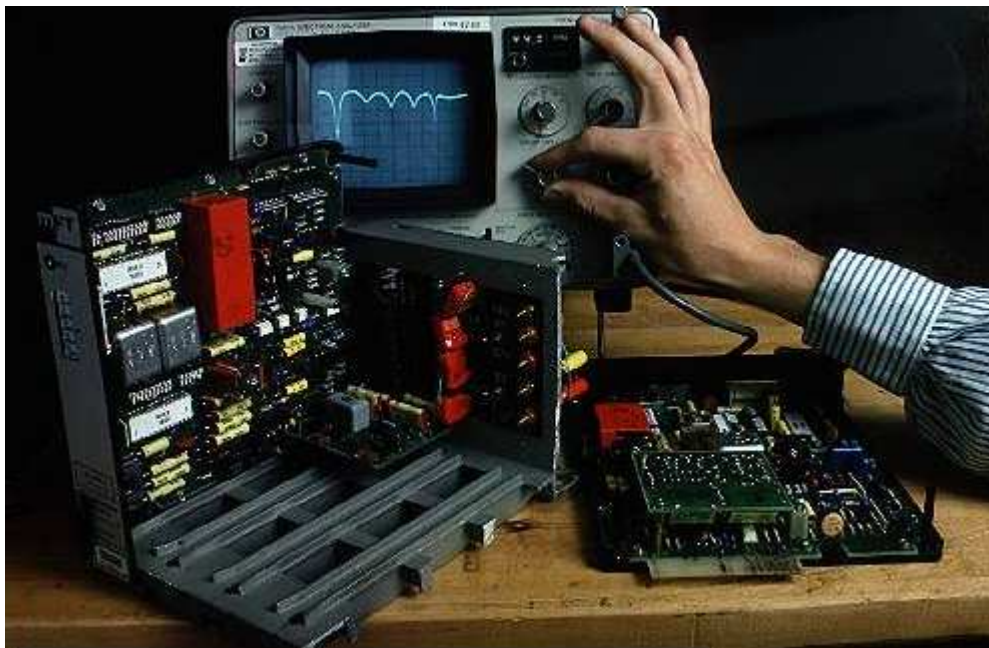


Fig. 1.10. El osciloscopio

El osciloscopio es básicamente un dispositivo de visualización gráfica que muestra señales eléctricas variables en el tiempo.

El eje vertical, a partir de ahora denominado Y, representa el voltaje; mientras que el eje horizontal, denominado X, representa el tiempo.

¿Qué podemos hacer con un osciloscopio?

Básicamente esto:

Determinar directamente el período y el voltaje de una señal.

Determinar indirectamente la frecuencia de una señal.

Determinar que parte de la señal es DC y cual AC.

Localizar averías en un circuito.

Medir la fase entre dos señales.

Determinar que parte de la señal es ruido y como varía este en el tiempo.

Los osciloscopios son de los instrumentos más versátiles que existen y lo utilizan desde técnicos de reparación de televisores a médicos. Un osciloscopio puede medir un gran número de fenómenos, provisto del transductor adecuado (un elemento que convierte una magnitud física en señal eléctrica) será capaz de darnos el valor de una presión, ritmo cardíaco, potencia de sonido, nivel de vibraciones en un coche, etc.

¿Qué tipos de osciloscopios existen?

Los equipos electrónicos se dividen en dos tipos: Analógicos y Digitales. Los primeros trabajan con variables continuas mientras que los segundos lo hacen con variables discretas. Por ejemplo un tocadiscos es un equipo analógico y un Reproductor de Compact Disk es un equipo digital.

Los Osciloscopios también pueden ser analógicos ó digitales. Los primeros trabajan directamente con la señal aplicada, está una vez amplificada desvía un

haz de electrones en sentido vertical proporcionalmente a su valor. En contraste los osciloscopios digitales utilizan previamente un conversor analógico-digital (A/D) para almacenar digitalmente la señal de entrada, reconstruyendo posteriormente esta información en la pantalla.

Ambos tipos tienen sus ventajas e inconvenientes. Los analógicos son preferibles cuando es prioritario visualizar variaciones rápidas de la señal de entrada en tiempo real. Los osciloscopios digitales se utilizan cuando se desea visualizar y estudiar eventos no repetitivos (picos de tensión que se producen aleatoriamente).

¿Qué controles posee un osciloscopio típico?

A primera vista un osciloscopio se parece a una pequeña televisión portátil, salvo una rejilla que ocupa la pantalla y el mayor número de controles que posee. En la siguiente figura se representan estos controles:

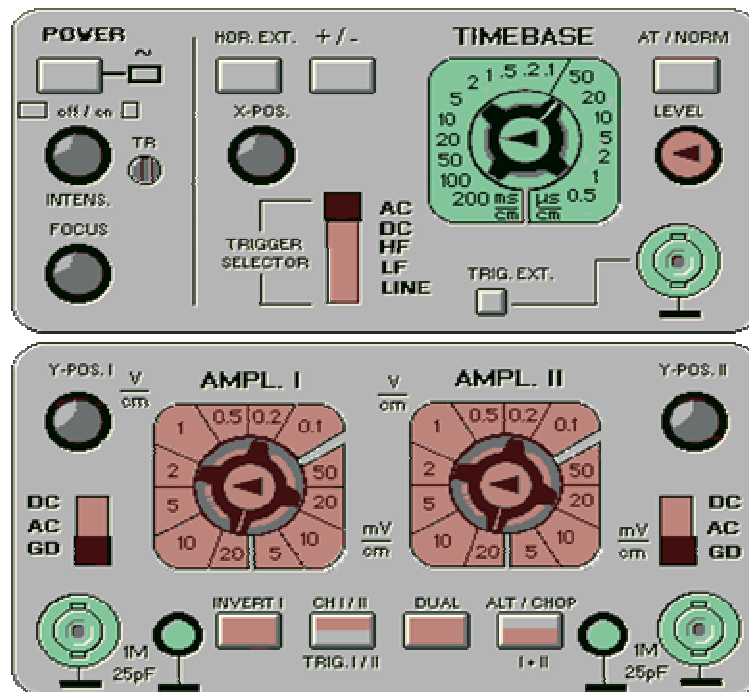


Fig. 1.11. Controles de un osciloscopio

1.2.4. ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

1.2.4.1. Resistencias

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 (Ω). 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 el 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 (representada por la letra griega (ρ)), 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 (**L**), a su conductividad (**ρ**) e inversamente proporcional a su superficie transversal(**S**). Generalmente, la resistencia de un material metálico aumenta cuando crece la temperatura.

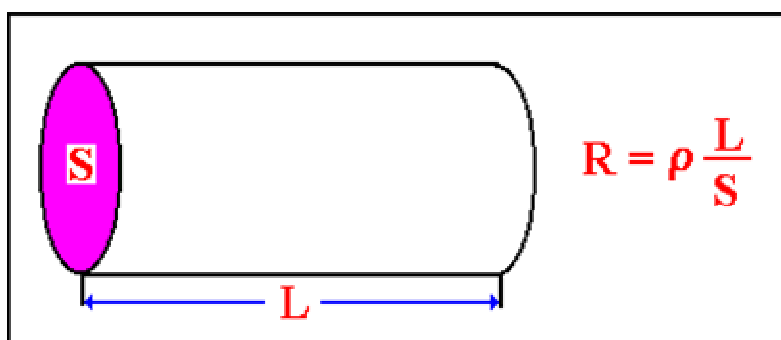


Fig. 1.12. Resistencia de un conductor.

1.2.4.1.1. Resistencias Variables

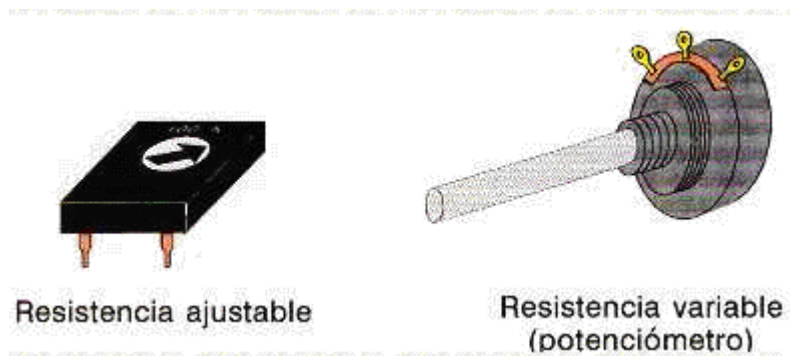


Fig. 1.13. Resistencias variables.

Estas resistencias pueden variar su valor óhmico dentro de unos límites. Para ello se les ha añadido un tercer terminal unido a un contacto móvil que puede desplazarse sobre el elemento resistivo proporcionando variaciones en el valor de la resistencia. Este tercer terminal puede tener un desplazamiento angular (giratorio) o longitudinal (deslizante).

1.2.4.1.2. Resistencias Fijas

Resistencias Lineales Fijas

Estos componentes de dos terminales presentan un valor nominal de resistencia constante (determinado por el fabricante), y un comportamiento lineal, se representa por uno de estos símbolos:



Fig. 1.14. Símbolos de las resistencias

Clasificación De Resistencias Lineales

La clasificación de estas resistencias se puede hacer en base a los materiales utilizados para su construcción, básicamente mezclas de carbón o grafitos y materiales o aleaciones metálicas. También se pueden distinguir distintos tipos atendiendo a características constructivas y geométricas. Una clasificación sería la siguiente:

- DE CARBÓN
- METÁLICAS

Resistencias De Carbón



Fig. 1.15. Resistencia de carbón

Es el tipo más utilizado y el material base en su construcción es el carbón o grafito. Son de pequeño tamaño y baja disipación de potencia.

Clasificación:

- Aglomeradas y de capa.

Resistencias Metálicas

Estas resistencias están constituidas por metales, óxidos y aleaciones metálicas como material base.

Clasificación:

- De capa, de película y bobinadas.

1.2.4.2. Condensadores

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 magnitud que caracteriza a un condensador es su capacidad, cantidad de carga eléctrica que puede almacenar a una diferencia de potencial determinado.

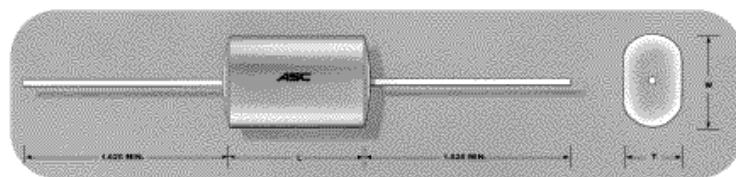
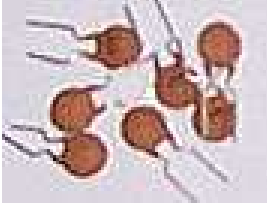


Fig. 1.16. Condensador

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 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.

1.2.4.2.1. Tipos de condensadores

Condensadores cerámicos	
Condensadores electrolíticos	
Condensadores MKT	
Condensadores poliéster	
Condensadores tántalo	
Condensador ajustable – trimmer	

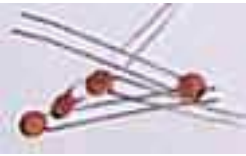
Condensadores NPO	
--------------------------	---

Tabla 1.1. Tipo de condensadores

1.2.4.3. Transistores

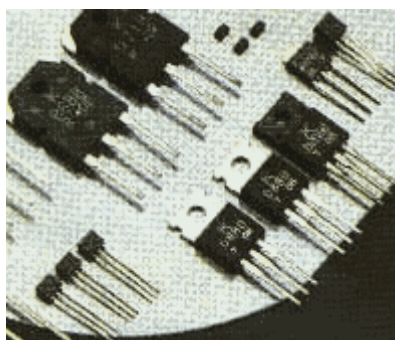


Fig. 1.17. Transistores.

Los transistores se componen de semiconductores. Se trata de materiales, como el silicio o el germanio, dopados, es decir, se les han incrustado pequeñas cantidades de materias extrañas con reacciones químicas, de manera que se produce una abundancia o una carencia de electrones libres. En el primer caso, se dice que el semiconductor es del tipo n, y en el segundo que es del tipo p. Combinando materiales del tipo n y del tipo p puede producirse un diodo. Cuando éste se conecta a una batería de manera tal que el material tipo p es positivo y el material tipo n es negativo, los electrones son repelidos desde el terminal negativo de la batería y pasan, sin ningún obstáculo, a la región p, que carece de electrones. Con la batería invertida, los electrones que llegan al material p pueden pasar sólo con muchas dificultades hacia el material n, que ya está lleno de electrones libres, en cuyo caso la corriente es casi cero.

El transistor bipolar fue inventado en 1948 para sustituir al tubo de vacío triodo. Está formado por tres capas de material dopado, que forman dos uniones pn

(bipolares) con configuraciones pnp o npn. Una unión está conectada a la batería para permitir el flujo de corriente (polarización negativa frontal, o polarización directa), y la otra está conectada a una batería en sentido contrario (polarización inversa). Si se varía la corriente en la unión de polarización directa mediante la adición de una señal, la corriente de la unión de polarización inversa del transistor variará en consecuencia. El principio puede utilizarse para construir amplificadores en los que una pequeña señal aplicada a la unión de polarización directa provocará un gran cambio en la corriente de la unión de polarización inversa.

Otro tipo de transistor es el de efecto de campo (FET, Field-Effect Transistor), que funciona sobre la base del principio de repulsión o de atracción de cargas debido a la superposición de un campo eléctrico. La amplificación de la corriente se consigue de manera similar al empleado en el control de rejilla de un tubo de vacío. Los transistores de efecto de campo funcionan de forma más eficaz que los bipolares, ya que es posible controlar una señal grande con una cantidad de energía muy pequeña.

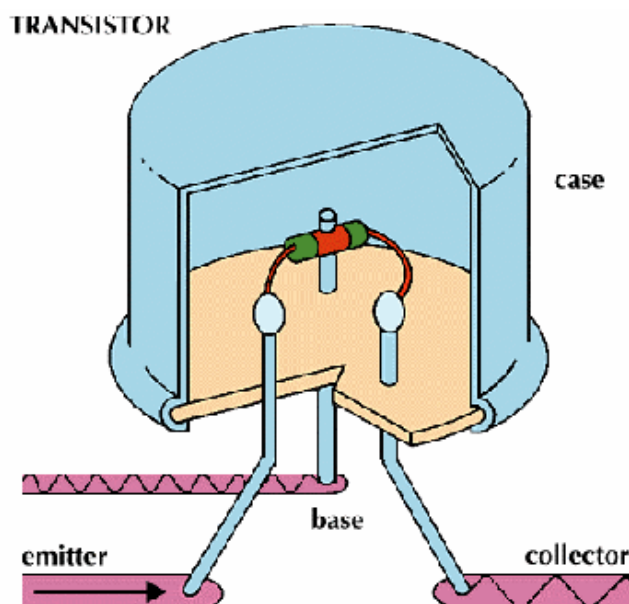


Fig. 1.18. Transistor

1.2.4.4. Módulos LCD

Los módulos LCD (display de cristal líquido), son utilizados para mostrar mensajes que indican al operario el estado de la máquina, o para dar instrucciones de manejo, mostrar valores, etc. El LCD permite la comunicación entre las máquinas y los humanos, este puede mostrar cualquier carácter ASCII, y consumen mucho menos que los displays de siete segmentos, existen de varias presentaciones por ejemplo: de dos líneas por ocho caracteres, 2*16, 2*20, 4*20, 4*40, etc. Sin backlight(14 pines) o con backlight(16 pines, iluminado de pantalla), el LCD más popular es el 2*16, 2 líneas de 16 caracteres cada una. Los LCD se pueden conectar con el PIC con un bus de 4 u 8 bits, la diferencia está en el tiempo en que se demora, pues la comunicación a 4 bits, primero envía los 4 bits más altos y luego los 4 bits más bajos, mientras que la de 8bits envía todo al mismo tiempo, esto no es un inconveniente si consideramos que el LCD trabaja en microsegundos. Pero la gran ventaja de hacer conexión a 4bits, son los pocos cables que se deben conectar.



Fig. 1.19. Módulos LCD

1.2.4.5. Circuitos Integrados

La mayoría de los circuitos integrados son pequeños trozos, o chips, de silicio, de entre 2 y 4 mm², sobre los que se fabrican los transistores. La fotolitografía permite al diseñador crear centenares de miles de transistores en un solo chip

situando de forma adecuada las numerosas regiones tipo n y p. Durante la fabricación, estas regiones son interconectadas mediante conductores minúsculos, a fin de producir circuitos especializados complejos. Estos circuitos integrados son llamados monolíticos por estar fabricados sobre un único cristal de silicio. Los chips requieren mucho menos espacio y potencia, y su fabricación es más barata que la de un circuito equivalente compuesto por transistores individuales.

2. CAPITULO II. HERRAMIENTAS ADICIONALES PARA IMPLEMENTACION DEL GENERADOR DE FUNCIONES.

2.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL GENERADOR DE FUNCIONES

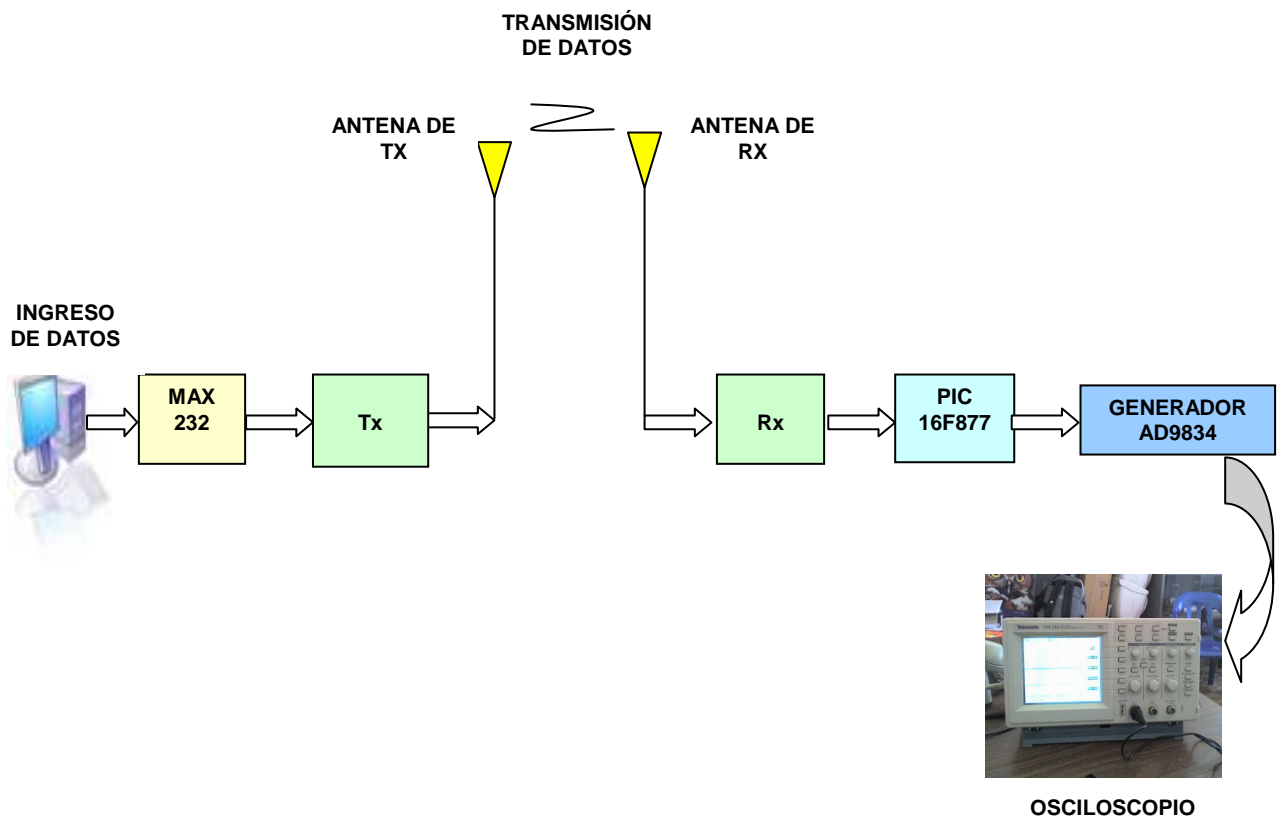


Fig. 2.1. Diagrama de bloques del generador de funciones.

2.2. DISEÑO DEL PROGRAMA BASICO PARA INGRESO DE DATOS.

2.2.1. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PARA EL DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS

Vamos a ver cómo lo hace Visual Basic para que la programación sea más sencilla.

Lo primero que vamos a hacer es crear la interfaz de usuario (lo que vamos a ver en pantalla cuando ejecutemos nuestra aplicación) y para ello en Visual Basic se usan los formularios y los controles.

2.2.1.1. ¿Qué es Visual Basic?

Visual Basic es el lenguaje de programación más sencillo que te permite crear aplicaciones para Windows.

Visual - Este término hace referencia a que no todo lo que realicemos tiene porqué estar relacionado con programar o con código.

BASIC - (Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code) El lenguaje de los primeros ordenadores de 16 bits.

2.2.1.2. Ventajas e inconvenientes de Visual Basic

La ventaja principal de este lenguaje de programación es su sencillez para programar aplicaciones de cierta complejidad para Windows, y sus desventajas son la necesidad de archivos adicionales además del ejecutable y cierta lentitud en comparación con otros lenguajes. Hoy en día este último factor es cada vez menos determinante debido a la gran potencia de los ordenadores de última generación.

2.3. PROGRAMACION DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F877

2.3.1. ¿QUÉ ES UN MICROCONTROLADOR?

Un microcontrolador es un circuito integrado, en cuyo interior posee toda la arquitectura de un computador, CPU, memorias RAM, EEPROM, y circuitos de entrada y salida.

Un microcontrolador de fábrica, no realiza tarea alguna, este debe ser programado para que realice desde un simple parpadeo de un led hasta una sofisticada automatización de una fábrica. Un microcontrolador es capaz de realizar la tarea de muchos circuitos lógicos como compuertas AND, OR, NOT, NAND, conversores A/D, D/A, temporizadores, decodificadores, etc, simplificando todo el diseño a una placa de reducido tamaño y pocos elementos.

2.3.2. EL MICROCONTROLADOR PIC16F877

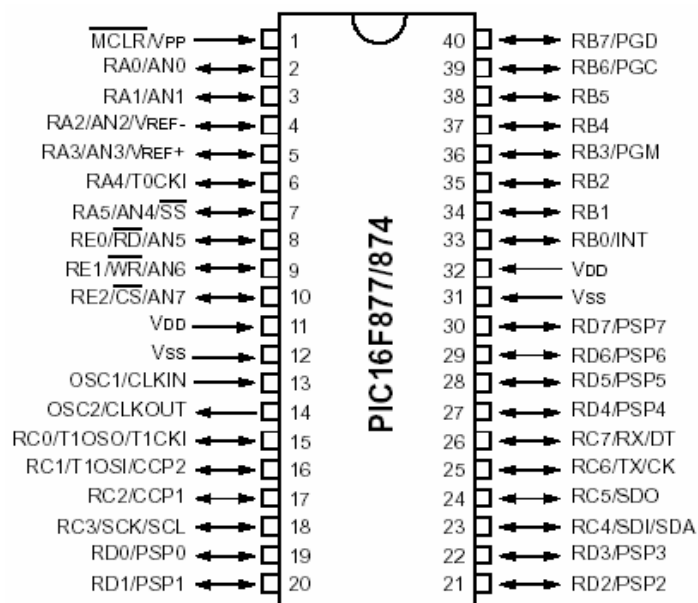


Fig. 2.2. Microcontrolador PIC16F877

2.3.2.1. Características

CARACTERISTICAS	PIC 16F877
Frecuencia de operación	DC-20 MHz

Flash Memoria de Programa (14-bit)	8 Kbits
Memoria de datos (bytes)	368 bytes
Memoria de datos EEPROM	256 bytes
Interrupciones	15
Puertos I/O	Puertos A, B, C, D, E
Timers	3
Modulos de Captura / Comparación / PWM	2
Comunicación Serial	MSSP, USART
Comunicación Paralela	PSP
Modulación Analógica/Digital 10 bits	8 canales de entrada
Set de instrucciones	35 instrucciones

Tabla 2.1. Características PIC16F877

Nota: La descripción de pines del PIC se encuentra detallada en el Anexo 1.

2.4. CIRCUITO INTEGRADO MAX232

El circuito integrado MAX232 cambia los niveles TTL a los del estándar RS-232 cuando se hace una transmisión, y cambia los niveles RS-232 a TTL cuando se tiene una recepción.

El circuito típico se muestra en la siguiente figura:

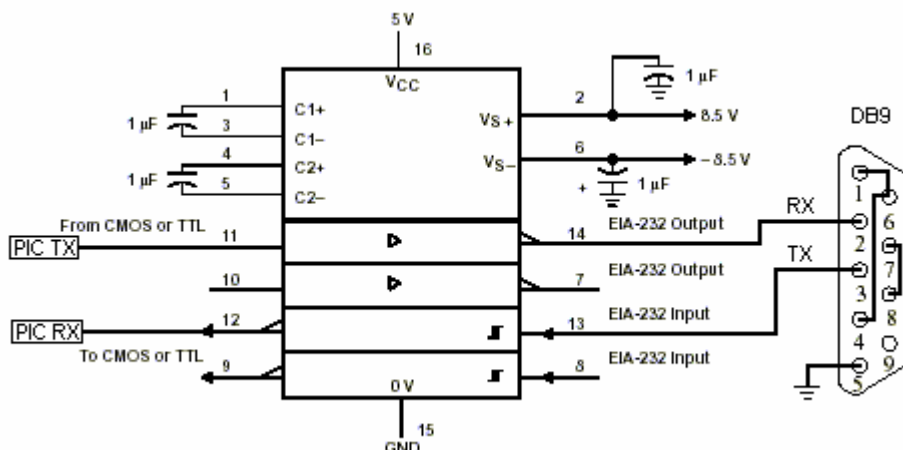


Fig. 2.3. Circuito básico MAX232

Nota: La descripción de pines del circuito integrado MAX232 se encuentra en el ANEXO 2.

2.5. CIRCUITO INTEGRADO AD9834

2.5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El AD9834 es un convertidor análogo-digital de baja potencia capaz de producir formas de ondas senoidales y triangulares de alta calidad. Consume solamente una potencia de 20 mW a 3 V. Las formas de onda de salida pueden ser moduladas en amplitud y frecuencia por un voltaje externo.

Los registros de frecuencia son 28 bits con un ciclo de reloj de 50 MHz y una resolución de 0.2 Hz puede ser llevada a cabo. La modulación en fase y frecuencia son afectados por registros cargados a través de interfase serial.

Este dispositivo opera con un voltaje de 2,3 V a 5,5 V. Las secciones análoga y digital son independientes y pueden funcionar desde diferentes fuentes generadoras; por ejemplo AVDD puede ser igual a 5 V y el DVDD puede ser igual a 3 V.

Es bastante estable frente a las variaciones de temperatura y tiene una gran precisión.

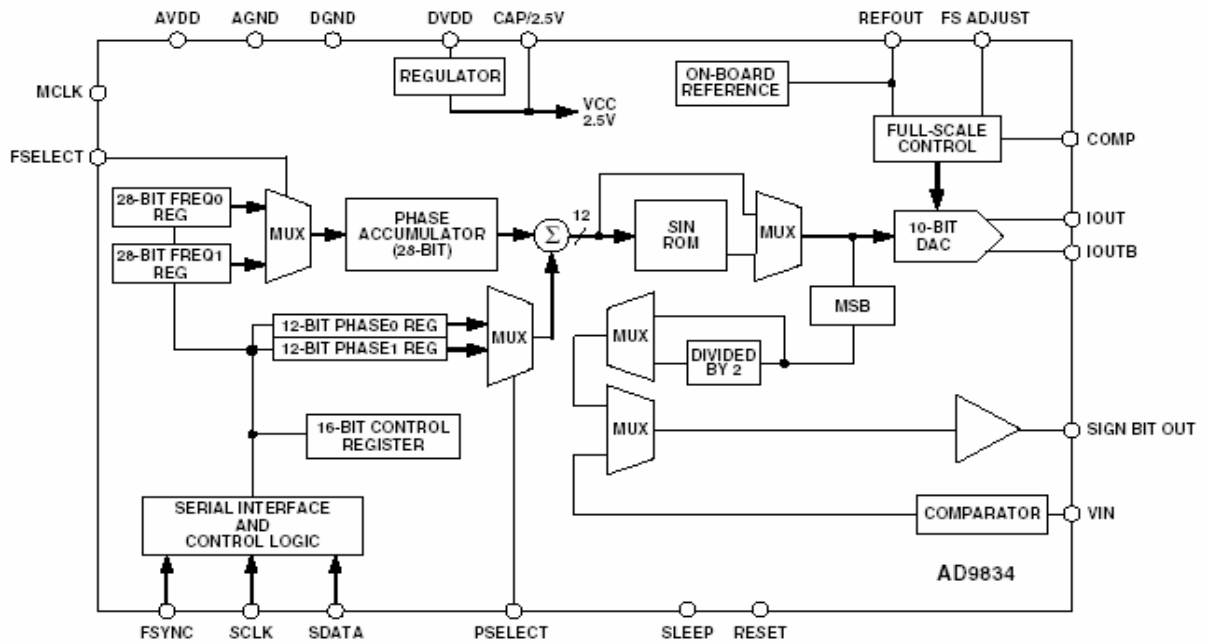


DIAGRAMA FUNCIONAL

Fig. 2.4. Diagrama de bloques del AD9834

2.5.2. APLICACIONES

- Generación de formas de onda senoidal y triangular.
- Generación de AM / FM.
- Generación de FSK, QPSK.
- Sistemas de comunicación, RF de baja potencia.
- Aplicaciones sensoriales: Movimiento, proximidad.
- Equipos de medicina.

2.5.3. CARACTERÍSTICAS

- Ancho de banda SFDR > 72 db.
- Ciclo de reloj de 50 MHz.
- Estabilidad de temperatura excelente, rango de -40° C a +105° C.
- Salidas de señales senoidales y triangulares.
- Potencia de consumo 20 mW a 3 V.
- Opción para bajar la potencia.

ASIGNACIÓN DE PINES

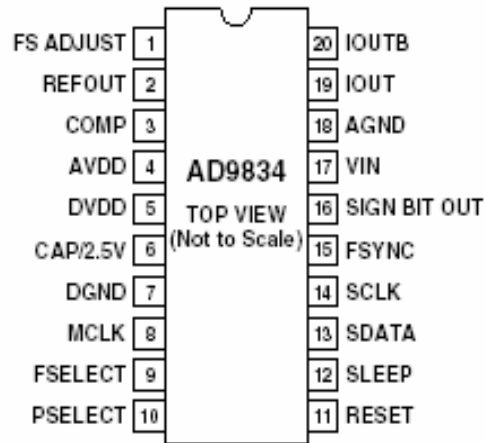


Fig. 2.5. Circuito Integrado AD9834

Nota: La descripción de pines se encuentra en el Anexo 3.

2.6. COMUNICACIÓN DE DATOS.

Se entiende por Comunicación a todo proceso por medio del cual se transmite información de cualquier tipo desde un punto fuente hacia otro punto llamado destino.

La figura muestra un diagrama de bloques simplificado de una red de comunicaciones de datos. Como allí se ve hay una fuente de información digital (estación primaria), un medio de transmisión y un destino (estación secundaria).

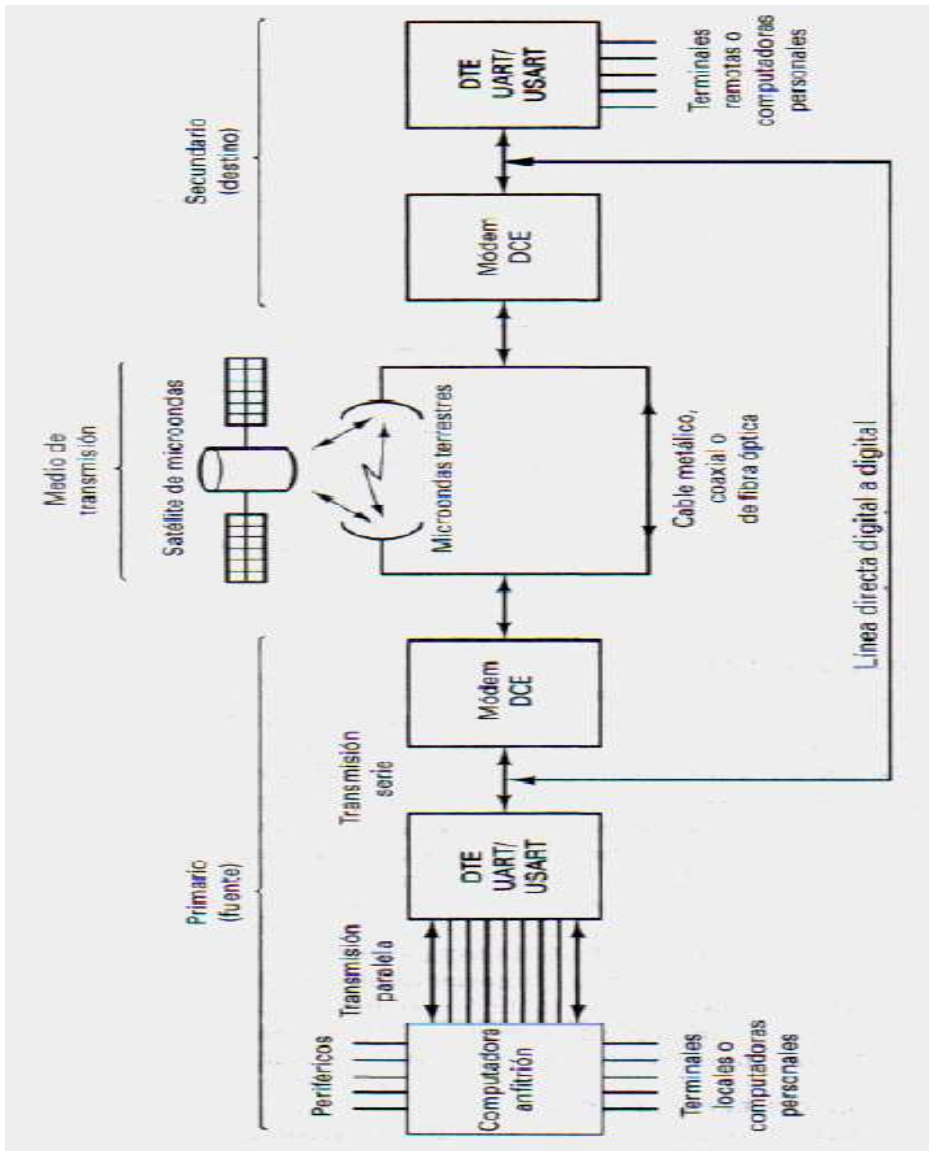


FIG. 2.6. Diagrama de bloques de una red de comunicación de datos.

La estación primaria es una computadora central con sus propias terminales y periféricos.

La estación secundaria son los usuarios de la red (destino de la información)

El medio de transmisión puede ser:

- radiotransmisión por el espacio libre (terrestre y satelital por microondas)
- instalaciones de cables metálicos(en sistemas tanto analógicos como digitales)
- cables de fibra óptica (propagación de ondas luminosas)

Existen varios tipos de comunicaciones de datos, clasificándose por la forma como salen los datos desde la fuente en, comunicación serial y paralela.

TRANSMISIÓN SERIAL

Es aquella en la que los bits de datos son transmitidos uno a continuación de otro, existiendo entre un bit y el siguiente bit el mismo tiempo de transmisión. En este tipo de comunicaciones solamente se alcanzan velocidades medias.

A continuación se muestra un ejemplo de una transmisión serial de 4 datos desde la fuente A hacia la fuente B, a través de una sola línea de transmisión y además se necesita cuatro períodos de reloj ($4T$) para transmitir una sola palabra, que en este caso consta de cuatro bits.

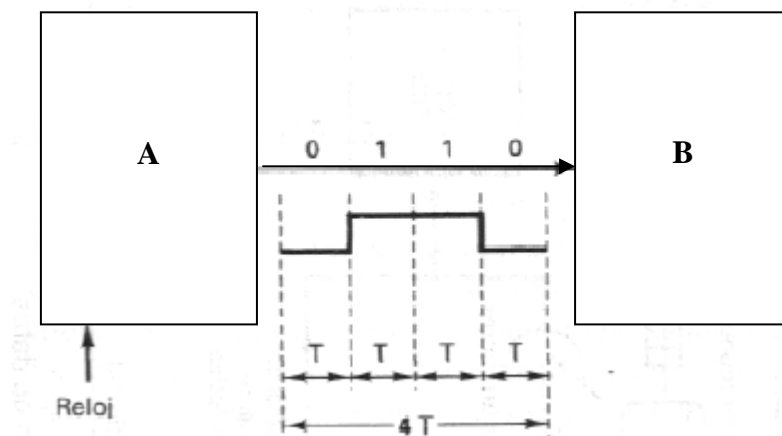


Fig. 2.7. Transmisión serial de datos

TRANSMISIÓN PARALELA

En este tipo de transmisión, cada dato binario tiene su propia línea de transmisión, es decir que los bits de información se pueden transmitir simultáneamente durante un tiempo (T) de un ciclo de reloj.

Esta transmisión comparada con la Transmisión serial es muy rápida; su limitación está en la distancia de transmisión.

A continuación se muestra un gráfico con un ejemplo de Transmisión Paralela o también llamada Serial por carácter, en la que se quiere transmitir 4 datos

binarios desde la fuente A hacia la fuente B, como se puede apreciar los datos salen simultáneamente.

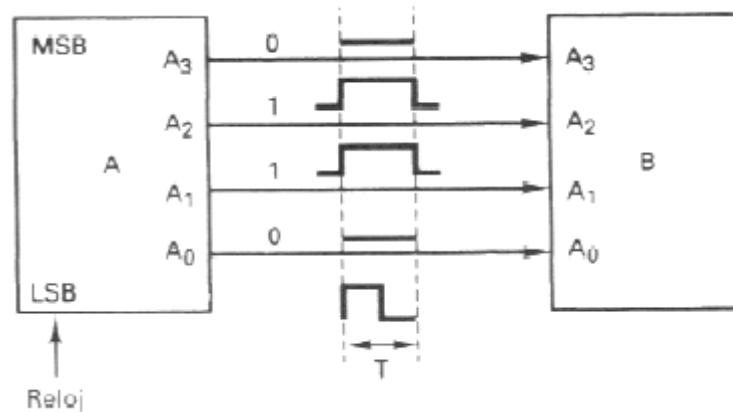


Fig. 2.8. Transmisión paralela de datos

2.6.1. MODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.

Existen tres modos de transmisión posibles y son:

- Simplex,
- Half-dúplex
- Full-dúplex, según como actúa la línea de transmisión.

SIMPLEX.- Aquí las transmisiones ocurren en una sola dirección es decir que un punto puede actuar en determinado momento solo como transmisor o solo como receptor pero no puede actuar como ambos. Las líneas simples también se llaman *solo de recepción, solo de transmisión o solo en un sentido*.

Los sistemas comerciales de televisión y radio son ejemplos de transmisión simplex.

SEMIDUPLEX (HALF-DUPLEX (HDX)) .- En este modo de transmisión los datos se trasladan en ambas direcciones desde el receptor o desde el transmisor . Un

punto puede ser transmisor y receptor pero no simultáneamente. Las líneas semiduplex también se llaman *líneas de dos sentidos alternas o líneas de uno de dos sentidos*.

La radio de banda civil (CB) es un ejemplo de transmisión semiduplex.

DUPLEX (FULL-DUPLEX (FDX)).- Cuando se trabaja en este modo, un punto de la transmisión actúa como receptor y transmisor simultáneamente, generalmente es una transmisión a cuatro hilos aunque puede ser en dos hilos. Las líneas duplex también se llaman *de dos sentidos simultáneos o en ambos sentidos*.

Un sistema telefónico normal es un ejemplo de transmisión duplex.

DUPLEX TOTAL GENERAL (FULL-FULL-DÚPLEX (F/FDX)). - En este modo se transmite y se recibe simultáneamente información, pero no de las mismas ubicaciones. Es decir que mientras se transmite de la fuente A hacia B, se puede recibir información de la fuente C hacia la ubicación de A.

El modo F/FDX solo es posible en circuitos de varios puntos. El sistema postal de Estados Unidos es un ejemplo de transmisión duplex / total general.

2.6.2. TIPOS DE COMUNICACIÓN.

Existen dos tipos de comunicación para la transmisión de datos bien definidos y son:

- Asíncrona
- Síncrona.

Para esta clasificación es necesario analizar la sincronización de un carácter.

SINCRONIZACIÓN DE CARÁCTER.- La sincronización del reloj asegura que el transmisor y el receptor estén "en la misma ranura de tiempo" para que la comunicación entre el transmisor y el receptor sea exitosa y que se pueda identificar el comienzo y el final de la transmisión.

Siendo así se distinguen dos formatos para la sincronización de caracteres asíncrona y síncrona.

FORMATO DE DATOS ASINCRONICO. – Con datos asincrónicos, cada carácter se marca entre un bit de inicio o arranque, y uno de paro. La figura muestra el formato para encuadrar un carácter en una transmisión de datos asíncronos. El primer bit que se transmite es de arranque, que siempre es un 0 lógico. Los bits de código de caracteres se transmiten después, comenzando con el menos significativo y avanzando hasta el más significativo. El bit de paridad, si se usa, se transmite en forma directa después del bit más significativo del carácter. El último bit que se transmite es el de paro, y siempre es un 1 lógico. Puede haber 1,1.5 o 2 bits de paro.

bit de paro (1,1,5,2)	Bit de paridad	Bits de datos (5 a 7)					bit de arranque			
1	1	1/0	b6 MSB	b5	b4	b3	b2	b1	b0 LSB	0

Tabla 2.2. Formato de datos asincrónicos.

Se usa un 0 lógico como bit de arranque porque el estado inactivo (sin transmitir datos) de un circuito de comunicaciones de datos se identifica por la transmisión de 1 continuos (que con frecuencia se llaman *unos de línea inactiva*). Por consiguiente, el bit de arranque del primer carácter se identifica por una transición de alto a bajo en los datos recibidos, y el bit que sigue de inmediato al de arranque es el menos significativo del código. Todos los bits de paro son 1 lógicos, con lo que se garantiza una transición de alto a bajo al principio de cada carácter. Después de haber detectado el bit de arranque, los bits de datos y de paridad se sincronizan en el receptor. Si se transmiten datos en tiempo real (es decir, a medida que el operador los teclea en la terminal de cómputo), variará la cantidad de unos de línea inactiva entre cada carácter.

Durante este tiempo muerto, el receptor sólo esperará la ocurrencia de otro bit para sincronizarse al siguiente carácter.

FORMATO DE DATOS SINCRONICO.- En los datos *síncronicos*, en vez de encuadrar cada carácter en forma independiente con bits de arranque y de paro, se transmite un solo carácter de sincronización, llamado carácter SYN (o SIN), al principio de cada mensaje. Por ejemplo en el código ASCII, el carácter SYN es 16H. El receptor desecha los datos que llegan hasta que recibe el carácter SYN, y a continuación se sincroniza con los ocho bits siguientes y los interpreta como un carácter. El carácter que se usa para indicar el final de una transmisión varía con la clase de protocolo empleado, y con el tipo de transmisión de que se trate.

No es necesario, con datos asincrónicos, que estén sincronizados en forma continua los relojes del transmisor y el receptor. Sólo es necesario que funcionen con la misma frecuencia aproximada, y que se sincronicen al principio de cada carácter. Ese era el objetivo del bit arranque, establecer una referencia de tiempo para sincronizar caracteres. En los datos síncronicos se deben sincronizar los relojes del transmisor y el receptor, porque la sincronización del carácter sólo se hace una vez al principio del mensaje.

2.7. DISPOSITIVOS DE TRANSMISIÓN Y RECEPCION.

2.7.1. DEFINICIÓN DE TRANSMISORES.

2.7.1.1. Transmisor

Equipo que genera una señal de radio ya modulada y enviarla a una antena para su radiación al espacio en forma de energía electromagnética.

Adapta el mensaje ya convertido en señal eléctrica al medio de transmisión. Esta adaptación por lo general implica un proceso de modulación el cual consiste en alterar algún elemento de una señal fija, llamada portadora, de acuerdo a las

variaciones del mensaje. La clasificación más general de los métodos de modulación depende del tipo de portadora utilizada. Así se tiene:

a) Modulación de onda continua: si la portadora es una senoide.

b) Modulación discreta en tiempo o de pulsos: si la portadora es un tren periódico de pulsos.

El objetivo fundamental de la modulación es acoplar el mensaje al medio de transmisión ya que:

1.- Si el medio de transmisión es el aire se necesitan antenas de transmisión y recepción que deben tener al menos un tamaño de $\lambda/4$ para que la radiación sea eficiente. Pero λ es inversamente proporcional a la frecuencia, por lo tanto si la señal a transmitir es de baja frecuencia (como en general lo son las señales producidas por el hombre) se necesitarían antenas de dimensiones colosales.

2.- Si el medio de transmisión es un cable coaxial, por ejemplo, también se puede lograr el multiplexaje; es decir, se pueden enviar varios mensajes simultáneamente utilizando el principio de modulación.

3.- Algunos métodos de modulación fortalecen la transmisión frente al ruido. Un ejemplo de esto es modulación en frecuencia ó FM.

Aparte de modular, el transmisor puede efectuar otras modificaciones. Por ejemplo se puede utilizar una clave que proteja la privacidad de la comunicación. También se puede comprimir o expandir el mensaje previo a la transmisión.

2.7.1.2. Tipos de transmisores.

2.7.1.2.1. Transmisores AM

Transmisores de bajo nivel

La figura muestra un diagrama de bloques de un transmisor DSBFC de AM, de bajo nivel.

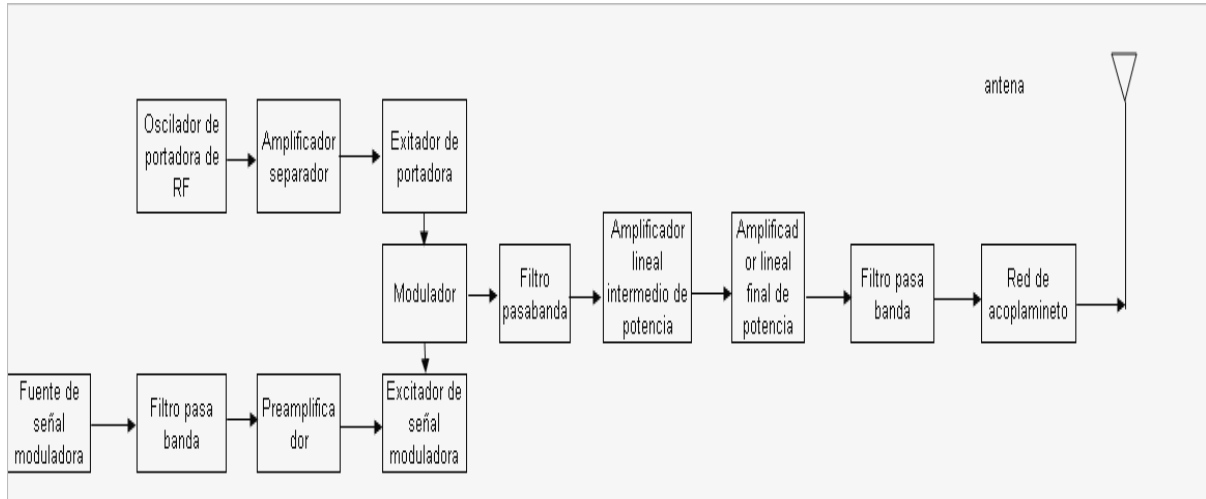


Fig. 2.9. Diagrama de bloques de un transmisor DSBFC de AM

Cuando se transmite voz o música, la fuente de señal moduladora es en general un transductor acústico, como un micrófono, una cinta magnética o un disco CD o de fonógrafo. El preamplificador suele ser un amplificador sensible y lineal de voltaje de clase A, con alta impedancia de entrada. La función del preamplificador es elevar la amplitud de la señal de la fuente hasta un valor útil, produciendo a la vez una distorsión no lineal mínima, y también agregar el menor ruido térmico que sea posible. El excitador de la señal moduladora también es un amplificador lineal que sólo amplifica la señal de información hasta un valor adecuado para la excitación suficiente del modulador. Se puede requerir más de un amplificador de excitación.

La FCC establece estrictos requisitos para la exactitud y estabilidad del transmisor y, en consecuencia, los circuitos de uso más frecuente son los osciladores controlados por cristal. El amplificador separador es un amplificador lineal de baja ganancia y alta impedancia de entrada. Su función es aislar al oscilador de los amplificadores de alta potencia. Este separador proporciona una carga relativamente constante al oscilador, que ayuda a reducir la ocurrencia y magnitud de variaciones de frecuencia de corto plazo. Con frecuencia se usan seguidores de emisor o amplificadores operacionales de circuito integrado como separadores.

El modulador puede tener modulación por emisor o por colector. Los amplificadores de potencia intermedia y final son moduladores en contrafase (push-pull) lineales de clase A o de clase B. Se requieren con los transmisores de bajo nivel, para mantener la simetría de la envolvente de AM. La red de acoplamiento con la antena compensa, o iguala, la impedancia de salida del amplificador final de potencia, con la de la línea de transmisión y la antena.

Los transmisores de bajo nivel se usan principalmente en sistemas de baja potencia y baja capacidad, como intercomunicaciones inalámbricas, unidades de control remoto, localizadores de personas y radioteléfonos de corto alcance.

Transmisores de alto nivel

La figura muestra el diagrama de bloques de un transmisor DSBFC de AM de alto nivel.

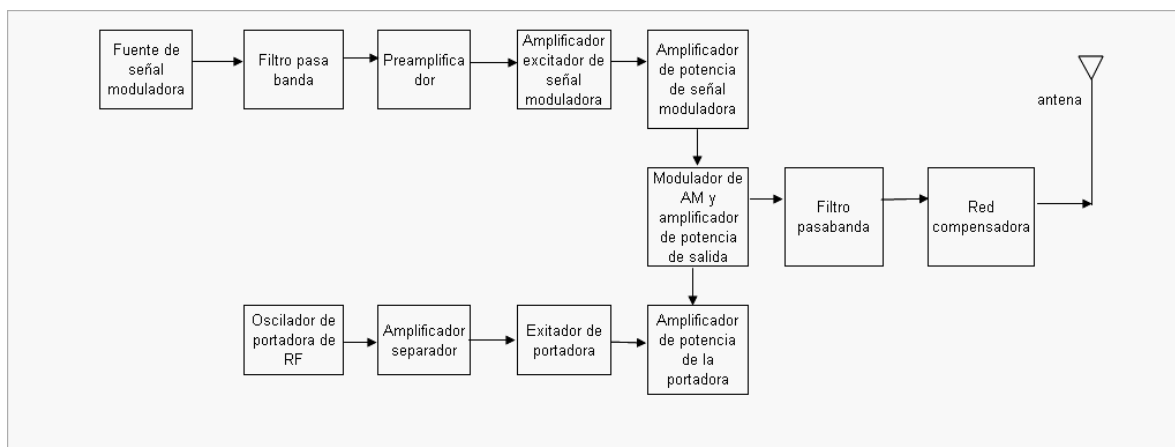


Fig. 2.10. Diagrama de bloques de un transmisor DSBFC de AM de alto nivel

La señal moduladora se procesa de la misma forma que en el transmisor de bajo nivel, excepto por la adición de un amplificador de potencia. En los transmisores de alto nivel, la potencia de la señal moduladora debe ser mucho más alta que la que se usa en los de bajo nivel. Esto se debe a que la portadora tiene toda la potencia en el punto del transmisor donde se hace la modulación y, en consecuencia, requiere una señal moduladora de gran amplitud para producir 100% de modulación.

El oscilador de la portadora de RF, su separador asociado y el excitador de portadora también son en esencia los mismos circuitos que los de los transmisores de bajo nivel. Sin embargo, en los de alto nivel la portadora de RF

sufre una amplificación adicional de potencia, antes de la etapa moduladora, y el amplificador final de potencia también es el modulador. En consecuencia, el modulador suele ser un amplificador de clase C, modulado en el drenaje, la placa o el colector.

Con los transmisores de alto nivel, el circuito modulador tiene tres funciones primarias. Proporciona los circuitos necesarios para efectuar la modulación (es decir, la no linealidad), es el amplificador final de potencia (clase C, para tener eficiencia), y un convertidor elevador de frecuencia. Un convertidor elevador traslada la señal de datos de baja frecuencia a las señales de radiofrecuencia que se puedan irradiar con eficiencia de una antena, y después propagar por el espacio libre también con eficiencia.

2.7.1.2.2. Transmisores de FM

Transmisores directos de FM

Los transmisores directos de FM producen una forma de onda de salida en la que la desviación de frecuencia es directamente proporcional a la señal moduladora. En consecuencia, el oscilador de portadora se debe desviar en forma directa. Así, para los sistemas de FM de índices intermedio y alto, el oscilador no puede ser de cristal, porque la frecuencia a la que oscila un cristal no se puede variar mucho. Como resultado, la estabilidad de los osciladores en los transmisores directos de FM no cumple, a menudo, con las especificaciones de la FCC. Para resolver este problema se usa el control automático de frecuencia (AFC, de automatic frequency control). Un circuito de AFC compara la frecuencia del oscilador de la portadora (no de cristal) con un oscilador de cristal de referencia, y produce un voltaje de corrección proporcional a la diferencia entre las dos frecuencias. El voltaje de corrección se retroalimenta al oscilador de la portadora para compensar, en forma automática, cualquier error que se pueda presentar.

Transmisor directo de FM de Crosby

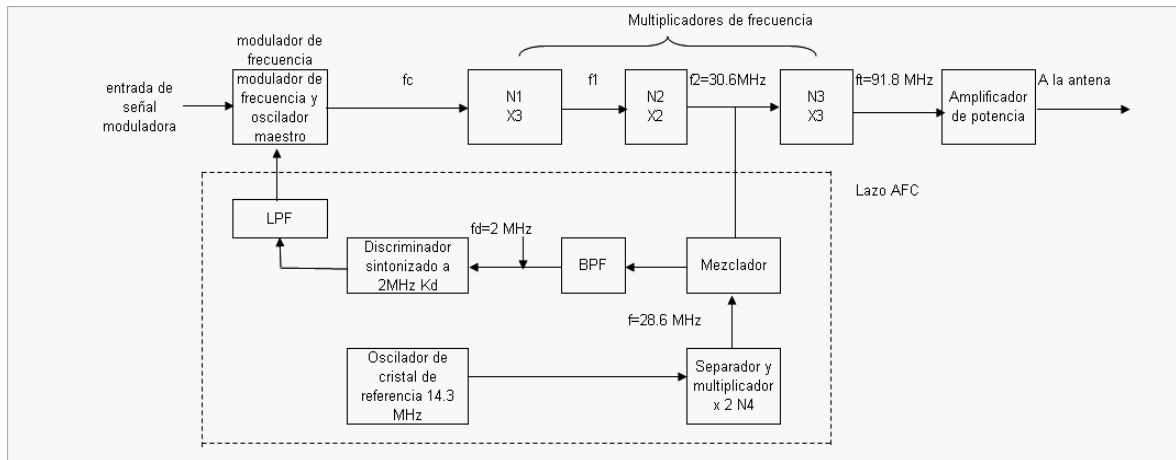


Fig. 2.11. Diagrama de bloques del Transmisor directo de FM de Crosby

Transmisor directo de FM con lazo de fase cerrada

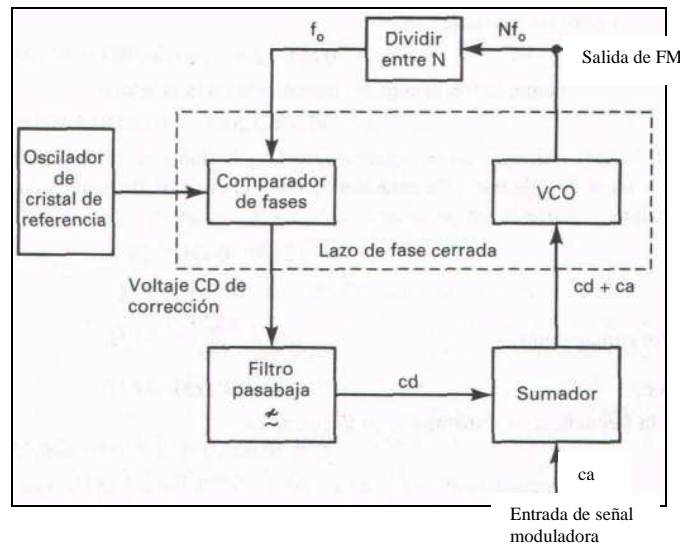


Fig. 2.12. Diagrama de bloques del Transmisor directo de FM con lazo de fase cerrada

Lazo AFC. El propósito del *lazo de AFC* es lograr una estabilidad de la frecuencia de portadora de transmisión parecida a la de un oscilador de cristal, sin usar el cristal.

Transmisores indirectos de FM

Los transmisores indirectos de FM producen una forma de onda de salida en la que la desviación de fase es proporcional a la señal moduladora. En consecuencia, el oscilador de portadora no se desvía en forma directa. Así, el oscilador de portadora puede ser un cristal, porque el oscilador mismo no es el modulador. Como resultado, la estabilidad de los osciladores con transmisores indirectos de FM puede cumplir con las especificaciones de la FCC sin usar un circuito AFC.

Transmisor indirecto de FM de Armstrong

Con la FM indirecta, la señal moduladora desvía en forma directa la fase de la portadora, y ésta, a su vez, cambia la frecuencia en forma indirecta. La fuente de la portadora es un cristal y en consecuencia se pueden llenar los requisitos de estabilidad de frecuencia de portadora establecidos por la FCC, sin usar un lazo AFC.

2.7.1.3. RF Transmisor TWS-434A.

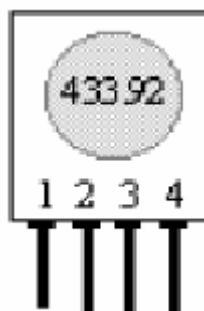


Fig. 2.13. Transmisor TWS-434^a

DESCRIPCION DE PINES

- PIN 1 = Gnd
- PIN 2 = Data Input
- PIN 3 = VCC
- PIN 4 = RF Output

Frecuencia: 433.92 MHz.
Modulación: AM
Voltaje de Operación: 2-12 Vdc.

NOTA. Las características técnicas se encuentran detalladas en el anexo 4.

2.7.2. DEFINICIÓN DE RECEPTORES

2.7.2.1. Receptor

Tiene como función rescatar la señal del medio de transmisión y realizar las operaciones inversas del transmisor con la finalidad de obtener el mensaje. Por lo dicho anteriormente para el modulador, la principal labor del receptor es la demodulación. Esto implica que debe existir un acuerdo absoluto entre transmisor y receptor en cuanto al tipo de funciones que cada uno debe realizar de forma de que operación sea equivalente a no haber alterado el mensaje original.

2.7.2.2. Tipos de receptores.

2.7.2.2.1. Receptores AM

Hay dos tipos básicos de radiorreceptores: coherentes y no coherentes. Con un receptor coherente o síncrono, las frecuencias generadas en el receptor, que se usan para demodulación, se sincronizan con las frecuencias de un oscilador, generadas en el transmisor (el receptor debe tener algún medio de recuperar la portadora recibida y sincronizarse a ella). Con los receptores no coherentes o asíncronos, no se generan frecuencias en el receptor, o bien las frecuencias que se usan para demodular son totalmente independientes de la frecuencia de la portadora del transmisor. A la detección no coherente se le llama con frecuencia detección de envolvente, porque la información se recupera a partir de la onda recibida, detectando la forma de la envolvente modulada.

2.7.2.2.2. Receptores FM

Los receptores de FM, como sus contrapartes de AM, son superheterodinos. El receptor de FM es parecido a los receptores de AM. Las secciones de preselector, amplificador de RF, el primero y el segundo amplificador de FI y de detector de un receptor de FM efectúan funciones casi idénticas a las que hacían en los receptores de AM: el preselector rechaza la frecuencia imagen, el amplificador de RF establece la relación de señal a ruido y la cifra de ruido, la sección de mezclador/convertidor hace conversión descendente de RF a FI, los amplificadores de FI proporcionan la mayor parte de la ganancia y selectividad del receptor, y el detector quita la información de la onda modulada. A excepción del AGC demorado, para evitar la saturación del mezclador cuando se reciben señales intensas de RF, el AGC que se usa en los receptores de AM no se usa en los de FM, no hay información en la amplitud de la señal recibida, porque con la transmisión de FM no hay información en la amplitud de la señal recibida. Debido a las características inherentes de supresión de ruido de los receptores de FM común que tampoco se requieran amplificadores de RF en los receptores de FM.

En los receptores de FM es deseable tener una señal de FI de amplitud constante en el demodulador. En consecuencia, estos receptores tienen, en general, mucho más ganancia de FI que los receptores de AM. De hecho, con los receptores de FM se prefiere que esté saturado el amplificador final de FI. Las armónicas producidas al saturar el amplificador final FI son suficientemente altas como para que se reduzcan en forma apreciable con los filtros pasabanda que sólo tienen el ancho de banda mínimo necesario para preservar las señales de información. El amplificador final de FI se diseña especialmente para tener características ideales de saturación y se llama limitador, o a veces limitador pasabanda si se filtra la salida.

Las secciones de preselector, amplificadores de RF, el mezclador/convertidor y la sección de FI de un receptor de FM funcionan esencialmente igual que lo hacían en los receptores de AM; sin embargo, la etapa de detector de audio que se usa en los receptores de FM es muy distinta. El detector de envolvente (de picos), común a los receptores de AM, se sustituye por una red limitadora,

discriminadora de frecuencia y deénfasis en los receptores de FM. El discriminador de frecuencia extrae la información de la onda modulada, mientras que el circuito limitador y el de deénfasis contribuyen a mejorar la relación de señal a ruido que se alcanza en la etapa de demodulador de audio en los receptores de FM.

Para los receptores de FM en la banda comercial, la primera FI es una frecuencia relativamente alta, por ejemplo de 10.7 MHz, para tener buen rechazo de la frecuencia imagen y la segunda FI es una frecuencia relativamente baja (muchas veces de 455 kHz) que permite tener a los amplificadores de FI, una ganancia relativamente alta, sin ser susceptibles a la oscilación. Con una primera FI de 10.7 MHz, la frecuencia imagen hasta para la estación de FM con frecuencia mínima (88.1 MHz) es 109.5 MHz, muy afuera de la banda de emisión de FM.

2.7.2.3. RF RECEPTOR RWS-434.

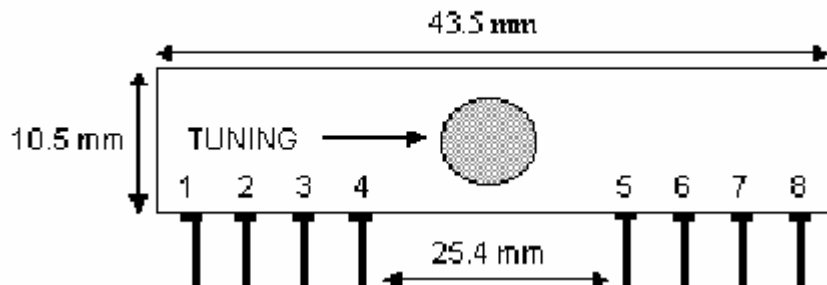


Fig. 2.14. RECEPTOR RWS-434.

DESCRIPCION DE PINES

- PIN 1 = Gnd.
- PIN 2 = Digital Data Output
- PIN 3 = Linear Output.
- PIN 4 = VCC

- PIN 5 = VCC
- PIN 6 = Gnd.
- PIN 7 = Gnd.
- PIN 8 = Antena (aprox. 30-35 cm)

Frecuencia: 433.92 MHz.

Modulación: AM

Voltaje de Operación: 4.5 – 5.5 Vdc.

Salida: DIGITAL

Nota: Las características técnicas se encuentran detalladas en el anexo 5.

2.7.3. MEDIO DE TRANSMISIÓN

Es el lazo entre el transmisor y el receptor. Pueden ser líneas de transmisión, el aire, fibras ópticas, guías ondas, etc.

Como uno de los medios de transmisión más utilizados es el aire, donde se transmite a través de ondas electromagnéticas, es importante organizar y asignar bandas de transmisión para los diversos usos que estén estandarizadas para poder comunicarse con cualquier parte del mundo. Adicionalmente en cada nación existen organismos con el propósito de asignar canales nacionales y, regular su uso.

Para cada banda de frecuencias, es importante conocer que existen estructuras físicas apropiadas para enviar señales a través de ellas. Por ejemplo, la zona inferior a los 300 KHz permite utilizar cables paralelos. Por encima de esta frecuencia se comienza a preferir el cable coaxial; éste comienza a tener pérdidas muy grandes y problemas de radiación alrededor de los GHz. A partir de esta banda se aplican guías de ondas conductoras. Solo para frecuencias ópticas se emplean las conocidas fibras ópticas, que no son más que guías de ondas dieléctricas. Asimismo, dentro de cada banda existen normas internacionales y locales para la asignación de cada una de las frecuencias. Por ejemplo

Radiodifusión AM se ubica en la banda de 540 a 1600 KHz. Radiodifusión FM en la banda de 88 a 108 MHz. Canales de televisión 2 al 6 entre 54 a 88 MHz.

Dependiendo del medio de transmisión la señal sufre alteraciones indeseadas como son:

a) Atenuación: Reduce el valor de la señal y puede hacerla tan pequeña como el ruido y perderla en éste.

b) Distorsión: Es el resultado de la respuesta imperfecta de un sistema a la señal misma. En la práctica se diseña tratando siempre de minimizarlo.

c) Interferencia: Es la contaminación debida a señales externas de la misma naturaleza que el mensaje que queremos transmitir.

d) Ruido: Si un electrón se encuentra a una temperatura diferente al cero absoluto tendrá una energía térmica que se manifestará con movimientos aleatorios; y si el medio donde se encuentra el electrón es conductor se producirá un voltaje aleatorio conocido como ruido térmico. Obviamente es inevitable en cualquier sistema, sin embargo se puede tratar de minimizar. Existen otras fuentes de ruido como el sol, las estrellas, las descargas atmosféricas, el ruido "fabricado" por el hombre en sus industrias, etc

2.7.4. CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN.

Para la transmisión de la señal, ésta necesariamente debe ser MODULADA ya que no resulta conveniente propagar energía electromagnética de baja frecuencia por la atmósfera de la tierra ya que la señal a transmitirse presenta mayores pérdidas por reflexión y se muestra vulnerable al ruido.

Algunas de las características de la transmisión / recepción requeridas en la construcción del prototipo, son entre otras:

- La velocidad de transmisión es de 1200 bps.
- El alcance de la señal de la transmisión, debe llegar a una distancia cercana a 3 metros.
- Se utiliza un tipo de modulación AM y modulación ASK.
- La frecuencia a la que se transmite la información codificada es aproximadamente ,300 MHz.

2.7.4.1. Modulación.

Es un proceso en el cual se varía o se cambia alguna propiedad de una portadora analógica (generalmente sinusoidal y de alta frecuencia) de acuerdo con la señal de la fuente.

"Modulación se define como el proceso de transformar información de su forma original a una forma más adecuada para la transmisión."

Otra definición de lo que es Modulación puede ser la adaptación de la señal al canal de transmisión a través del uso de una portadora .

En todo proceso de modulación se encuentra la Portadora y la Modulante. La portadora es la señal que está en alta frecuencia y la que se expone a cambios en alguna de sus características, mientras que la modulante es aquella señal en la que se encuentra la información propiamente dicha y la que se quiere transmitir a otro sitio.

Se modula la señal por varios motivos entre ellos podemos citar las siguientes:

- Para facilitar la radiación, debido a la reducción de la longitud de onda de la señal.
- Para reducir el ruido y la interferencia.
- Para superar limitaciones técnicas.
- Se modula por la facilidad que se tiene de asignar canales de frecuencia a cada señal.
- Se puede utilizar canales múltiples para que una sola portadora transporte muchas señales moduladas.

2.7.4.2. Finalidad de la modulación

El objetivo de la modulación es el de adaptar la señal que se va a transmitir al canal de comunicaciones que hay entre la fuente y el destinatario. Se introducen, por tanto, dos operaciones suplementarias entre la fuente y el canal, una primera operación llamada modulación, y entre el canal y el destinatario, una segunda denominada desmodulación. El objetivo de la transmisión es el de hacer llegar el mensaje emitido $m(t)$ al destinatario. En el caso ideal, se tiene: $y(t) = m(t)$. En la práctica, esto no es así, y tenemos que $y(t)$ es distinto de m .

2.7.4.3. Tipos de modulación.

Existen básicamente dos tipos de modulación: la modulación ANALÓGICA, que se realiza a partir de señales analógicas de información, por ejemplo la voz humana, audio y video en su forma eléctrica y la modulación DIGITAL, que se lleva a cabo a partir de señales generadas por fuentes digitales, por ejemplo una computadora.

- Modulación Analógica: AM, FM, PM
- Modulación Digital: ASK, FSK, PSK, QAM

2.7.4.3.1. Modulación Analógica

Es aquella en la cual algunos de los parámetros de la onda portadora varían proporcionalmente con la señal modulante.

MODULACION DE AM

MODULACION FM

MODULACION PM

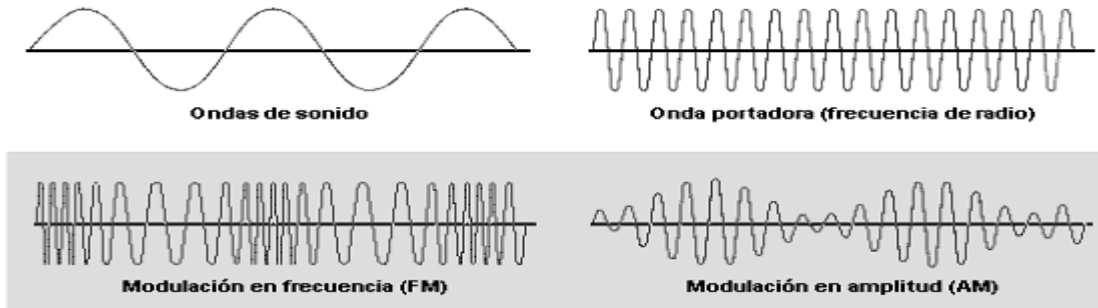


Fig. 2.15. Modulación AM y FM

2.7.4.3.2. Modulación Digital

Es aquella en la cual se tiene una traducción a un nuevo lenguaje con el concurso de un código, en este caso la Modulante es en formato digital es decir un lenguaje de unos (1 Lógico) y ceros (0 Lógico).

3. CAPITULO III. ENSAMBLAJE DEL PROYECTO

3.1. PASOS PARA EL ENSAMBLAJE DEL PROYECTO

3.1.1. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE PARA EL INGRESO DE DATOS.

El programa a utilizarse es Visual Basic. Se instala este programa siguiendo las instrucciones del software de instalación. Una vez instalado se empieza el diseño del programa que nos permitirá el ingreso de datos, los cuales son:

- Frecuencia (0.01- 50 Mhz) y
- Amplitud (0-5 V).

3.1.2. DISEÑO DEL PROGRAMA PARA EL INGRESO DE DATOS.

3.1.2.1. Procedimiento



```
Private Sub com1_Click()  
If MSComm1.PortOpen = True Then  
MSComm1.PortOpen = False  
End If  
MSComm1.CommPort = 1  
On Error Resume Next  
MSComm1.PortOpen = True  
If Err Then  
txtrepcion.Text = "COM1 no está disponible. Elija otro puerto."  
Exit Sub  
End If  
If MSComm1.PortOpen = False Then  
MSComm1.PortOpen = True  
End If  
txtrepcion.Text = "COM1 inicializado correctamente"  
End Sub
```



```
Private Sub com2_Click()  
If MSComm1.PortOpen = True Then  
MSComm1.PortOpen = False  
End If  
MSComm1.CommPort = 2  
On Error Resume Next  
    MSComm1.PortOpen = True  
    If Err Then  
        txtrepcion.Text = "COM2 no está disponible. Elija otro puerto."  
        Exit Sub  
    End If  
If MSComm1.PortOpen = False Then  
MSComm1.PortOpen = True  
End IfEnd Sub
```



```
Private Sub cmdsalir_Click()  
On Error Resume Next  
If MSComm1.PortOpen = False Then  
    MSComm1.PortOpen = True  
    If Err Then  
        txtrepcion.Text = "Error al Finalizar Transmision Serial. Pic en Modo  
Remoto"  
        Exit Sub  
    End If  
End If
```

```
End If  
End If  
End  
End Sub
```

COMM3

```
Private Sub COM3_Click()  
If MSComm1.PortOpen = True Then  
MSComm1.PortOpen = False  
End If  
MSComm1.CommPort = 3  
On Error Resume Next  
MSComm1.PortOpen = True  
If Err Then  
txtrecepcion.Text = "COM3 no está disponible. Elija otro puerto."  
Exit Sub  
End If  
If MSComm1.PortOpen = False Then  
MSComm1.PortOpen = True  
End If  
txtrecepcion.Text = "COM3 inicializado correctamente"  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
ncount = 0  
Dato = 0  
MSComm1.CommPort = 1  
MSComm1.Settings = "1200,n,8,1"  
MSComm1.InputLen = 1  
MSComm1.InBufferCount = 0  
MSComm1.InBufferSize = 512
```



```
MSComm1.RThreshold = 1
MSComm1.SThreshold = 1
Timer1.Enabled = False
Timer1.Interval = 200
On Error Resume Next
    MSComm1.PortOpen = True
    If Err Then
        txtrecepcion.Text = "COM1 no está disponible. Elija otro puerto."
    Else
        If MSComm1.PortOpen = False Then
            MSComm1.PortOpen = True
        End If
    End If
End If
End Sub
```

ESTADO TRANSMISION

```
Private Sub Label1_Click()
```

```
End Sub
```

Sinusoidal

```
Private Sub SendSin_Click()
    For J = 0 To 3
        MSComm1.Output = "T"
        TxtFun.Text = "Sinusoidal"
        MSComm1.Output = "0"
    Next J
End Sub
```

Triangular

```
Private Sub SendTria_Click()  
    For J = 0 To 3  
        MSComm1.Output = "T"  
        TxtFun.Text = "Triangular"  
        MSComm1.Output = "1"  
    Next J  
End Sub
```

FRECUENCIA

```
Private Sub Label2_Click()  
  
End Sub
```

ENVIAR

```
Private Sub SendF_Click()  
    For J = 0 To 3  
        MSComm1.Output = "F"  
        DataFreq = txtfreq1.Text  
        For I = 0 To 6  
            OutFreq(I) = AscB("0")  
        Next  
        For I = 0 To (Len(txtfreq1) - 1)  
            OutFreq(6 - I) = AscB(Right(DataFreq, 1))  
            DataFreq = Left(DataFreq, ((Len(txtfreq1) - 1) - I))  
        Next  
        OutFreq(7) = AscB(".")
```

```
OutFreq(8) = AscB(txtfreqf.Text)
MSComm1.Output = OutFreq
```

```
Next J
```

```
End Sub
```

AMPLITUD

```
Private Sub Label3_Click()
```

```
End Sub
```

ENVIAR

```
Private Sub SendV_Click()
```

```
For J = 0 To 3
```

```
MSComm1.Output = "V"
```

```
OutVolt(0) = AscB(txtampII)
```

```
OutVolt(1) = AscB(".")
```

```
OutVolt(2) = Asc(txtampIf.Text)
```

```
MSComm1.Output = OutVolt
```

```
Next J
```

```
End Sub
```



```
Private Sub MSComm1_OnComm()
```

```
Select Case MSComm1.CommEvent
```

```
Case comEvReceive
```

```
datorx = MSComm1.Input
```

```
If datorx = "A" Then
```

```
'Text2.Text = datorx
```

End If
End Select
End Sub

3.1.2.2. Resultados

Pantalla de programa esquemático.

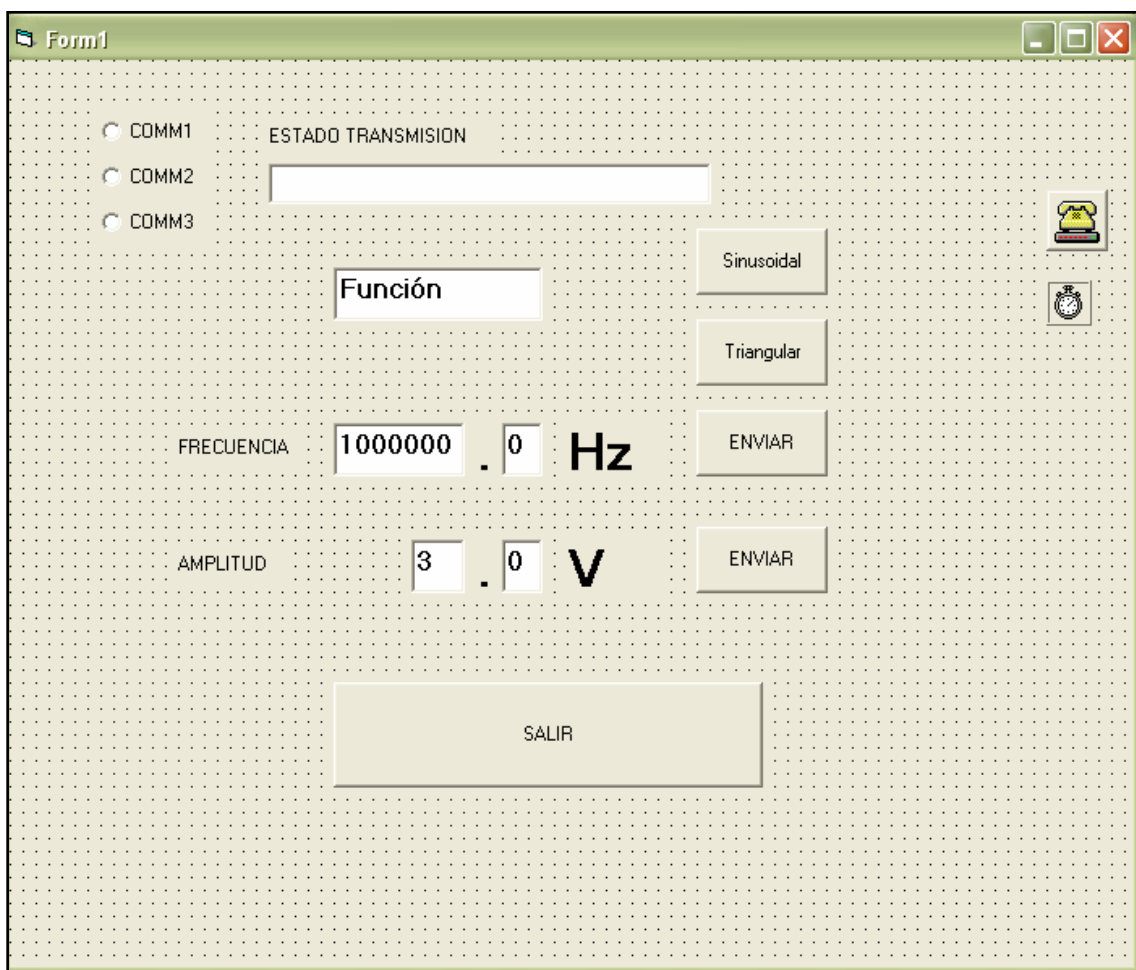


Fig. 3.1. Pantalla esquemática del programa

Pantalla del programa ejecutado.

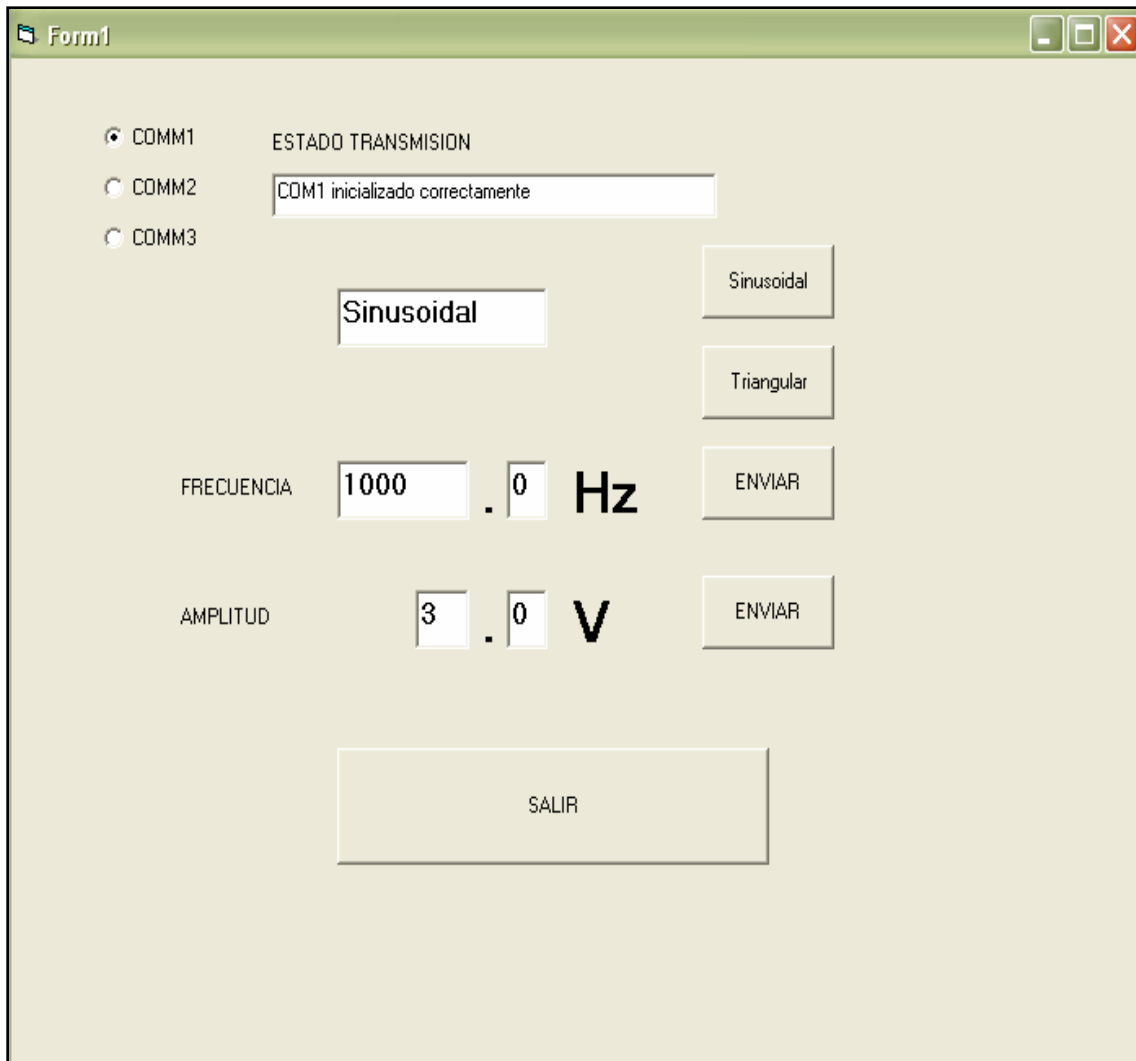


Fig. 3.2. Pantalla principal del ingreso de datos - programa ejecutado.

En caso de no disponer de un PC el ingreso de datos se lo hará de forma manual ya que se dispondrá de 6 switches y un LCD que visualice los datos ingresados. El ingreso se realizará mediante los switches que estarán ubicados junto al LCD. Estos datos serán almacenados directamente en el PIC y manejados mediante el programa para el Generador.

3.1.3. PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC16F877

3.1.3.1. Procedimiento

El programa mostrado a continuación fue diseñado en el lenguaje de programación C++ y luego ensamblado a MPLAB IDE que es un software que instalado en el PC permite desarrollar aplicaciones para Microcontroladores Microchip.

3.1.3.2. Cálculos

Para cumplir con las características y rangos de funcionamiento del AD9834 y del PIC16F877 se deberán realizar ciertos cálculos, para no tener mucha pérdida y el generador sea casi exacto.

AD9834

$F_{MCK} = 18\text{MHz}$

$F_{max} = 9\text{MHz}$

Para generar la señal de salida el generador AD9834 se basa en los siguientes cálculos ya definidos por este circuito:

$F_{MCK}/2 = 9\text{MHz}$ (frecuencia máxima del AD9834)

$ACC = 2^{28} F_{max} / F_{MCK}$; ($F_{MCK} = 18\text{ MHz}$)

$A_{CC} = 14,91f_{max}$

A_{cc} = valor entero

A_{cc} tiene que ser un valor entero ya que los decimales afectan al resultado produciendo pérdidas y dando como resultado valores no tan exactos en frecuencia, para esto se realizó la siguiente operación:

$A_{CC} = F_{max} (14,91) + ((14,91) * 10) / 10$

$A_{cc} = F_{max} (14 + 91/100) + (14 + 91/100) \times 10/10$

Nota: La programación del PIC16F877 se encuentra detallada en el Anexo 6.

3.2. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL PROYECTO

DIAGRAMA DEL TRANSMISOR

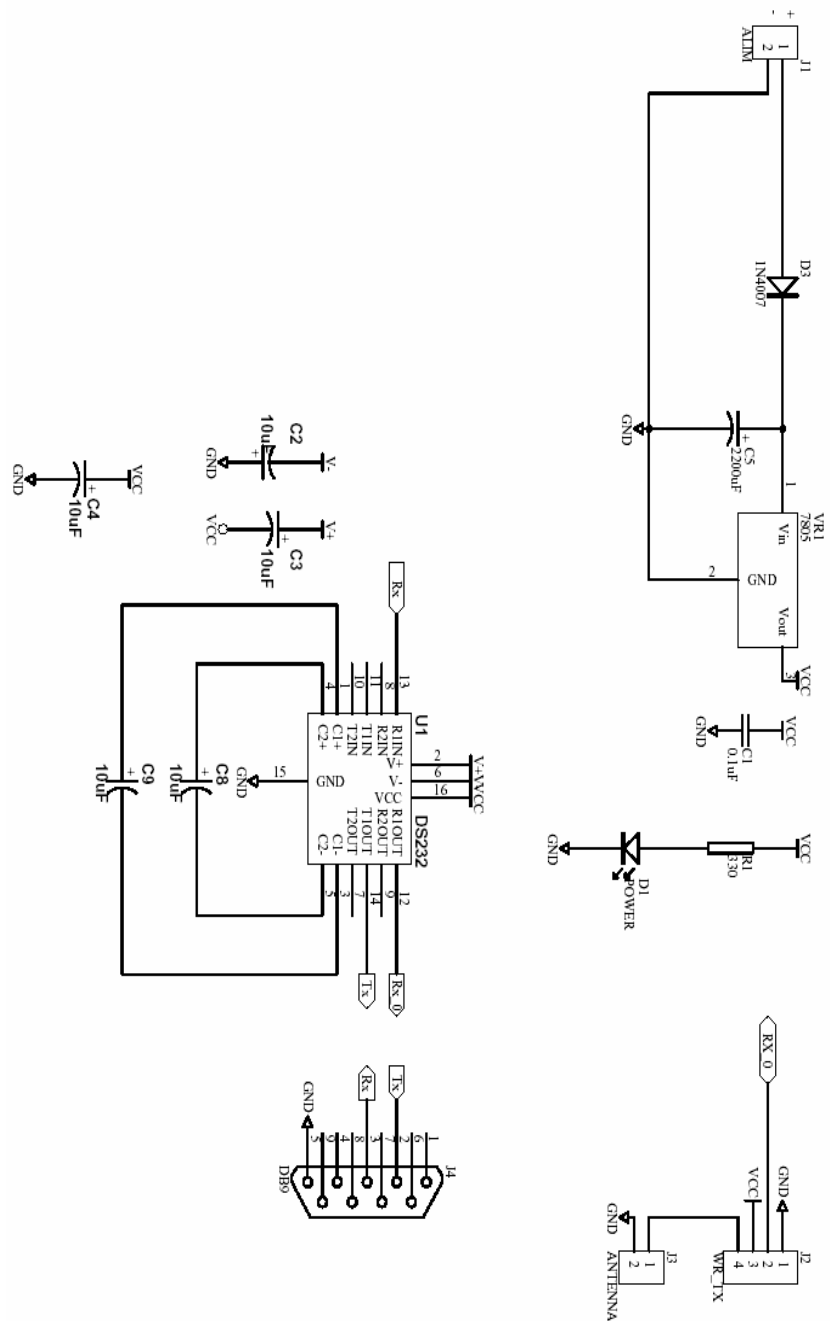


Fig. 3.3. Diagrama esquemático del transmisor

DIAGRAMA DEL RECEPTOR

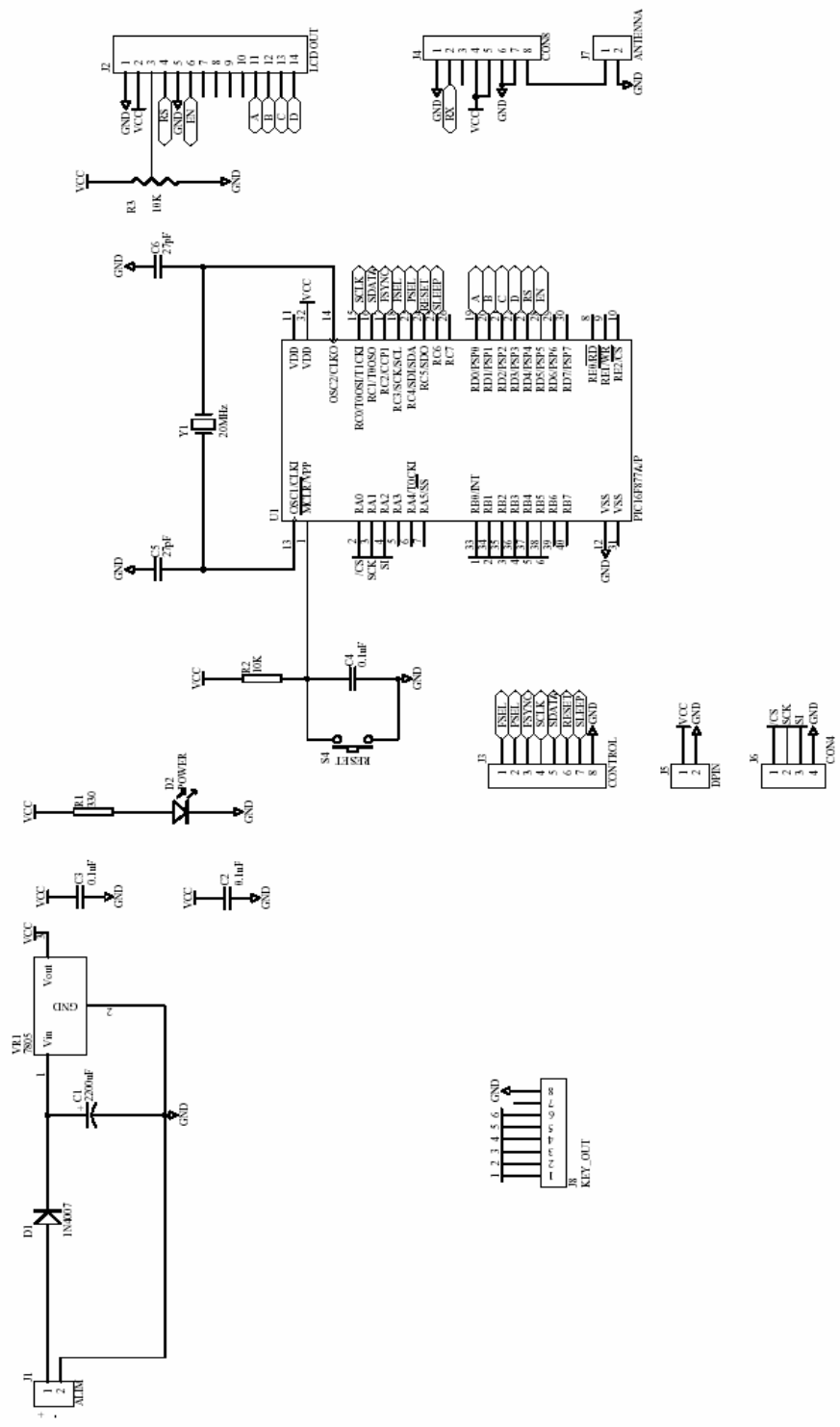


Fig. 3.4. Diagrama esquemático del receptor

DIAGRAMA DEL GENERADOR

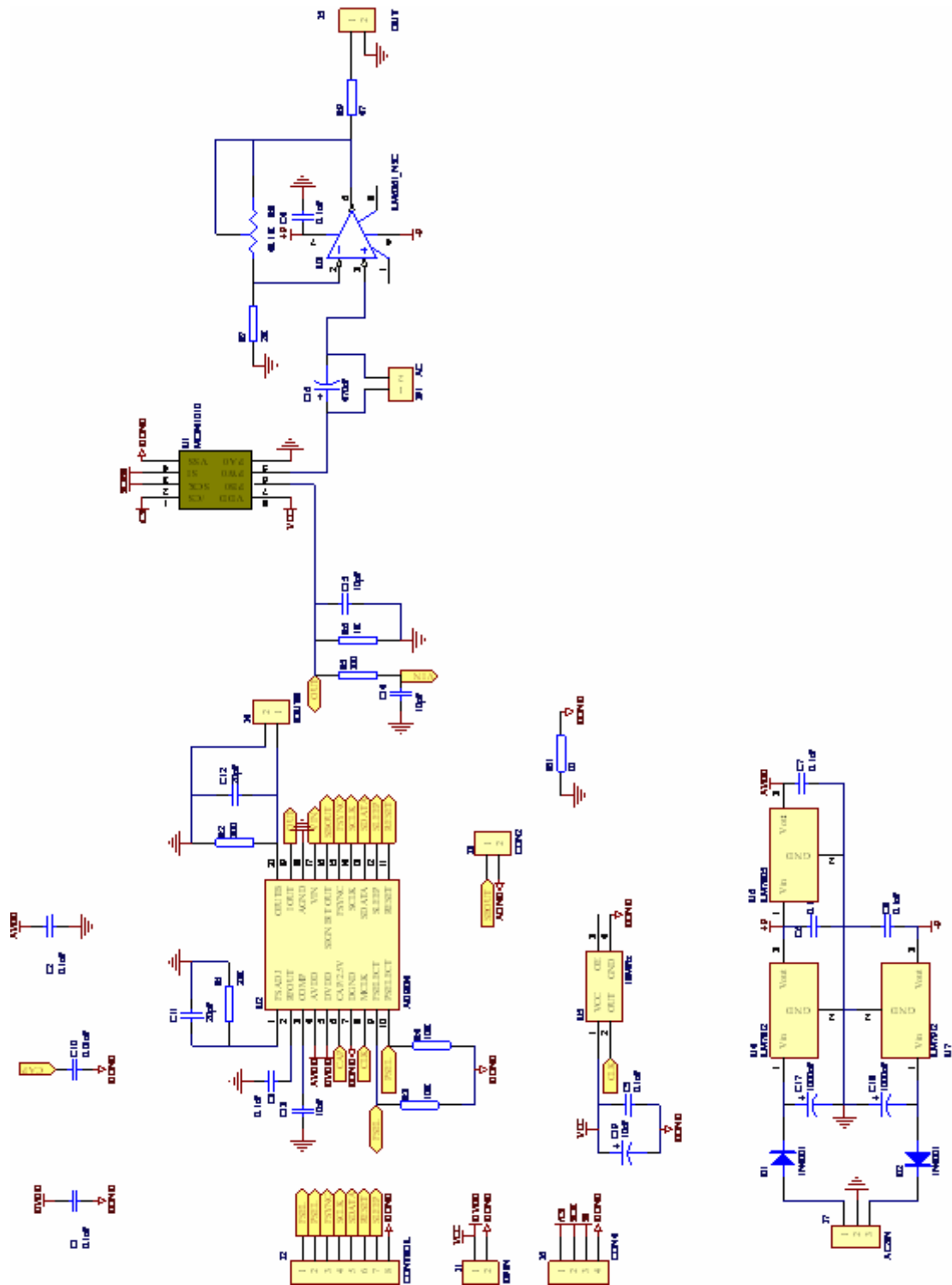


Fig. 3.5. Diagrama esquemático del generador

3.3. DIAGRAMA CIRCUITAL DEL PROYECTO.

PISTAS DEL CIRCUITO DE TRANSMISION

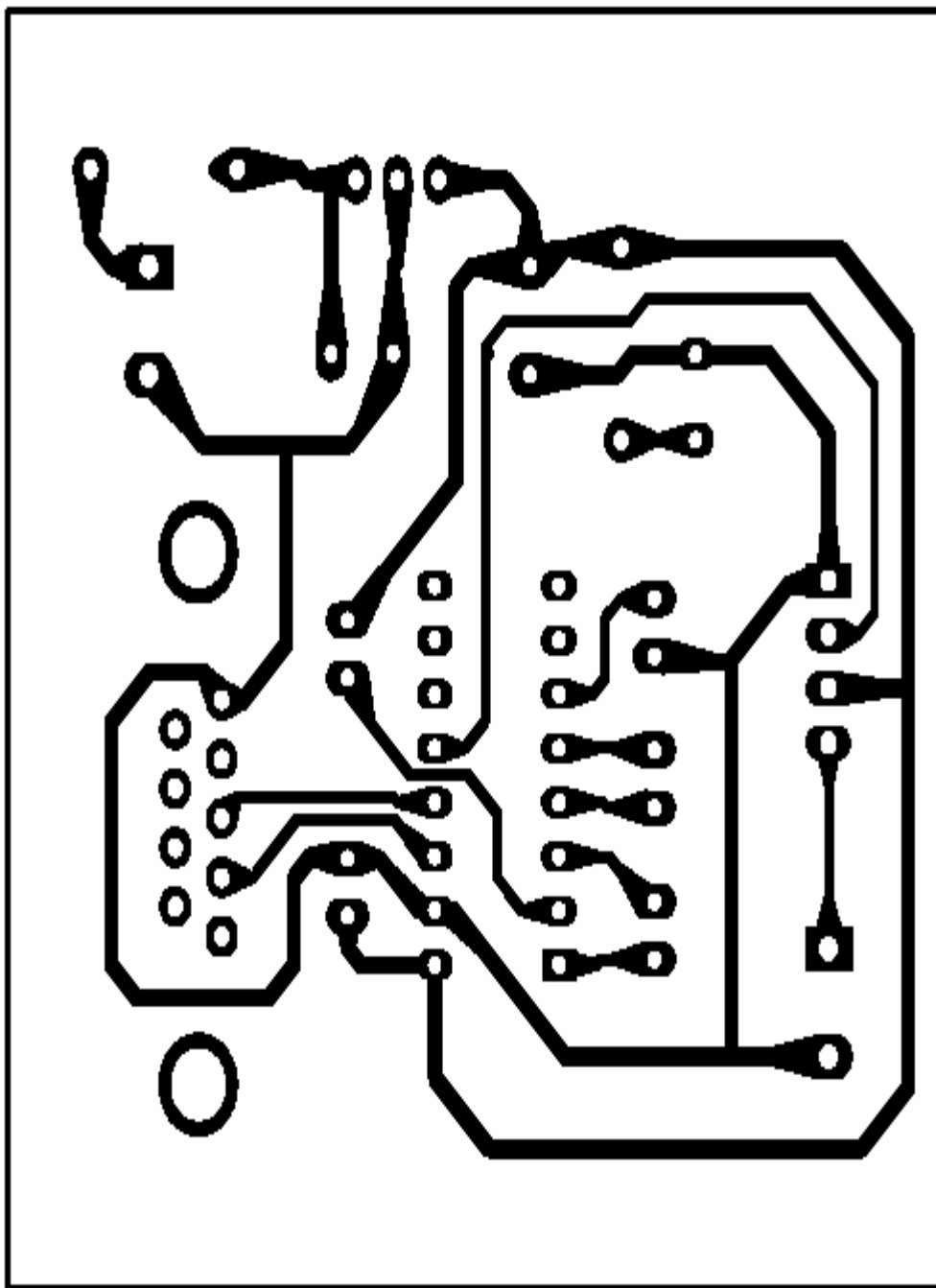


Fig. 3.6. Diagrama circuital del transmisor.

ELEMENTOS DEL CIRCUITO DE TRANSMISION

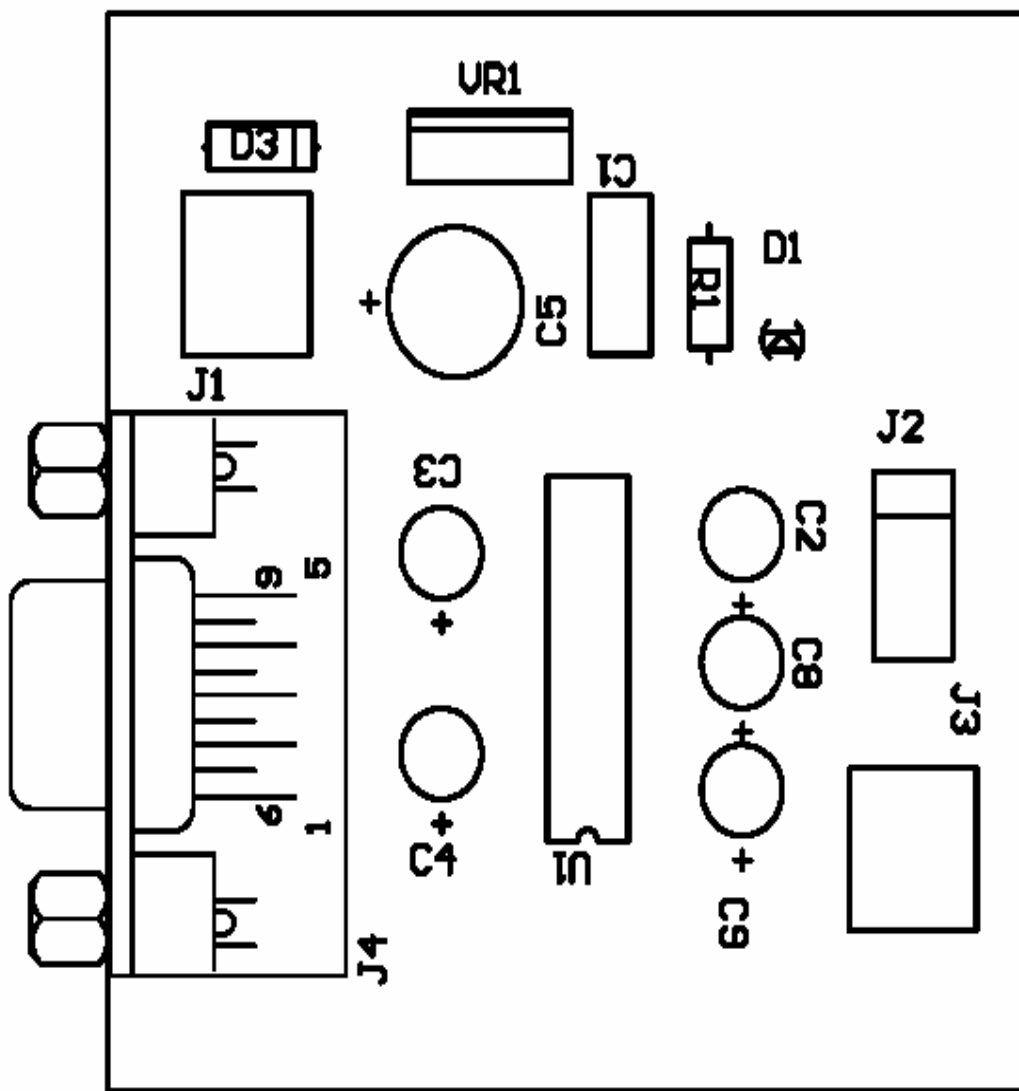


Fig. 3.7. Elementos del circuito de Transmisión.

PISTAS DEL CIRCUITO DE RECEPCION

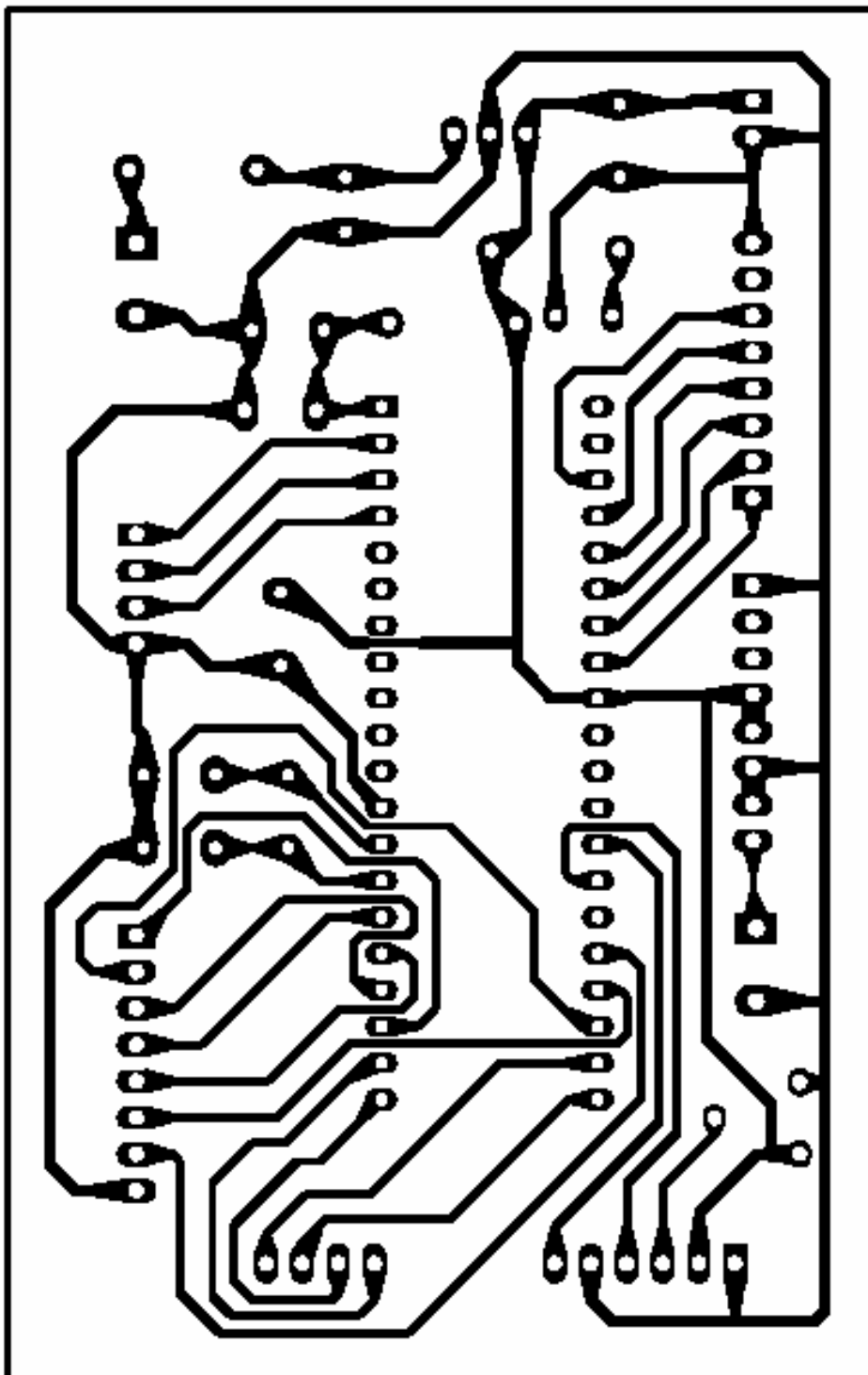


Fig. 3.8. Diagrama circuital del circuito de recepción.

ELEMENTOS DEL CIRCUITO DE RECEPCION

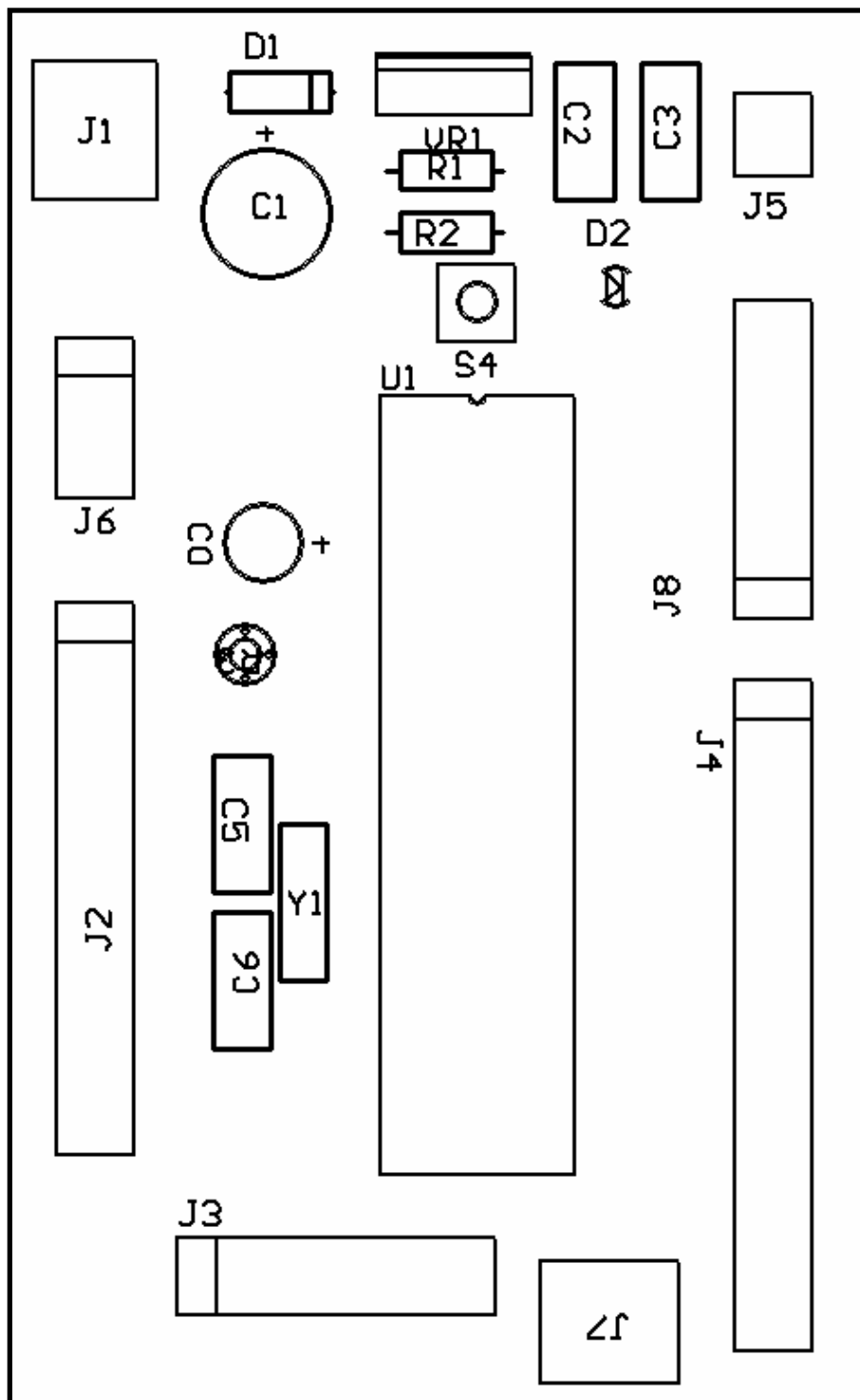


Fig. 3.9. Elementos del circuito de recepción.

PISTAS DE CIRCUITO GENERADOR

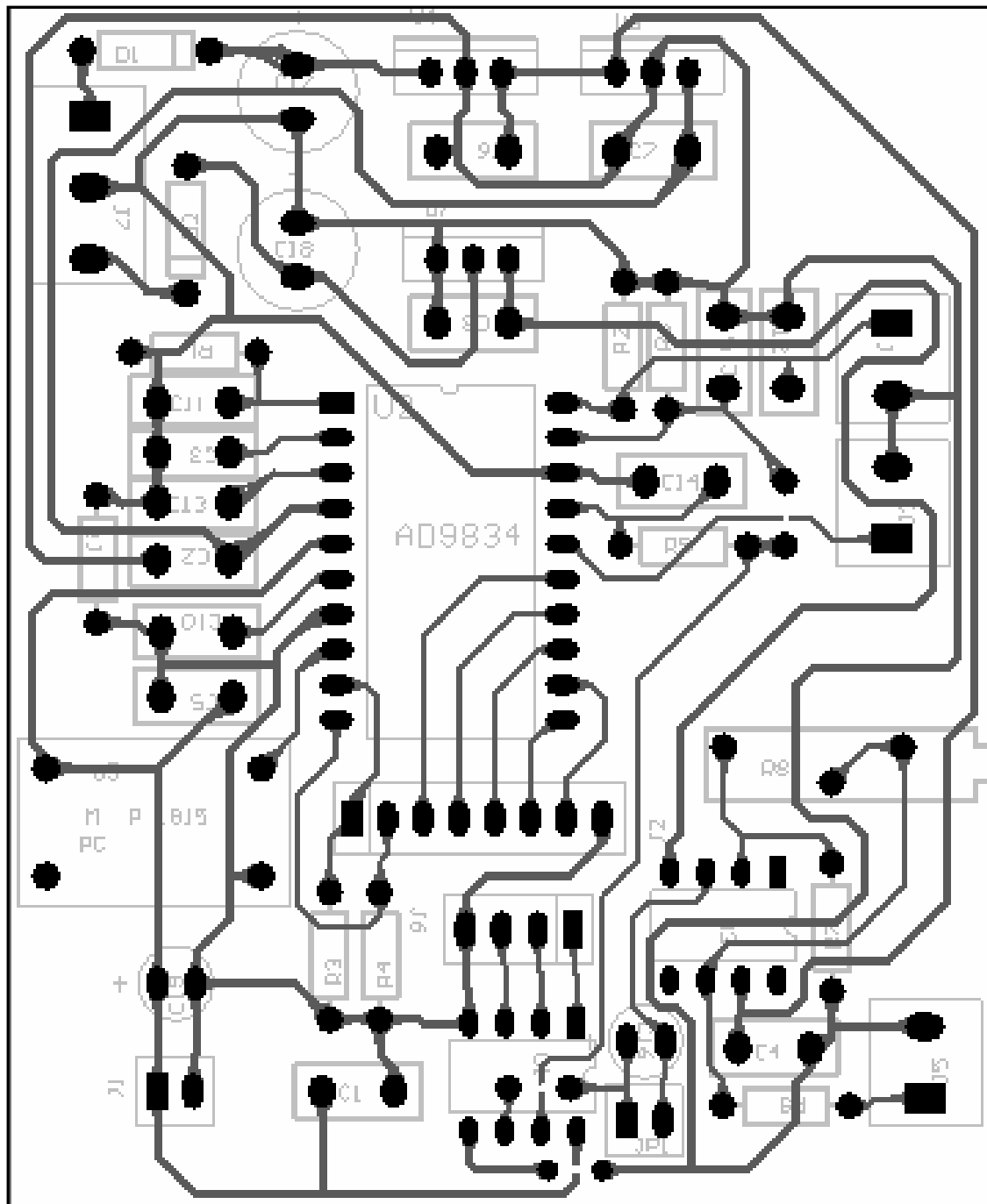


Fig. 3.10. Diagrama circuital del circuito de generación.

ELEMENTOS DEL CIRCUITO GENERADOR.

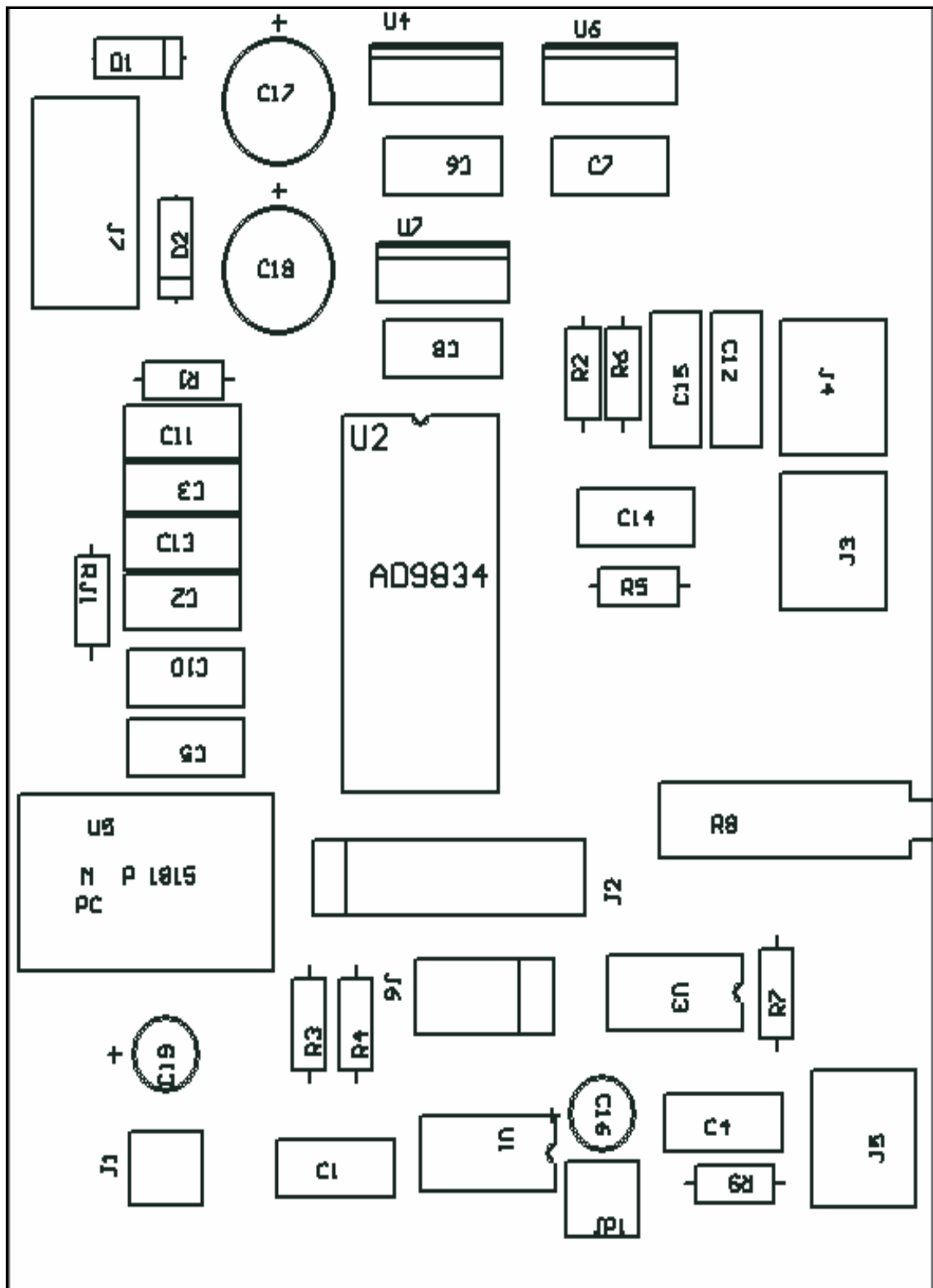


Fig. 3.11. Elementos del circuito de generación.

3.4. MATERIALES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

CIRCUITO DE TRANSMISION

- resistencias
- condensadores
- regulador de voltaje
- diodo
- diodo LED
- convertidor DS232
- transmisor TWS-434^a
- puerto serial
- adaptador de 9V

CIRCUITO DE RECEPCION

- resistencias
- transformador de 12V
- condensadores
- regulador de voltaje
- diodo
- diodo LED
- cristal 4 MHz
- pulsantes
- pic 16F877A
- LCD
- Receptor RWS-434

CIRCUITO GENERADOR

- resistencias
- transformador de 6V con toma central.
- condensadores
- regulador de voltaje
- diodo
- convertidor AD9834
- Amplificador LM6361
- Cristal de 50 MHz

- Potenciómetro digital 100K.

HERRAMIENTAS ADICIONALES.

- Baquelita
- Cautín
- Estaño
- Conectores,
- Cajas
- Pasta para soldar
- Chupa suelda

3.5. MATERIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

Los materiales que son necesarios para la instalación del proyecto son los siguientes:

1. Computador
2. Cable serial
3. Tarjeta de transmisión
4. Tarjeta de recepción
5. Generador
6. Osciloscopio
7. Lenguaje de programación C++
8. Lenguaje de programación Visual Basic 6.0
9. Programa MPLAB IDE V7.31

4. CAPITULO IV. RESULTADOS FINALES.

4.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

EL Generador de funciones de onda sinusoidal y triangular, se encontrará ubicado en el laboratorio de Electrónica de la Escuela de Formación Tecnológica. El Generador consta de un Programa llamado Control el mismo tiene que tiene un archivo ejecutable llamado Proyecto el cuál está diseñado en Visual Basic.

El proyecto consta de tres partes principales:

- **Transmisión**

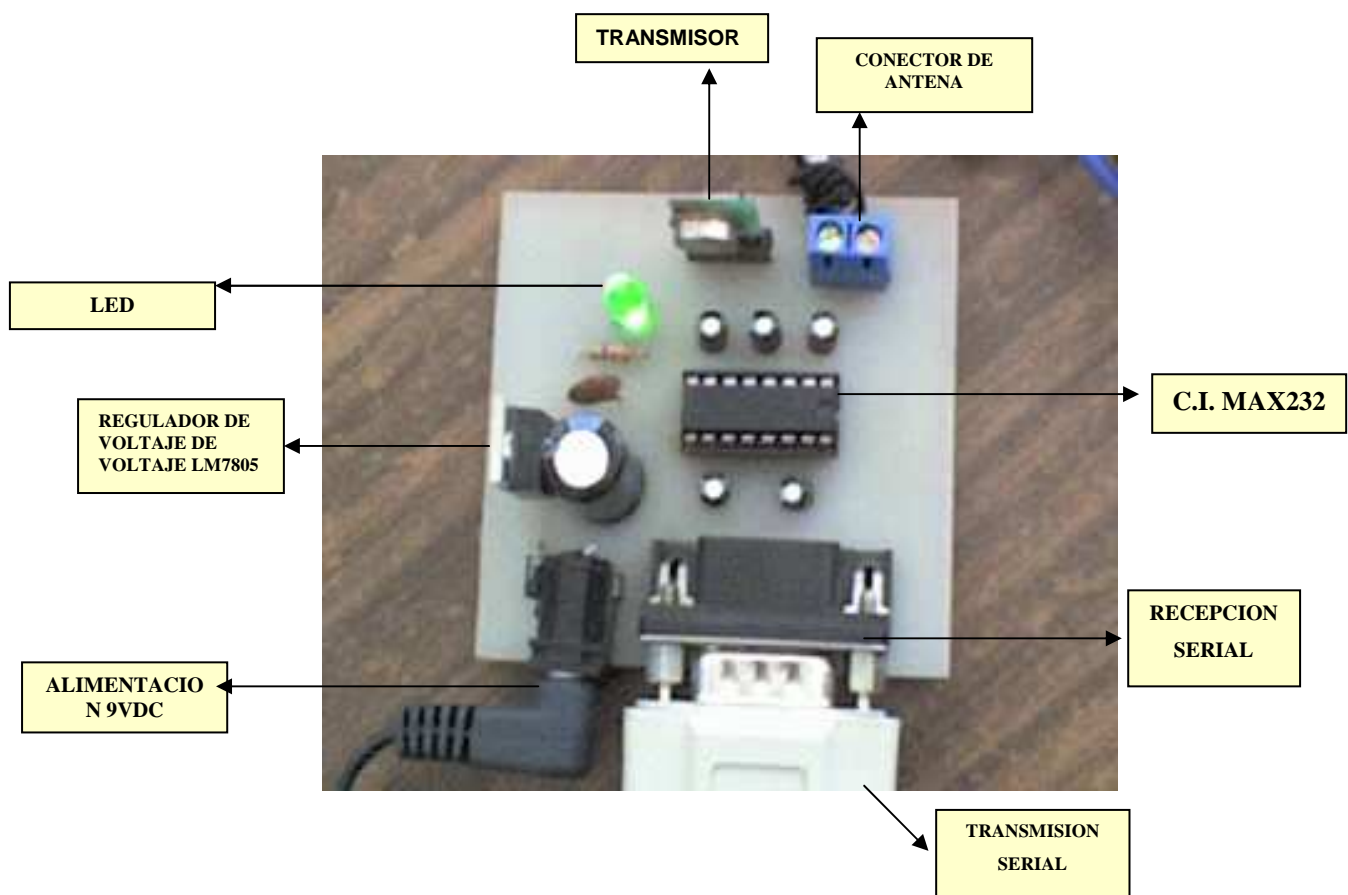


Fig. 4.1. Circuito de transmisión.

- **Recepción**

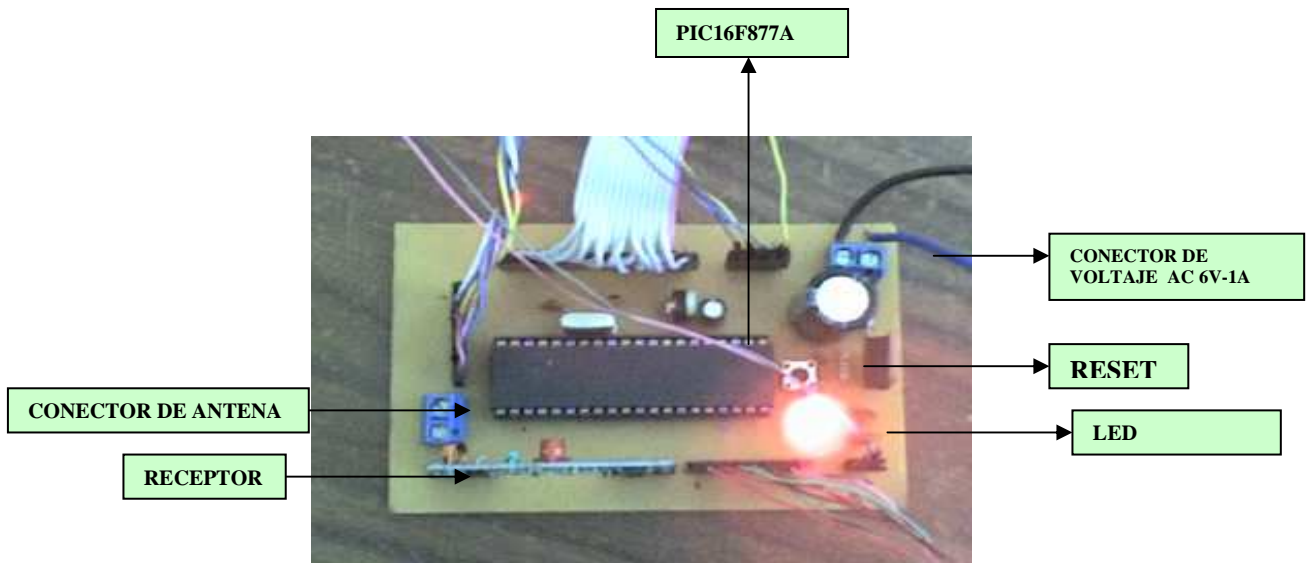


Fig. 4.2. Circuito de recepción.

- **Generación de señales**

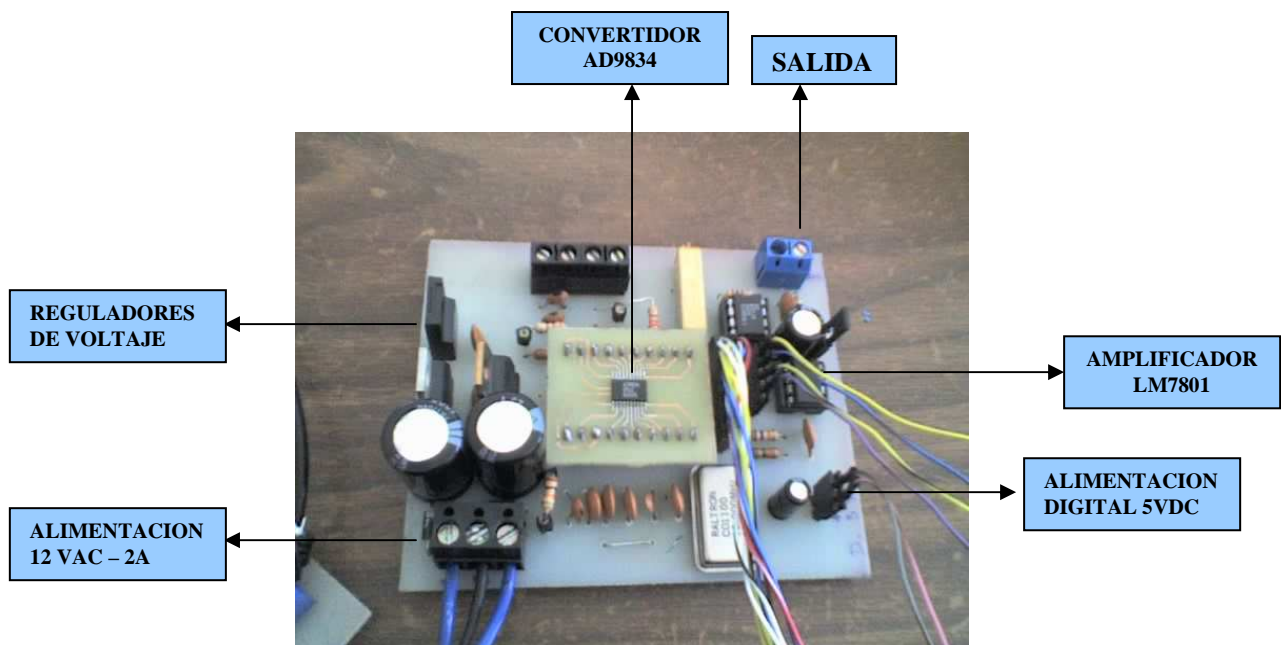


Fig. 4.3. Circuito generación.

4.2 FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO.

La etapa de transmisión funciona mediante comunicación serial con el computador, datos que son enviados mediante el Programa de Control. Estos datos vienen a ser la Frecuencia, Voltaje y Forma de Onda.

El programa nos presenta una pantalla en la cual el primer paso a seguir es seleccionar el COM o Puerto que esté disponible, por lo general trabajaremos en el COM 1.

Los datos enviados por el puerto serial van a ser recibidos por el circuito integrado Max232 que se encarga de convertir la señal Digital a TTL, la salida de este circuito es enviada hacia el Transmisor el cual envía los datos recibidos hacia la segunda etapa que es el Receptor.

El Receptor captura los datos y los almacena directamente en los registros del PIC 16F877A al mismo tiempo los datos de entrada se visualizan en el LCD, mediante un bus de datos.

Estos datos son enviados al Generador mediante un conector de 8 pines. Datos tales como Frecuencia, Fase, Amplitud, Tipo de Señal, los cuales son procesados por el Generador y enviados a una etapa de Amplificación. Y por último tenemos la Forma de Onda Sinusoidal o Triangular visualizada en el Osciloscopio.

Adicional a esto se diseñó un teclado para ingresar los datos de forma manual en caso de que no dispongamos de un computador. En ese caso solamente utilizaríamos la etapa de recepción y de generación. De igual manera los datos que se ingresen por el teclado serán visualizados por el LCD.

4.3 PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE EL ENSAMBLAJE Y LA INSTALACIÓN.

Se presentaron diversos problemas al momento de ensamblar el circuito. Problemas como:

- Soldadura de los elementos en las placas
- Recalentamiento de los reguladores y transformadores

- Voltaje de salida diferente al digitado en la entrada.
- Formas de onda con demasiado ruido.
- Limitaciones del circuito debido a las características del AD9834.
- Tiempo de respuesta de los proveedores de los circuitos integrados.

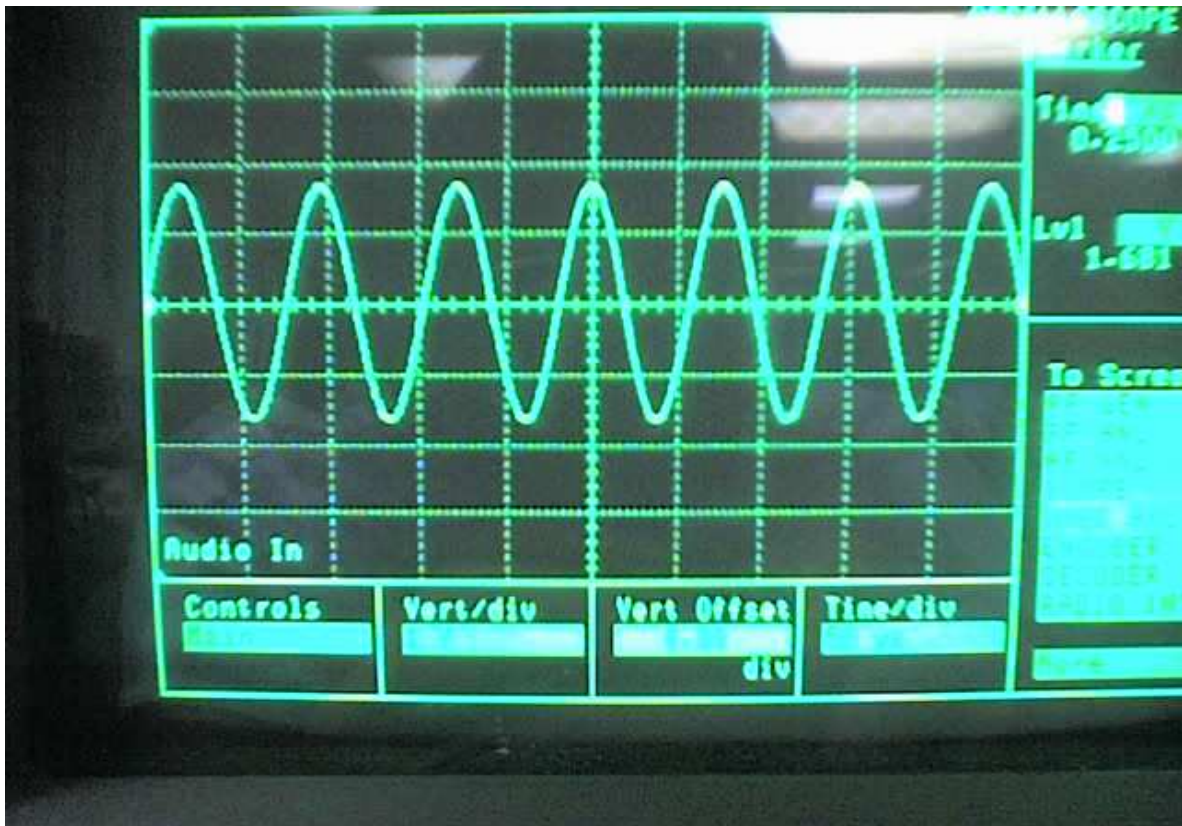
4.4 RESULTADOS.

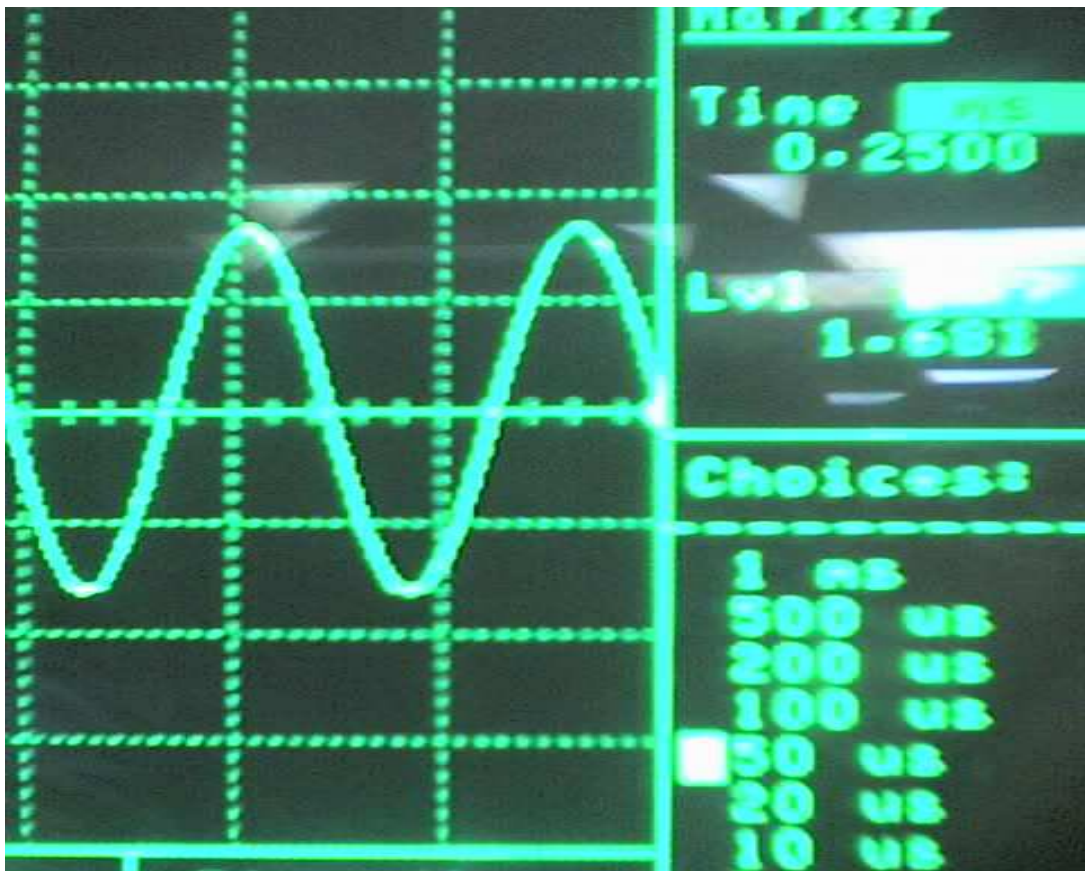
Estos son los resultados obtenidos durante las pruebas de funcionamiento.

Señal Sinusoidal

Frecuencia Máxima: 13 KHz

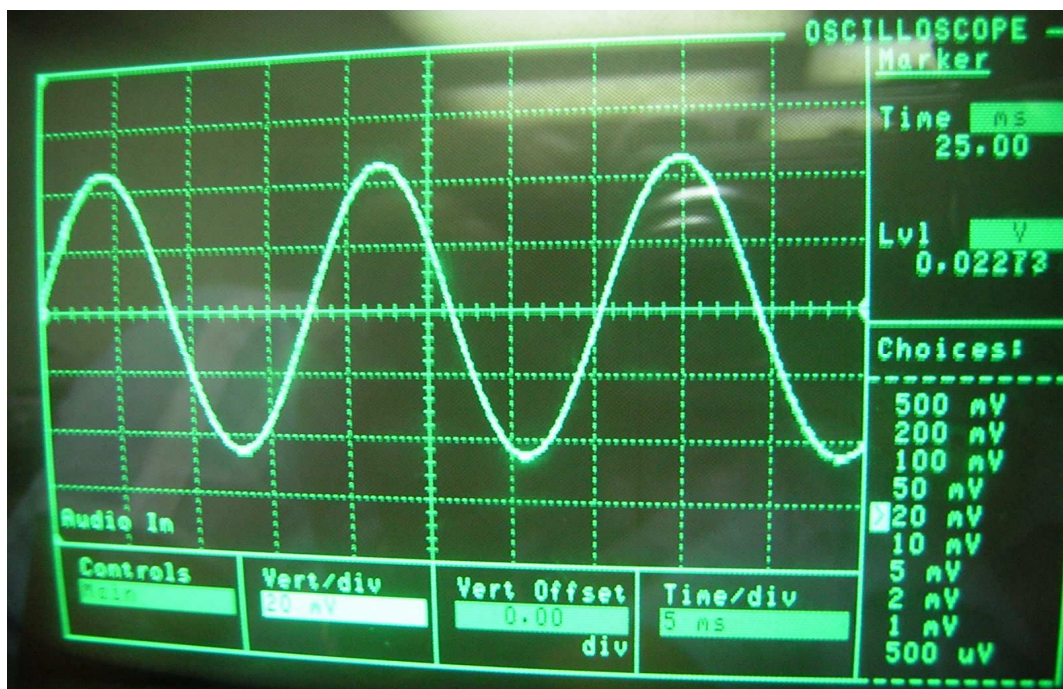
Voltaje Máximo: 3.9 V





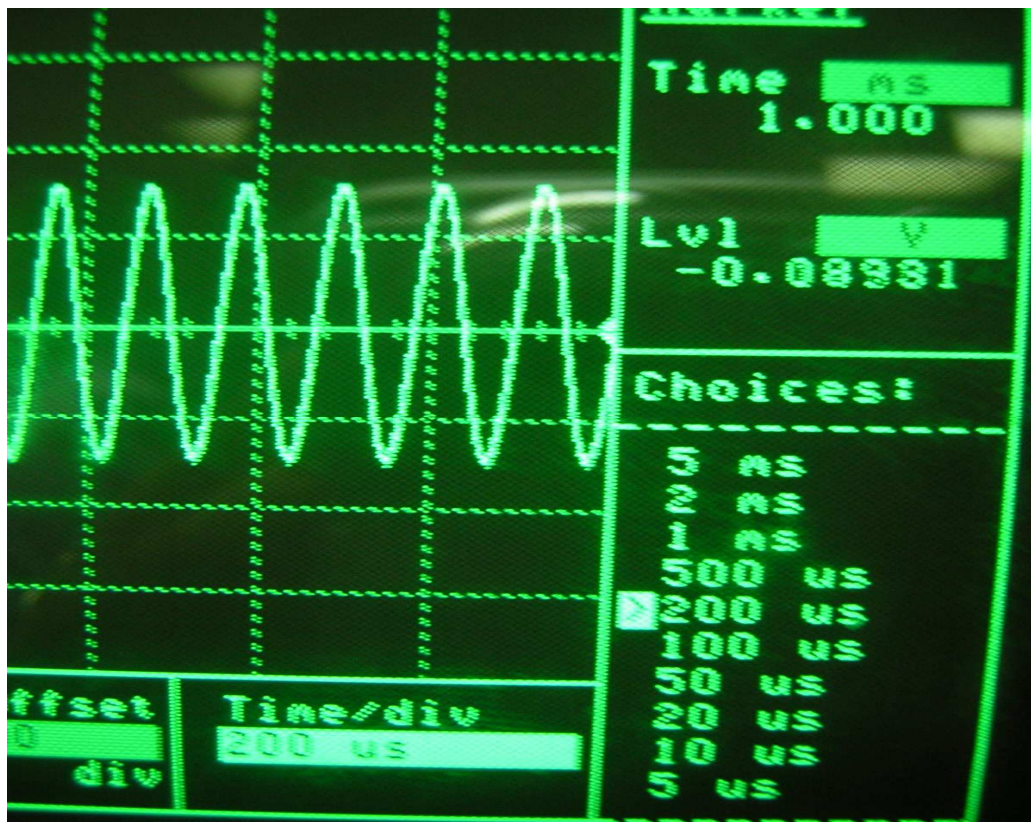
Frecuencia Mínima: 60 Hz

Voltaje Mínimo: 0,1 V



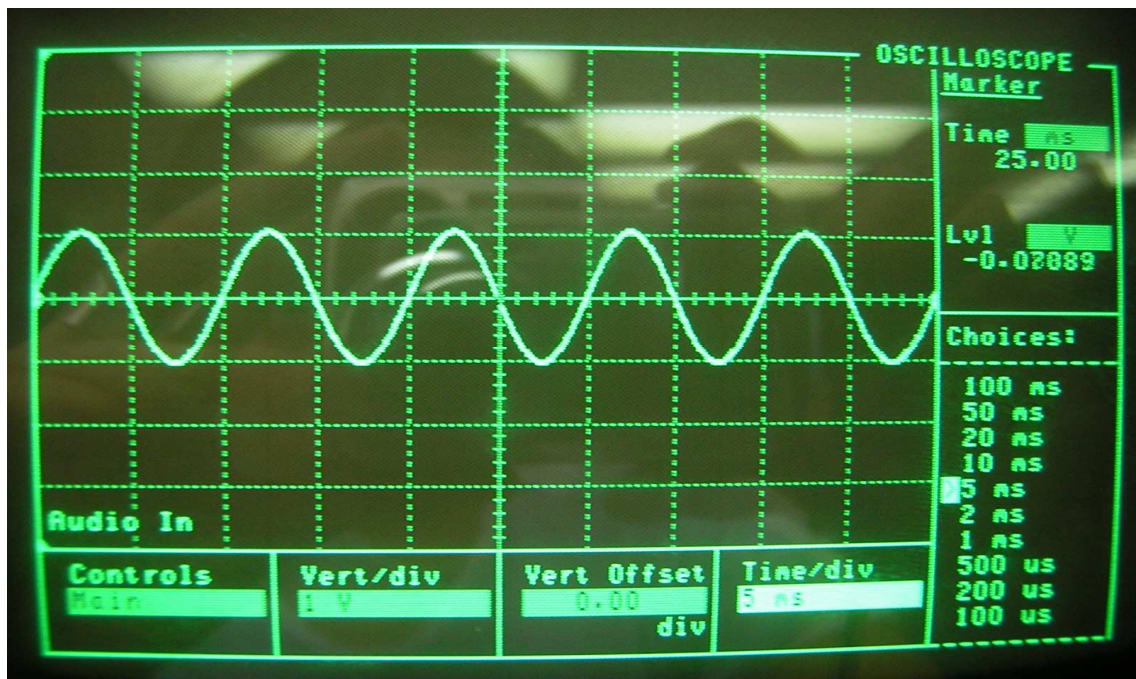
Frecuencia Máxima: 13 KHz

Voltaje Mínimo: 0,1 V

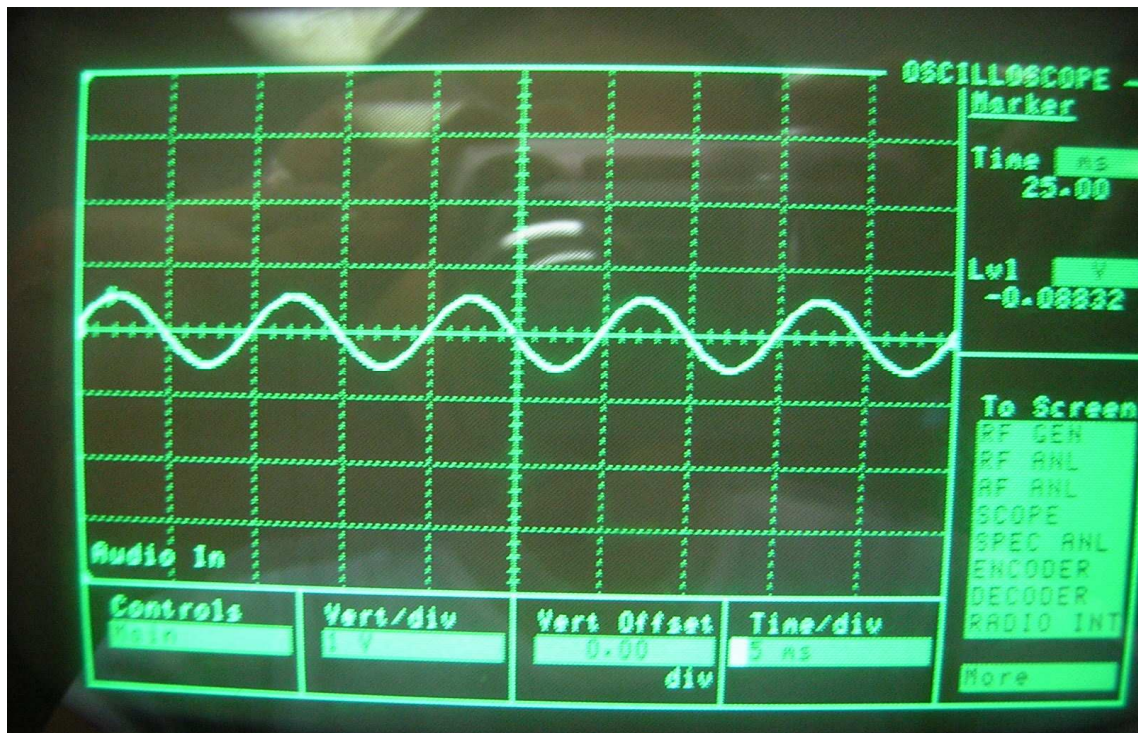


Frecuencia: 100 Hz

Voltaje pico-pico: 2 V



Frecuencia: 100Hz

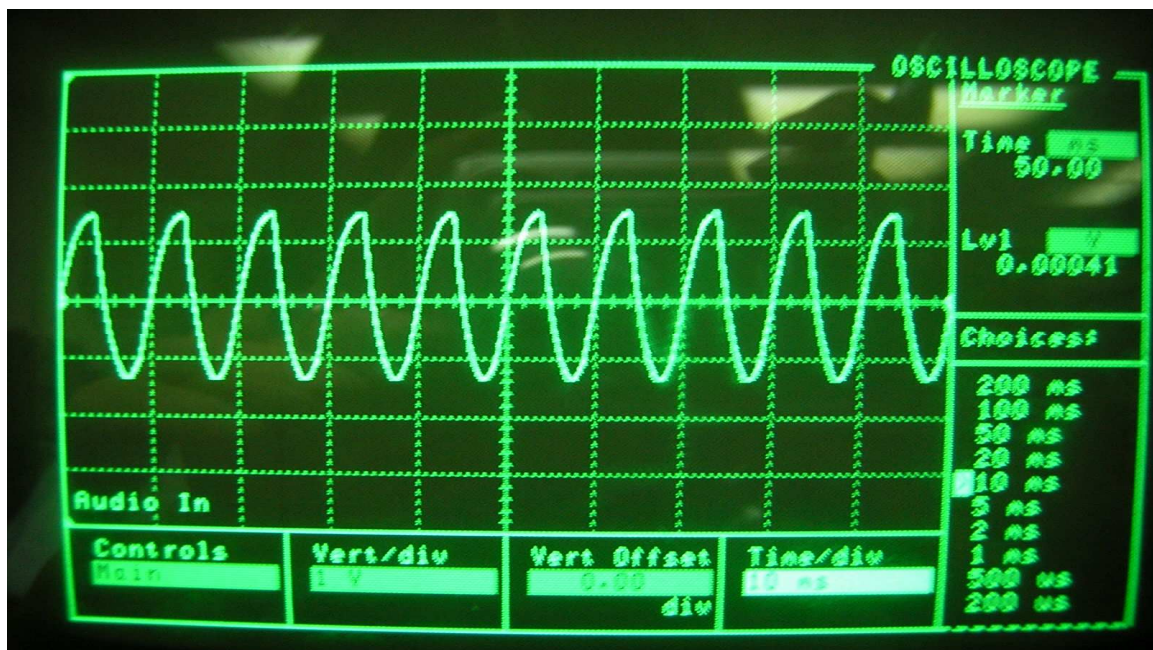


Voltaje pico-pico: 1 V

Señal Triangular.

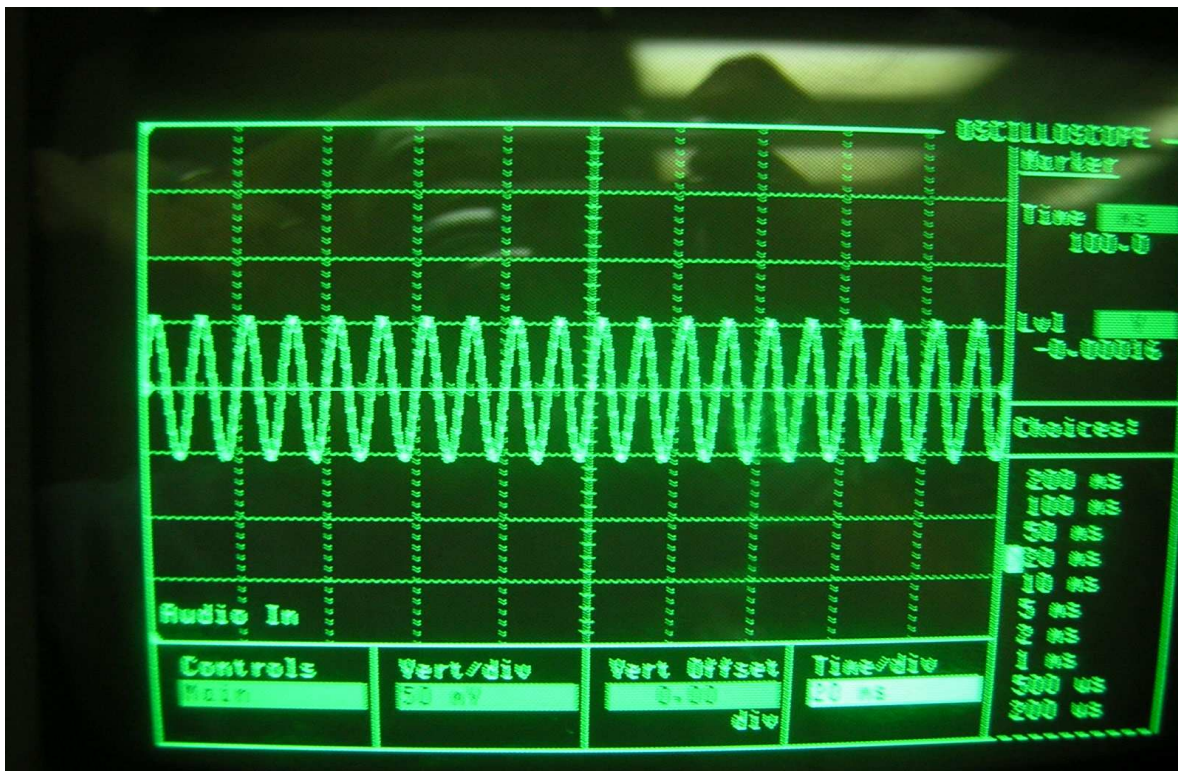
Frecuencia Mínima: 100Hz

Voltaje Máximo: 3.9 V



Frecuencia Máxima: 9 KHz

Voltaje mínimo: 0,1 V



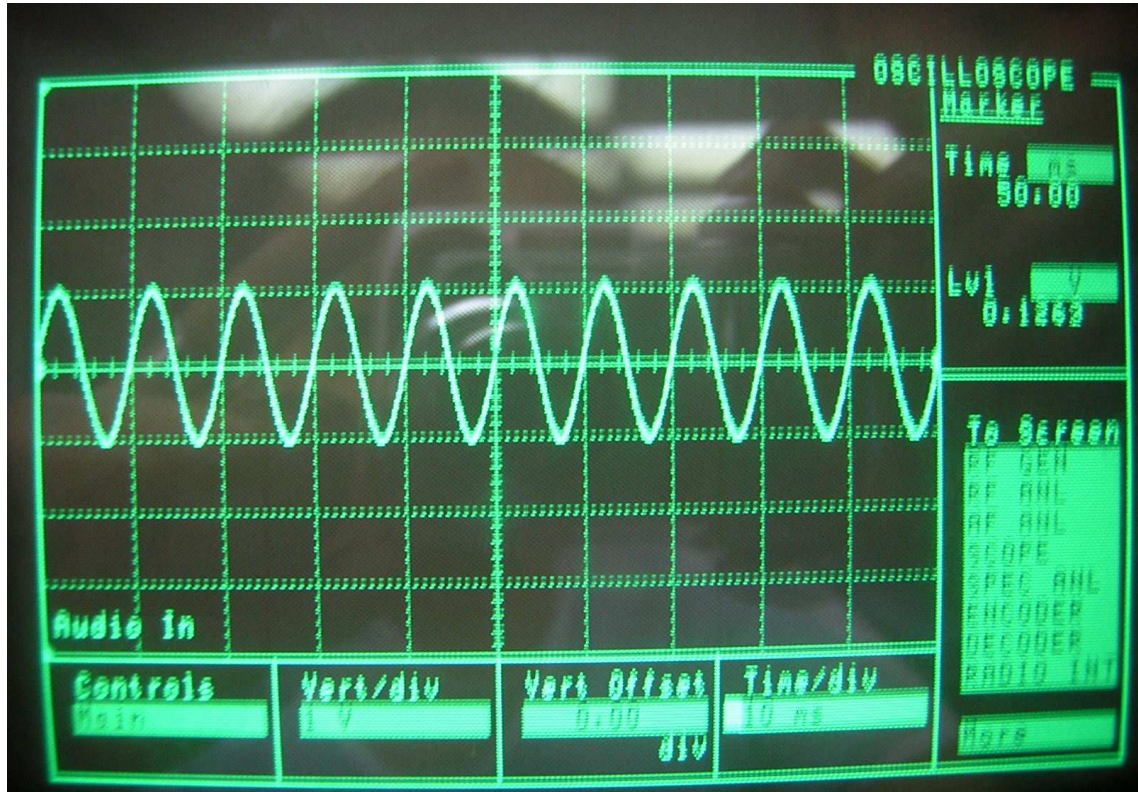
Frecuencia: 100 Hz

Voltaje pico-pico: 0,1 V



Frecuencia: 100 Hz

Voltaje pico-pico: 2V



4.5 COSTO DEL PROYECTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
1	Pic 16F877	9
2	Cristal 20 MHz	1
3	Transmisor 433 MHz 100 Pies	50
4	Receptor 433 MHz 100 Pies	50
5	2 Antenas de Recepción y Transmisión	14
6	LCD 2 * 16	12

7	Max 232	3.9
8	Resonador 18 Mhz	3
9	AD9834	35
10	Conectores	6.53
11	Elementos de las placas (condensadores, resistencias, etc)	25
12	Placa 10*8 cm	6.4
13	Placa 10*10 cm	8
14	Placa 6*6 cm	2.88
15	Transformadores	7.3
16	Cajas	11
17	Regulador	4.9
17	Cables y accesorios	4
18	Varios	25
	TOTAL:	\$278.91

Tabla. 4.1. Análisis económico del proyecto.

4.6. MANUAL DE USUARIO

GENERADOR DE FUNCIONES.

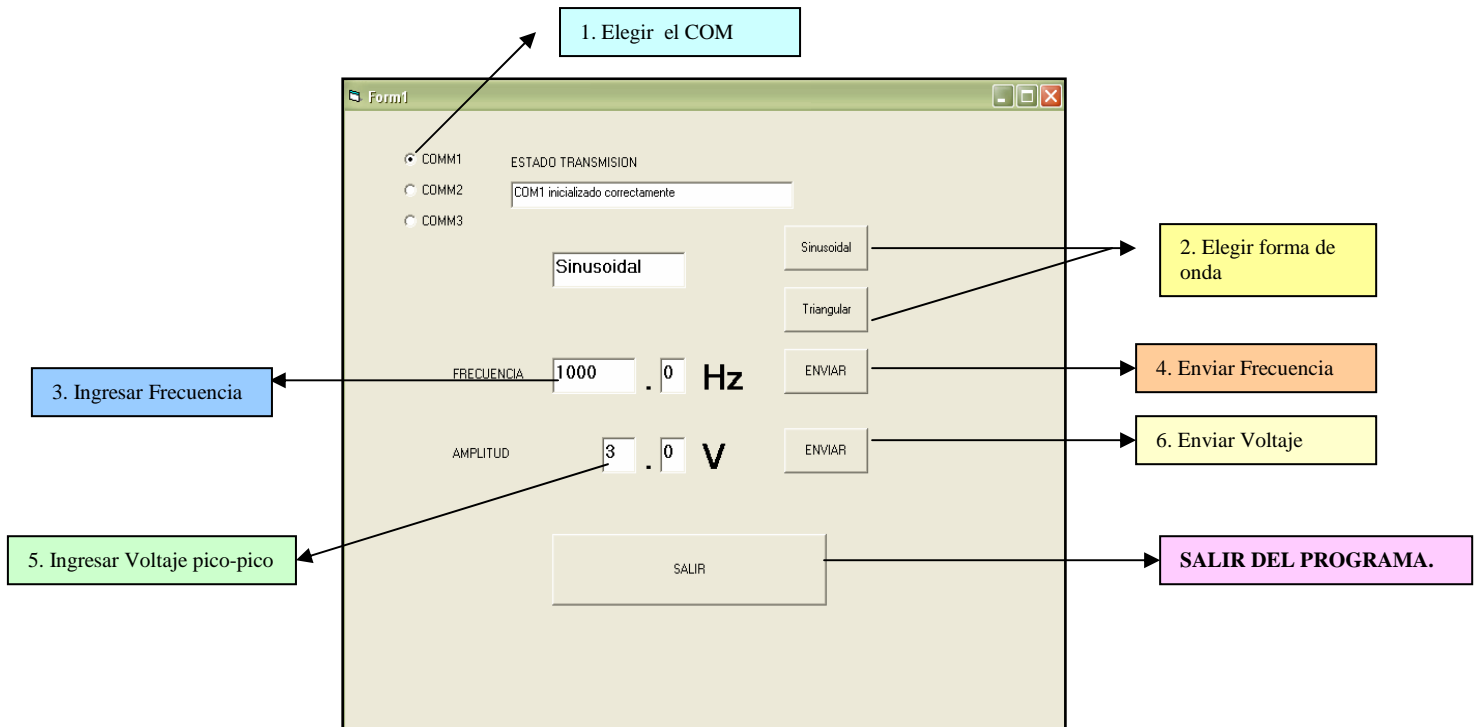
INGRESO DE DATOS

El proyecto consta de:

Un programa el cual se utiliza para el ingreso de datos. Como acceder a este programa:

- INICIO
- TODOS LOS PROGRAMAS
- CONTROL
- PROYECTO.

A continuación tendremos la siguiente ventana:



En la figura se muestra cada uno de los pasos a seguir para la utilización del software del proyecto denominado **PROYECTO**.

4.7. CONCLUSIONES

- El generador de funciones consta de un software que es compatible con Windows XP.
- El generador de funciones para onda sinusoidal trabaja con valores máximos de voltaje 3.9 V pico-pico.
- El generador de funciones para onda sinusoidal trabaja con valores máximos de frecuencia de 13kHz.
- El generador de funciones para onda sinusoidal trabaja con valores mínimos de voltaje 0.1 V pico-pico.

- El generador de funciones para onda sinusoidal trabaja con valores mínimos de frecuencia de 60Hz.
- El generador de funciones para onda triangular trabaja con valores máximos de voltaje 3.9 V pico-pico.
- El generador de funciones para onda triangular trabaja con valores máximos de frecuencia de 9kHz.
- El generador de funciones para onda triangular trabaja con valores mínimos de voltaje 0.1 V pico-pico.
- El generador de funciones para onda triangular trabaja con valores mínimos de frecuencia de 100Hz.
- El generador tiene un alcance inalámbrico hasta 2,30 m de distancia entre transmisor y receptor.

4.8. RECOMENDACIONES

- El sistema operativo para el programa denominado Proyecto debe ser Windows XP.
- No se debe sobrepasar los límites de Voltaje y Frecuencia ya que no vamos a poder visualizar las formas de onda y lo único que veremos en el osciloscopio es ruido.
- El circuito Receptor debe estar correctamente alimentado con un regulador de voltaje cuyas características son: Potencia de 18 W, I: 1000mA y voltaje de 9 -12 V.
- Se recomienda utilizar un regulador de voltaje en la utilización del generador de funciones por cualquier pico de voltaje que pueda darse.
- En caso de tener problemas con el software como por ejemplo datos erróneos en la visualización de datos en el LCD se recomienda hacer un RESET al pic desde el pulsador que se encuentra en la parte superior izquierda del generador.

BIBLIOGRAFIA

Wayne Tomasi. SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS. Editado en México: ED. Prentice may, 4ta ed. Pág. 100,101,127,262.

Medios de comunicaciones

http://html.rincondelvago.com/medios-de-comunicacion_8.html

Transmisores

<http://www.dbup.com.ar/transmisor.htm>.

Generador de funciones

<http://webdiee.cem.itesm.mx/generadordefunciones.html>

QUE ES UN GENERADOR DE FUNCIONES

http://www.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/electronica/tem1_3.htm

http://usuarios.lycos.es/tervenet/Montajes/generador_de_funciones.htm

PUERTOS

<http://www.todorobot.com.ar/documentos/puerto-paralelo.pdf>

OSCILADORES

<http://www.monografias.com/trabajos13/tratot/tratot.shtml>

ELECTRÓNICA ANALÓGICA II

<http://www.huarpe.com/electronica2/capitulo/capitulo09/capitulo09.html>

<http://www.huarpe.com/electronica2/capitulo/capitulo09/html/gentriang.html>

<http://www.huarpe.com/electronica2/capitulo/capitulo09/html/triangular.html>

<http://www.huarpe.com/electronica2/capitulo/capitulo09/html/vco-hfbase.html>

<http://www.huarpe.com/electronica2/capitulo/capitulo09/html/vco-bf.html>

<http://www.huarpe.com/electronica2/capitulo/capitulo09/html/rampa.html>

<http://www.huarpe.com/electronica2/capitulo/capitulo09/html/vco-hf.html>

QUE ES UN PORTICO SERIAL

<http://usuarios.lycos.es/tervenet/TUTORIALES/SerialPort.htm>

ANEXOS

ANEXO 1.

DESCRIPCION DE PINES DEL PIC 16F877.....79

ANEXO 2.

DESCRIPCION DEL CIRCUITO INTEGRADO MAX 232.....80

ANEXO 3.

DESCRIPCION DE PINES DEL AD9834.....81

ANEXO 4.

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL TRANSMISOR TWS 434-A.....82

ANEXO 5.

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL RECEPTOR RWS-434-A..... 83

ANEXO 6

PROGRAMACION DEL PIC 16F877..... 84

ANEXO 1.

DESCRIPCION DE PINES DEL PIC 16F877

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	13	14	30	I	ST/CMOS ⁽⁴⁾	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	14	15	31	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP	1	2	18	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active low RESET to the device.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	<p>PORTA is a bi-directional I/O port.</p> <p>RA0 can also be analog input0.</p> <p>RA1 can also be analog input1.</p> <p>RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage.</p> <p>RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage.</p> <p>RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/counter. Output is open drain type.</p> <p>RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.</p>
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	
RA5/SS/AN4	7	8	24	I/O	TTL	
RB0/INT	33	36	8	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	<p>PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.</p> <p>RB0 can also be the external interrupt pin.</p> <p>RB3 can also be the low voltage programming input.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.</p>
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTL	
RB4	37	41	14	I/O	TTL	
RB5	38	42	15	I/O	TTL	
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	

Legend: I = input

O = output

— = Not used

I/O = input/output

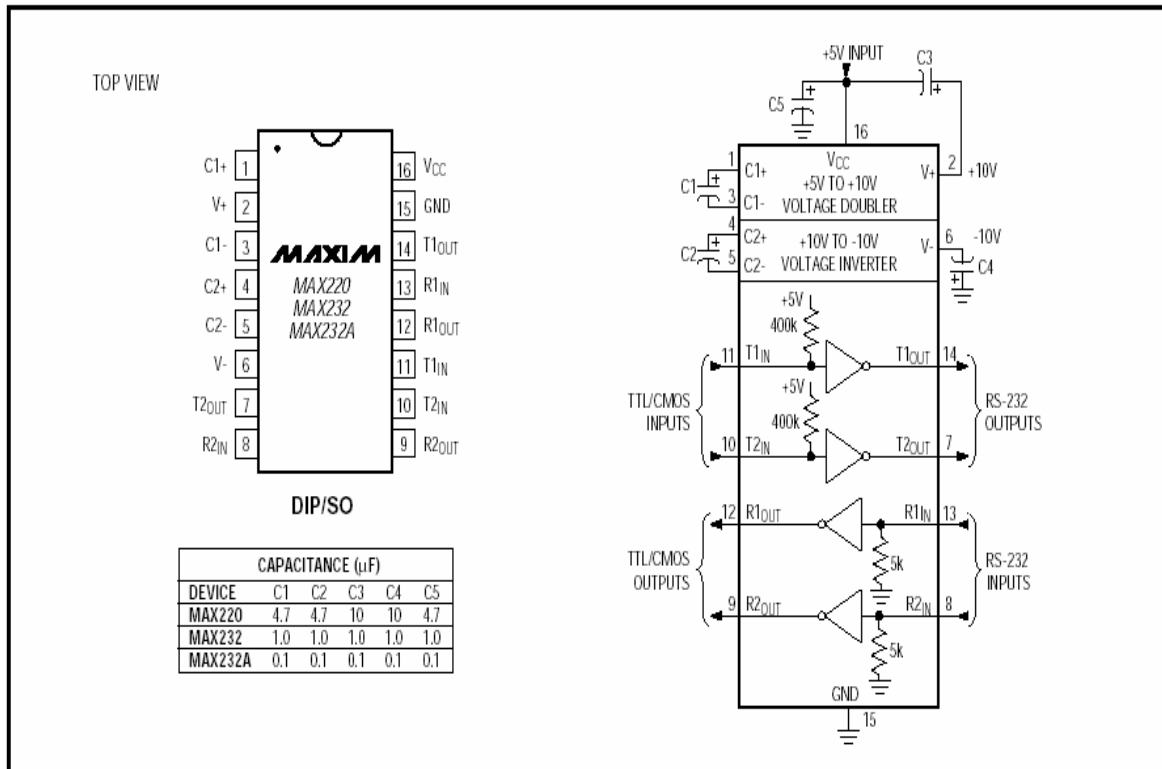
TTL = TTL input

P = power

ST = Schmitt Trigger input

ANEXO 2.

DESCRIPCION DEL CIRCUITO INTEGRADO MAX 232



ANEXO 3.

DESCRIPCION DE PINES DEL AD9834

PIN FUNCTIONS DESCRIPTIONS

Pin Number	Mnemonic	Function
Analog Signal and Reference		
1	FS ADJUST	Full-Scale Adjust Control. A resistor (R_{SET}) is connected between this pin and AGND. This determines the magnitude of the full-scale DAC current. The relationship between R_{SET} and the full-scale current is as follows: $IOUT_{FULL\ SCALE} = 18 \times V_{REFOUT} / R_{SET}$ $V_{REFOUT} = 1.20\ V\ nominal, R_{SET} = 6.8\ k\Omega\ typical$
2	REFOUT	Voltage Reference Output. The AD9834 has an internal 1.20 V reference that is made available at this pin.
3	COMP	DAC Bias Pin. This pin is used for decoupling the DAC bias voltage.
17	VIN	Input to Comparator. The comparator can be used to generate a square wave from the sinusoidal DAC output. The DAC output should be filtered appropriately before being applied to the comparator to improve jitter. When bits OPBITEN and SIGNPIB in the control register are set to "1," the comparator input is connected to VIN.
19, 20	IOUT, IOUTB	Current Output. This is a high impedance current source. A load resistor of nominally 200 Ω should be connected between IOUT and AGND. IOUTB should preferably be tied through an external load resistor of 200 Ω to AGND, but can be tied directly to AGND. A 20 pF capacitor to AGND is also recommended to prevent clock feedthrough.
Power Supply		
4	AVDD	Positive Power Supply for the Analog Section. AVDD can have a value from 2.3 V to 5.5 V. A 0.1 μ F decoupling capacitor should be connected between AVDD and AGND.
5	DVDD	Positive Power Supply for the Digital Section. DVDD can have a value from 2.3 V to 5.5 V. A 0.1 μ F decoupling capacitor should be connected between DVDD and DGND.
6	CAP/2.5V	The digital circuitry operates from a 2.5 V power supply. This 2.5 V is generated from DVDD using an on-board regulator (when DVDD exceeds 2.7 V). The regulator requires a decoupling capacitor of typically 100 nF that is connected from CAP/2.5V to DGND. If DVDD is equal to or less than 2.7 V, CAP/2.5V should be shorted to DVDD.
7	DGND	Digital Ground.
18	AGND	Analog Ground.
Digital Interface and Control		
8	MCLK	Digital Clock Input. DDS output frequencies are expressed as a binary fraction of the frequency of MCLK. The output frequency accuracy and phase noise are determined by this clock.
9	FSELECT	Frequency Select Input. FSELECT controls which frequency register, FREQ0 or FREQ1, is used in the phase accumulator. The frequency register to be used can be selected using the pin FSELECT or the bit FSEL. When the bit FSEL is being used to select the frequency register, this pin, FSELECT, should be tied to CMOS high or low.
10	PSELECT	Phase Select Input. PSELECT controls which phase register, PHASE0 or PHASE1, is added to the phase accumulator output. The phase register to be used can be selected using the pin PSELECT or the bit PSEL. When the phase registers are being controlled by the bit PSEL, this pin, PSELECT, should be tied to CMOS high or low.
11	RESET	Active High Digital Input. RESET resets appropriate internal registers to zero, which corresponds to an analog output of midscale. RESET does not affect any of the addressable registers.
12	SLEEP	Active High Digital Input. When this pin is high, the DAC is powered down. This pin has the same function as control bit SLEEP12.
13	SDATA	Serial Data Input. The 16-bit serial data-word is applied to this input.
14	SCLK	Serial Clock Input. Data is clocked into the AD9834 on each falling SCLK edge.
15	FSYNC	Active Low Control Input. This is the frame synchronization signal for the input data. When FSYNC is taken low, the internal logic is informed that a new word is being loaded into the device.
16	SIGN BIT OUT	Logic Output. The comparator output is available on this pin or, alternatively, the MSB from the NCO can be output on this pin. Setting bit OPBITEN in the control register to "1" enables this output pin. Bit SIGNPIB determines whether the comparator output or the MSB from the NCO is output on the pin.

ANEXO 4.

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL TRANSMISOR TWS 434-A

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Supply Voltage		2.0	-	12.0	V
I _p	Peak Current	2V / 12V	-	1.64 / 19.4	-	mA
V _h	Input High Voltage	I _{data} = 100uA (High)	V _{cc} -0.5	V _{cc}	V _{cc} +0.5	V
V _l	Input Low Voltage	I _{data} = 0 uA (Low)	-	-	0.3	V
F _o	Operating Frequency		433.90	433.92	433.94	MHz
T _r / T _f	Modulation Rise / Fall Time	External Coding	-	-	100 / 100	uS
P _o	RF Output Power – Into 50Ω	V _{cc} = 9 to 12 V V _{cc} = 5 to 6V	-	16 14	-	dBm
D _r	Data Rate	External Coding	-	2.4K	3K	Bps

ANEXO 5.

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL RECEPTOR RWS-434-A

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Supply Voltage		4.5	5	5.5	V
It	Operating Current		-	3.5	4.5	mA
	Channel Width	+ / - 500				kHz
Rd	Data Rate				3k	Bps
Vdat	Data Out	Idata = +200 uA (High)	Vcc-0.5	-	Vcc	V
		Idata = -10 uA (Low)	-	-	0.3	V

ANEXO 6

PROGRAMACION DEL PIC 16F877

```
//COMANDO PARA DEFINICION DE BITS
#define BITNUM(adre, bit) ((unsigned)&adre*8+(bit)) //-- used for port defs
#define XTAL_FREQ 20MHZ /* Crystal frequency in MHz */
#define PIC_CLK 2000000 //change this to 3.6864, 4, 16 or 20MHz
#define men_ini "Gen. Funciones" // mensaje inicial
#define line1 "-.- V"
#define line2 "-----.- Hz"
#define CMD_SIN 0B1111111111111111
#define CMD_TRIA 0B1111111111111111
#define CMD_WRITEFR 0B1111111111111111
#define CMD_WRITEPH 0B1111111111111111
#define MCP_ADDR 0B00010001
#define CURSOR_OFF 1
#define CURSOR_ON 0
#define KOSC_INT 14
#define KOSC_FRC 91
#define Not_Boun 200 // Retardo Anti-Rebote
#define VOLT_STEP 255 // PASOS VOLTAJES
#define VOLT_MAX 49 // VOLTAJE MAXIMO
#define KEYS_PORT PORTB
#include <conio.h>
#include <pic.h>
#include <ctype.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <stdlib.h>
#include "serial.h"
#include "serial.c"
#include "delay.c"
#include "delay.h"
#include "lcd.h"
static bit MCP_CLK @ BITNUM(PORTA,0); //-- SCLOCK MCP
static bit MCP_DATA @ BITNUM(PORTA,1); //-- SDATA MCP
static bit MCP_CS @ BITNUM(PORTA,2); //-- ENABLE MCP
static bit DDS_CLK @ BITNUM(PORTC,0); //-- SCLOCK AD9834
static bit DDS_DATA @ BITNUM(PORTC,1); //-- SDATA AD9834
```

```
static bit DDS_FSYNC @ BITNUM(PORTC,2); //-- FSYNC AD9834
static bit DDS_FSEL @ BITNUM(PORTC,3); //-- FSEL =0 FRECUENCIA
REGISTRO 0 DEL AD9834
static bit DDS_PSEL @ BITNUM(PORTC,4); //-- PSEL =0 FASE RESISTRO 0
DEL AD9834
static bit DDS_RESET @ BITNUM(PORTC,5); //-- RESET=1 REGISTROS
INTERNOS A CERO
static bit DDS_SLEEP @ BITNUM(PORTC,6); //-- SLEEP=1 MODO BAJO
CONSUMO
static bit KEY_UP @ BITNUM(PORTB, 5);
static bit KEY_DOWN @ BITNUM(PORTB, 4);
static bit KEY_RIGHT @ BITNUM(PORTB, 3);
static bit KEY_LEFT @ BITNUM(PORTB, 2);
static bit KEY_SET @ BITNUM(PORTB, 1); //-- SELECCON VOLTAJE FRECUENCIA
static bit KEY_FUN @ BITNUM(PORTB, 0); //-- SELECCION TRIANGULAR SINUSIODAL
```

```
#define LCD_DATA PORTD //-- LCD Data Port (Low 4bits)
#define T_LCD_DATA TRISD //-- LCD Data Port (Low 4bits)
static bit T_LCD_RS @ BITNUM(TRISD, 4); //-- LCD RS Control
static bit T_LCD_EN @ BITNUM(TRISD, 5); //-- LCD E Control
static bit LCD_RS @ BITNUM(PORTD, 4); //-- LCD RS Control
static bit LCD_EN @ BITNUM(PORTD, 5); //-- LCD E Control
#include "lcd.c"
```

```
// DEFINICION DE FUNCIONES
```

```
void Init_uc (void);
unsigned long AccCalc(unsigned long Acc,unsigned char Frac);
void dds_shift_word(unsigned int x);
void dds_write_long(unsigned int u, unsigned int v);
void dds_write_word(unsigned int y);
void dds_syncr(void);
void dds_stop (void);
void volt_gain(unsigned char w);
void mcp_write(unsigned char s);
void Init_var(void);
unsigned char VoltCalc(unsigned char z);
```

```
// DEFINICIÓN DE VARIABLES
```

```
unsigned long FreqInt, FreqReg;
unsigned char FreqFrac;
unsigned int FreqHi, FreqLo, Phase;    // Registros AD9834
unsigned int *p;
unsigned char Set;                    // Set=0 Frecuencia, Set=1 voltaje
unsigned char PosFreq;                // posicion mensaje lcd frecuencia
unsigned char PosVolt;                // posicion mensaje lcd voltaje
unsigned char Freq[9];
unsigned char Volt[3];
unsigned char i;
unsigned char Function;                // =0 Sinusoidal, =1 Triangular
unsigned char Temp;                   // Variable Temporal
unsigned char VoltStep;                // Valor resistencia variable
unsigned int Cmd;                      // Comando AD9834
unsigned char RxData;
```

```
void main (void)
```

```
{
```

```
// LAZO PRINCIPAL
```

```
    Init_uc();
    serial_setup();
    lcd_init();                        //-- Initialise the LCD
    lcd_clear();
    lcd_cursor(CURSOR_ON);
    lcd_puts(men_ini);
    //Pause(2);
    lcd_clear();
    lcd_puts(line1);
    lcd_goto(0x40);
    lcd_puts(line2);
    lcd_goto(0x40);
```

```
while (1)
```

```
{
```

```
    RxData=getch_timeout( );
```

```
    if (RxData=='F')
```

```
    {
```



```
    for(i=0;i<9;i++)
    {
        RxData=getch_timeout();
        if (RxData>0)
            Freq[i]=RxData-0x30;
    }
}
if (RxData=='V')
{
    for(i=0;i<3;i++)
    {
        RxData=getch_timeout();
        if (RxData>0)
            Volt[i]=RxData-0x30;
    }
}
Temp=KEYS_PORT&0B00111111;
if (Temp!=0b00111111)
{
    if (KEY_UP==0)
    {
        DelayMs(Not_Boun);
        if (Set==0)
        {
            Freq[PosFreq]++;
            if (((Freq[PosFreq]>7)&(PosFreq==0))|(Freq[PosFreq]>9))
            {
                Freq[PosFreq]--;
            }
            lcd_goto(0x40+PosFreq);
            putchar(0x30+Freq[PosFreq]);
            lcd_goto(0x40+PosFreq);
        }
        if (Set==1)
        {
            Volt[PosVolt]++;
            if (((Volt[PosVolt]>5)&(PosVolt==0))|(Volt[PosVolt]>9))
            {
                Volt[PosVolt]--;
            }
        }
    }
}
```

```
        lcd_goto(PosVolt);
        putchar(0x30+Volt[PosVolt]);
        lcd_goto(PosVolt);
    }
}
if (KEY_DOWN==0)
{
    DelayMs(Not_Boun);
    if (Set==0)
    {
        Freq[PosFreq]--;
        if (Freq[PosFreq]==255)
        {
            Freq[PosFreq]=0;
        }
        lcd_goto(0x40+PosFreq);
        putchar(0x30+Freq[PosFreq]);
        lcd_goto(0x40+PosFreq);
    }
    if (Set==1)
    {
        Volt[PosVolt]--;
        if (Volt[PosVolt]==255)
        {
            Volt[PosVolt]=0;
        }
        lcd_goto(PosVolt);
        putchar(0x30+Volt[PosVolt]);
        lcd_goto(PosVolt);
    }
}
if (KEY_RIGHT==0)
{
    DelayMs(Not_Boun);
    if (Set==0)
    {
        PosFreq++;
        if (PosFreq==9)
        {
            PosFreq=0;
        }
    }
}
```

```
    }
    if (PosFreq==7)
        PosFreq++;
    lcd_goto(0x40+PosFreq);
}
if (Set==1)
{
    PosVolt++;
    if (PosVolt==3)
    {
        PosVolt=0;
    }
    if (PosVolt==1)
        PosVolt++;
    lcd_goto(PosVolt);
}
}
if (KEY_LEFT==0)
{
    DelayMs(Not_Boun);
    if (Set==0)
    {
        PosFreq--;
        if (PosFreq==255)
        {
            PosFreq=8;
        }
        if (PosFreq==7)
            PosFreq--;
        lcd_goto(0x40+PosFreq);
    }
    if (Set==1)
    {
        PosVolt--;
        if (PosVolt==255)
        {
            PosVolt=2;
        }
        if (PosVolt==1)
            PosVolt--;
    }
}
```

```
        lcd_goto(PosVolt);
    }
}
if (KEY_SET==0)
{
    DelayMs(Not_Boun);
    Set++;
    if (Set>1)
    {
        Set=0;
    }
    if (Set==0)
        lcd_goto(0x40);
    if (Set==1)
        lcd_goto(0x00);
}
if (KEY_FUN==0)
{
    DelayMs(Not_Boun);
    Function++;
    if (Function>2)
        Function=0;
}
```

```
FreqInt=Freq[0]*1000000+Freq[1]*100000+Freq[2]*10000+Freq[3]*1000+Freq[4]*100+Freq[5]*10+
Freq[6];
FreqFrac=Freq[8];
FreqReg=AccCalc(FreqInt,FreqFrac);
p=&FreqReg;
FreqLo=*p;
FreqHi=*(p+1);
dds_syncr();
dds_write_word(CMD_WRITEFR);
dds_write_word(FreqHi);
dds_write_word(FreqLo);
dds_stop();
VoltStep=Volt[0]*10+Volt[2];
VoltStep=VoltCalc(VoltStep);
volt_gain(VoltStep);
}
```

```
    }  
}  
void volt_gain(unsigned char w)  
{  
    MCP_CS=0;  
    MCP_CLK=1;  
    mcp_write(MCP_ADDR);  
    mcp_write(w);  
    MCP_CS=1;  
    MCP_CLK=1;  
}  
void mcp_write(unsigned char s)  
{  
    unsigned char n;  
    n= 8;  
    do  
        {  
        MCP_DATA = 0;  
        if (s & 1)  
            MCP_DATA = 1;  
        s >>= 1;  
        MCP_CS=0;  
        MCP_CLK = 0;  
        asm("nop");  
        MCP_CLK = 1;  
        }  
    while (--n);  
}  
void dds_stop(void)  
{  
    DDS_FSYNC=0;  
    DDS_CLK=0;  
}  
void dds_syncr(void)  
{  
    DDS_FSYNC=1;  
    DDS_CLK=1;  
}  
void dds_write_word(unsigned int y)
```

```
{
    dds_shift_word(y);
    DDS_FSYNC=1;
    DDS_CLK=1;
}
void dds_write_long(unsigned int u, unsigned int v)
{
    dds_shift_word(u);
    dds_shift_word(v);
    DDS_FSYNC=1;
    DDS_CLK=1;
}
void dds_shift_word(unsigned int x)
{
    unsigned char n;
    n= 16;
    do
        {
            DDS_DATA = 0;
            if (x & 1)
                DDS_DATA = 1;
            x >>= 1;
            DDS_FSYNC=0;
            DDS_CLK = 0;
            asm("nop");
            DDS_CLK = 1;
        }
    while (--n);
}
unsigned long AccCalc(unsigned long Acc,unsigned char Frac)
{
    unsigned long Op1;
    Op1=((Acc*10+Frac)/1000)*KOSC_FRC;
    Acc=Acc*KOSC_INT+(Frac*KOSC_INT)/10+Op1;
    return (Acc);
}
unsigned char VoltCalc(unsigned char z)
{
    z=z*VOLT_STEP/VOLT_MAX;
    return (z);
}
```

}

void Init_var(void)

{

Set=0;

PosVolt=0;

PosFreq=0;

for(i=0;i<=7;i++)

{

Freq[i]=0;

}

for(i=0;i<=1;i++)

{

Volt[i]=0;

}

}

void Init_uc (void)

{

OPTION=0b00000111; //pull ups enable preescaler timer 0 1:255

ADCON1=0x07;

CMCON=0x07;

CVRCON=0x00;

TRISA=0b00000000;

TRISB=0b00111111;

TRISC=0b10000000;

TRISD=0;

PORTA=0;

MCP_CS=1;

MCP_CLK=1;

MCP_DATA=0;

PORTB=0b00000000;

PORTC=0b00000101;

PORTB=0;

PORTD=0;

}