



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO  
FACULTAD DE CIENCIAS**

---

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO  
FACULTAD DE CIENCIAS

**DESARROLLO DE PLATAFORMA PARA EL MANEJO DE ROBOT A  
DISTANCIA POR MEDIO DE RADIOFRECUENCIA**

por

Rodrigo Alejandro Venegas Manríquez

Trabajo de Título presentado a la  
Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco  
Para Optar al Título de Ingeniero en Ejecución en Informática.

-Temuco, 2004-



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO  
FACULTAD DE CIENCIAS**

---

---

**COMISIÓN EXAMEN DE TÍTULO**

Este Examen de Título ha sido realizado en la Escuela de Informática.

Presidente Comisión : .....  
Sr. Osvaldo Rubilar Alarcón  
Decano Facultad de Ciencias

Profesor Guía : .....  
Sr. Luis Alberto Caro Saldivia  
Ingeniero Civil en Informática

Profesor Informante : .....  
Sr. Alejandro Mellado Gatica  
Ingeniero de Ejecución en Informática  
Magíster en Telecomunicaciones

Secretario Académico : .....  
Escuela de Informática Sr. Luis Alberto Caro Saldivia  
Ingeniero Civil en Informática

Coordinador de Tesis : .....  
Sr. Mario Ramírez Espinoza  
Master en Física

Temuco, Septiembre de 2004



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO  
FACULTAD DE CIENCIAS**

---

---

**INFORME TRABAJO DE TÍTULO**

**TÍTULO** : “Desarrollo de Plataforma para el manejo de robots a distancia por medio de radio frecuencia”  
**ALUMNO** : **Rodrigo A. Venegas M.**

En mi condición de profesor guía de este trabajo puedo efectuar las siguientes observaciones:

- El tema no está claramente abordado. Falta una redacción bajo un esquema global que integre el tema de los microcontroladores con los robot.
- Los contenidos están bien desarrollados, pero son tratados de manera independiente, lo cual dificulta el entendimiento de lo que se desea lograr.
- Las conclusiones son muy débiles y falta más trabajo en este punto.

De acuerdo a estas consideraciones califico este trabajo con nota 5,5 (cinco como cinco)

---

Luis Alberto Caro Saldivia  
Profesor Guía

Temuco, 05 de Agosto de 2004



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO  
FACULTAD DE CIENCIAS

---

---

**INFORME TRABAJO DE TÍTULO**

**TÍTULO** : “Desarrollo de Plataforma para el manejo de robots a distancia por medio de radio frecuencia”  
**ALUMNO** : **Rodrigo A. Venegas M.**

En mi condición de profesor informante de este trabajo puedo efectuar las siguientes observaciones:

- A primera vista este trabajo más que un desarrollo es una investigación o recopilación de información. En el objetivo general se plantea que se debe realizar un programa para manejar estos microcontroladores a partir de lo investigado. Las pruebas prácticas y el desarrollo se mencionan en el anexo.
- Todos los objetivos específicos consisten investigar y la primera palabra del título dice desarrollo.
- Los distintos elementos técnicos están claramente descritos y explicados.
- En las conclusiones no se aprecia la interacción técnica entre comunicación inalámbrica, serial y los microcontroladores por medio de un computador.
- Se mencionan las comunicaciones inalámbricas en general, pero solo se hace referencia a la comunicación inalámbrica entre microcontroladores.
- Si el trabajo consiste en un desarrollo, este está mal planteado, ya que debería abordarse desde el punto de vista de un proyecto de desarrollo y no desde una investigación.

De acuerdo a estas consideraciones califico este trabajo con nota **5,0 (cinco)**.

---

Alejandro Mauricio Mellado Gatica  
Profesor Informante

Temuco, 4 de Agosto de 2004

---

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, en especial a mi madre la cual siempre me dio ánimo ya sea por una palabra un gesto o una caricia, además al Señor Víctor Manríquez Q.E.P.D.

---

---

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a DIOS el cual por su gran misericordia nos da salud y vida y me dio la posibilidad de estudiar, a mi profesor guía, Sr. Luis Alberto Caro por la paciencia y el tiempo dedicado, a mis amigos los cuales me daban consejos o una palabra de apoyo, a mis hermanas que siempre me animaban, a mis padres que con sus sacrificios fueron pilares fundamentales para que pudiera llegar hasta acá y a todos los que me apoyaron y ayudaron a realizar este trabajo.

“Encomienda al Señor tu camino. Y confía en El y El hará. Exhibirá tu justicia con la luz, y tu derecho como el mediodía.”, Salmos 37:5-6.

---

---

# ÍNDICE

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vi
RESUMEN.....	vii

## CAPITULO I

1. INTRODUCCION.....	2
1.1. Definición Del Problema.....	5
1.2. Objetivos De Investigación.....	13
1.3. Soluciones Planteadas.....	15
1.4. Análisis De la Situación.....	17
1.5. Selección De la Solución.....	25

## CAPITULO II

2. INTRODUCCION.....	29
2.1. Puerto Serial (RS-232).....	29
2.2. Propiedades De Hardware (Eléctricas).....	31
2.3. Pines Del Cable Serial (9 y 25 Pines).....	32
2.4. Funciones De Pines.....	32
2.5. Conector Null Modem.....	34
2.6. Conector Tipo LoopBack.....	35
2.7. RESUMEN.....	36

## CAPITULO III

3. INTRODUCCIÓN.....	38
3.1. Comunicación Inalámbrica.....	38
3.2. Radiofrecuencia.....	42
3.3. Comunicación Infrarrojo.....	43
3.4. Transmisión De Una Señal.....	49
3.5. Modulación.....	51
3.6. Proceso De Modulación.....	54
3.7. Onda Portadora.....	58
3.8. Tipos De Modulación (Con Voz).....	59

---

3.8.1. Amplitud Modulada (AM).....	59
3.8.2. Frecuencia Modulada (FM).....	61
3.9. Modulación Sin Voz.....	64
3.9.1. Banda Lateral Única.....	64
3.9.2. Onda Continua.....	65
3.10. Demodulación.....	66
3.11. RESUMEN.....	67

## CAPITULO IV

4. INTRODUCCION.....	70
4.1. Microcontroladores.....	71
4.2. Que Es Un Microcontrolador.....	73
4.2.1. CPU.....	76
4.2.2. Memoria de Programa.....	76
4.2.3. Memoria de Datos.....	77
4.2.4. Circuiteria de Temporización.....	77
4.2.5. Entradas/Salidas.....	78
4.2.6. Puertos.....	78
4.2.7. Características.....	79
4.3. Arquitectura.....	81
4.3.1. Arquitectura Von Neumman.....	81
4.3.2. Arquitectura Harvard.....	82
4.4. Instrucciones RISC/CISC.....	84
4.4.1. Características de los Procesadores CISC.....	84
4.4.2. Características de los Procesadores RISC.....	84
4.5. Microcontroladores COP8.....	86
4.5.1. Familia Básica en Mascara.....	87
4.5.2. Familia Característica en Mascara.....	88
4.5.3. Familia OTP.....	89
4.5.4. Familia S.....	90
4.5.4.1. Cop8SA.....	91
4.5.4.2. Cop8SG.....	92
4.5.4.3. Cop8AC.....	93
4.5.4.4. Cop8SB/Cop8CB.....	94
4.6. Microcontroladores BASIC X.....	95
4.6.1. BasicX-1.....	95
4.6.2. BasicX-24.....	96
4.7. Microcontroladores PIC.....	97
4.7.1. Arquitectura.....	100
4.7.2. PIC 16C5X.....	101
4.7.3. PIC 16F84.....	102
4.7.4. PIC 12F629/675.....	103
4.7.5. PIC 18F458.....	104

---

4.8. Microcontroladores Stamp Basic.....	105
4.8.1. Stamp Basic.....	106
4.8.2. Stamp Basic I.....	108
4.8.3. Stamp Basic I-OEM.....	109
4.8.4. Stamp Basic II.....	110
4.8.5. Stamp Basic II-OEM.....	111
4.8.6. Stamp Basic II-E.....	112
4.8.7. Stamp Basic II-SX.....	113
4.8.8. Carrier Board.....	114
4.9. RESUMEN.....	115
5. CONCLUSION.....	117
6. BIBLIOGRAFIA.....	134

---

## INDICE DE FIGURAS

1. CAPITULO I	
1.1. Celular Que Se Podría Usar Para Comunicación Con Microcontrolador.....	7
1.2. PDA Para Comunicarse Con Microcontrolador.....	8
1.3. Robot Con Microcontrolador Stamp Basic.....	9
1.4. Elección Del Medio De Comunicación.....	10
1.5. Comunicación Entre PDA y MICRONTROLADOR.....	15
1.6. Transmisión Por Radio Frecuencia.....	24
1.7. Comunicación Entre Microcontroladores y PC.....	27
2. CAPITULO II	
2.1. Configuración Tipo NULL MODEM.....	34
2.2. Conector LOOPBACK.....	35
3. CAPITULO III	
3.1. Conexión Inalámbrica Entre Dos PC'S.....	39
3.2. Módulos Tx/Rx Inalámbricos.....	42
3.3. Tx/Rx Infrarrojo CABLEFREE.....	46
3.4. Tx/Rx Infrarrojo CANON.....	47
3.5. Tx/Rx Infrarrojo FSONA.....	48
3.6. Transmisión De Una Señal.....	49
3.7. Transmisión/recepción de una Señal.....	50
3.8. Esquema de Modulación.....	51
3.9. Modulación, Señal Portadora.....	54
3.10. Modulación, Señal De Información.....	55
3.11. Señal Variando Frecuencia.....	56
3.12. Señal Variando La Amplitud.....	57
3.13. Función Senoidal, Representa Una Portadora.....	58
3.14. Amplitud Modulada.....	60
3.15. Frecuencia Modulada.....	62
4. CAPITULO IV	
4.1. Chip Familia Básica En Mascara 20 Pines.....	87
4.2. Chip Familia Característica En Mascara.....	88
4.3. Chip Familia OTP, 28 PINES.....	89
4.4. Chip Familia COP8SA, 20 PINES.....	91
4.5. Chip Familia COP8SG, 20 PINES.....	92
4.6. Chip Familia COP8AC, 28 PINES.....	93
4.7. Chip COP8SB/COP8CB, 44 PINES.....	94
4.8. BASICX-1.....	95
4.9. BASICX-24.....	96

---

4.10.	Arquitectura Harvard.....	99
4.11.	Plaqueta Con Microcontrolador PIC 16C5X.....	101
4.12.	Plaqueta Con Microcontrolador PIC 16F84.....	102
4.13.	Microcontrolador PIC12F629/675.....	103
4.14.	Microcontrolador PIC 18F458.....	104
4.15.	Chip Stamp Basic, Con Sus Partes.....	107
4.16.	Chip Stamp Basic I.....	108
4.17.	Chip Stamp Basic I-OEM.....	109
4.18.	Chip Stamp Basic II.....	110
4.19.	Chip Stamp Basic II-OEM.....	111
4.20.	Chip Stamp Basic II-E.....	112
4.21.	CHIP Stamp Basic II-SX.....	113
4.22.	Carrier Board Para STAMP BASIC.....	114

## ANEXOS

A.1	Programa Controlador de Robot.....	122
-----	------------------------------------	-----

---

## ÍNDICE DE TABLAS

1. CAPITULO I	
1.1. Comparación De Microcontroladores.....	33
1.2. Dispositivos Para La Comunicación.....	35
2. CAPITULO II	
2.1. Muestra Los Pines DB9 Y DB25.....	42
2.2. Funciones De Cada PIN.....	43

---

## ÍNDICE DE ANEXOS

### CAPITULO V

A. Programa en Delphi.....	140
A.1.Movimiento del Robot.....	140
A.2.Temperatura.....	140
B. Explicación Códigos Delphi.....	142
C. Explicación Códigos Stamp Basic.....	143

---

## RESUMEN

Los microcontroladores son pequeños computadores, ya que poseen memorias RAM, ROM, dispositivos de entrada/salida, así como otros dispositivos. Lo que se quiere mostrar a través de este trabajo es que los microcontroladores no solo son usados en maquinas (electrodomésticos que ocupamos diariamente), sino también que pueden servir para transmitir información importante y más aun poder interactuar con el ambiente, controlando así dispositivos que puedan ser de utilidad para las personas.

En este caso nuestro objetivo principal era controlar un microcontrolador a través de comunicación inalámbrica, específicamente radiofrecuencia para que pudiera interactuar con el medio, esto por medio de un sensor de temperatura DS1620, además del movimiento que se le puede dar.

El trabajar con microcontroladores es una tarea muy bonita ya que se pueden realizar muchas tareas con ellos, lo primordial de este trabajo es que se pueda seguir desarrollando o fomentar a los alumnos para que sigan desarrollando y poder realizar mejoras para una mayor utilidad.

---

# **CAPITULO I**

---

# 1. INTRODUCCION

El siguiente trabajo se desarrollará, con el objetivo de conocer las distintas características que existen en un sistema de comunicación entre dispositivos electrónicos, por medio de comunicación inalámbrica como por ejemplos, ondas, radio frecuencia, Infra rojo, etc. Esto se realiza para poder obtener una mayor experiencia con los diferentes dispositivos que interactuaran y así desarrollar el tema de una manera teórica y práctica, el cual se refiere a controlar un microcontrolador por radio frecuencia. El objetivo del desarrollo teórico es poder analizar como es la forma en que una señal viaja a través del aire, los distintos tipos de modulación que existen (AM, FM), abordar diferentes conceptos que existen en una comunicación inalámbrica. Además de conocer las diferentes clases de Microcontroladores que existen, sus características, cualidades, ventajas, etc. Las diferencias que tienen con otros microcontroladores, se nombraran los PIC, Stamp Basic, etc.

Por otra parte se abordarán distintas tecnologías que existen en el mercado y que se pueden comunicar de forma inalámbrica y que son de uso masivo, cómo éstas con el pasar de los años han tenido grandes avances y logros no solamente en la parte de arquitectura sino que además en su interacción con otros medios, pudiendo así realizar diversas tareas, que a su vez tuvieron una gran acogida por parte de los usuarios de todo el mundo, los cuales los hicieron casi sus favoritos y que no pueden vivir sin ellos, como lo son el celular y las PDA's.

---

El celular ha evolucionado o es más usado que los PDA ya que llevan más tiempo en el mercado. En sus inicios los celulares fueron creados solamente para la transmisión de voz pero cada vez se le agregaban más utilidades, ya sea una calculadora, un juego, etc. Además de nuevos implementos los cuales son de menor tamaño, menor costo. Pero no solo la parte de circuitos fueron cambiando sino además la información que transmiten también ha sufrido cambios, en nuestros días ya se puede enviar texto, imágenes, video, etc. a una mayor velocidad. Por otra parte, dispositivos con pantallas a color, con sonidos de muy buena calidad y con la alternativa de poder conectarse a Internet (aunque no se utiliza con mucha frecuencia en Chile, ya que es muy engorroso y también por otros factores.).

Por su parte las PDA también han cambiado mucho desde que comenzaron a salir al mercado, en un principio creadas como una agenda electrónica (aunque hoy en día muchas personas lo utilizan solo para eso), pero son más que una agenda y las PDA lo han demostrado, son verdaderos computadores con distintos dispositivos, como impresoras, cámaras fotográficas, etc. Por otra parte son muchos los programas que se pueden utilizar hasta incorporan sistema operativo.

Así como las PDA y los celulares cambiaron, los microcontroladores (Un microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador, se emplea para realizar una tarea determinada para la cual ha sido programado.) también lo hicieron y lo siguen haciendo, estos son ocupados en diferentes lugares, ya sea por Científicos, Ingenieros, etc.

---

Usándolos frecuentemente en robots, satélites, automóviles, etc. Pero no solamente se utilizan en esas áreas sino que además las personas nos beneficiamos con ello, casi todos tienen ya sea un computador, o un televisor o un microondas o cualquier aparato electrónico los cuales tienen chips, circuitos, etc. Las personas no se dan cuenta o no saben la clase de tecnología que tienen en sus casas, las cuales son de última generación y son poderosas herramientas. En un pequeño circuito el cual puede realizar varias tareas, controlar un reloj, la temperatura, etc.

El avance que ha tenido ha sido enorme y se puede apreciar que en un par de años serán mucho más las personas que accederán a este tipo de tecnologías e incluso a tecnologías que en un futuro no muy lejano nos sorprenderá y nos impactará como lo ha hecho hasta ahora y es de esperar que los microcontroladores sigan evolucionando y sigan siendo utilizados.

---

## 1.1. DEFINICION DEL PROBLEMA

Debido a que cada día van apareciendo nuevas tecnologías en el mundo, la electrónica y la computación llevan la delantera, estas han tenido un avance muy rápido a nivel mundial. Hace unos 15 ó 20 años atrás nadie pensaba que la electrónica iba a ser tan indispensable como lo es hoy, en donde las personas buscan la forma más cómoda de realizar una cierta tarea minimizando costo y tiempo. Por ello se ha evolucionado mucho en el tema, apareciendo cada día diferentes formas y tipos de tecnologías que cada vez son de menor tamaño, con una mayor capacidad y velocidad.

No solo se ha avanzado en lo que ha computación se refiere, sino que en la área de la electrónica, un ejemplo claro en la evolución de la electrónica se puede ver mediante el avance de los celulares, aparatos con los cuales se puede tener una conversación telefónica sin la necesidad de usar un cable como lo es con teléfonos fijos. Antiguamente los celulares eran grandes aparatos los cuales no tenían muchas funcionalidades, con poca cobertura, con un gran peso y muy pocas personas podían llegar a obtener uno (Por el enorme Costo). Pero con el tiempo estos aparatos comenzaron a evolucionar y a sufrir diversos cambios, cada vez salía un nuevo modelo de celular el cual realizaba no sólo la tarea de comunicarse sino que además se agregaban otras opciones hasta llegar a un punto en que no solo se podía transmitir voz, sino además imágenes, video y con

---

muchas otras funcionalidades como conectarse a Internet, etc. (lo cual sucede en nuestros días), la revista PC World dice lo siguiente con respecto a la comunicación inalámbrica y celulares, “las comunicaciones inalámbricas están evolucionando a pasos agigantados. No solamente los teléfonos de hoy son mas pequeños, sino que casi todos son digitales, lo cual produce un sonido mas claro. Los teléfonos móviles también incorporan cada vez más los mensajes de texto y las características de organizador personal que suelen encontrarse en los localizadores personales y PDA. Además, se puede usar un teléfono para navegar en la Web”<sup>i</sup> .

Por otra parte, van apareciendo nuevos modelos y los modelos más antiguos van costando cada vez menos dinero, es por eso que es más accesible obtener uno, en nuestro país la gran mayoría de las personas tiene un celular. Estos aparatos contienen puertos de comunicación, ya sea un infra rojo, o un puerto que se conecte al puerto USB del computador. Al tener estos tipos de conexiones se puede realizar una comunicación hacia un computador y desde allí (el computador) poder transmitir hacia uno o varios microcontroladores, los cuales están esperando recibir algún dato para realizar algún movimiento o captura de datos. Por esa razón es posible hacer una comunicación inalámbrica entre un microcontrolador y un celular mediante una comunicación infrarroja y se podría mostrar de que no solo un computador serviría para controlar otros dispositivos electrónicos. Ver Figura N° 1.1, Celular.

---

<sup>i</sup> Scott Spanbauer, “Teléfonos Inalámbricos”, PC World, España, Octubre 2000.



Figura 1.1. Celular que se podría usar para comunicación con microcontrolador.

Pero no solo se quedaron con los Notebooks, sino además siguieron miniaturizando los componentes y sacaron al mercado un mini computador conocido como PDA's, el cual en un principio se pensó como una agenda electrónica pero es mucho mas que eso, éstas constan de SO, programas, puertos, etc. Las PDA's también han sufrido cambios importantes, en donde cada nueva versión sale con más memoria, más capacidad de almacenamiento, mayor rapidez, pantallas a color con grandes definiciones, etc.

“Un PDA como el Palm M100, uno de los mas sencillos del mercado cuenta con características similares y en muchos casos superiores a un equipo escritorio de hace diez años con varias ventajas de más, como que lo podemos cargar en el bolsillo y escribir sobre él con un lápiz digital. Además, también podemos intercambiar datos de manera instantánea e incluso, con los periféricos adecuados, tomar fotografías, imprimir recibos, facturas y otros documentos.

---

Podemos hasta navegar por el ciberespacio con la ayuda de un MODEM”<sup>ii</sup>. Ver Figura N° 1.2.



Figura 1.2. PDA para comunicarse con un PC o un Microcontrolador.

“La tecnología actual ha permitido que los PDA’s sean una realidad, gracias a que los chips son menos costosos y mas pequeños, aparte de ser mucho mas potentes. La memoria de almacenamiento redujo su volumen, pero ha multiplicado su capacidad y por otra parte, la tecnología de comunicaciones inalámbrica ha permitido que estos aparatos puedan enviar y recibir datos desde cualquier lugar y en cualquier momento”<sup>iii</sup>.

Todo esto lleva a la aparición de pequeños dispositivos electrónicos llamados microcontroladores, que son un circuito integrado que contienen muchas de las mismas cualidades que un computador, es más el microcontrolador en si es un pequeño computador, en el cual se puede trabajar al igual que un PC o una

---

<sup>ii</sup> PC World, “PDA’s en Alza”, Abril 2002.

<sup>iii</sup> Idem. Pág. 8.

---

Palm, etc. Estos microcontroladores pueden formar parte de un fenómeno físico llamado robot o puede ser utilizado en otras funciones como la seguridad de un local, etc.

Un microcontrolador es una entidad capaz de realizar una función físicamente específica, pero al ser programados ellos pueden llegar a tomar decisiones propias y en ese momento se convierten en sistemas inteligentes. Ver Figura N° 1.3.

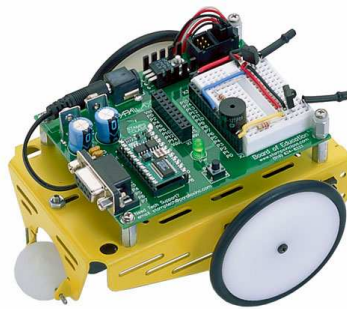


Figura 1.3. Robot Con Microcontrolador Stamp Basic.

Pero para poder controlar este robot (Microcontrolador), se necesita tener una interacción entre el microcontrolador y otro aparato o dispositivo electrónico como un computador, una Palm, la cual le dará las órdenes o comandos en donde el microcontrolador realizará las acciones o tareas que se le han asignado o ejecutar las instrucciones que se le ha pedido. Por su parte el microcontrolador puede enviar una respuesta hacia el computador u entidad, para ello debe haber un tipo de comunicación y un medio de comunicación entre las dos entidades,

---

existe un gran espacio de soluciones para elegir el medio de comunicación, como por ejemplo cable serial, Cable UTP, radio frecuencia, satélite, etc. El medio de comunicación lo debe decidir la empresa o la persona encargada, ella debe ver cual le conviene y cual va a suplir sus necesidades. Ver Figura N° 1.4.

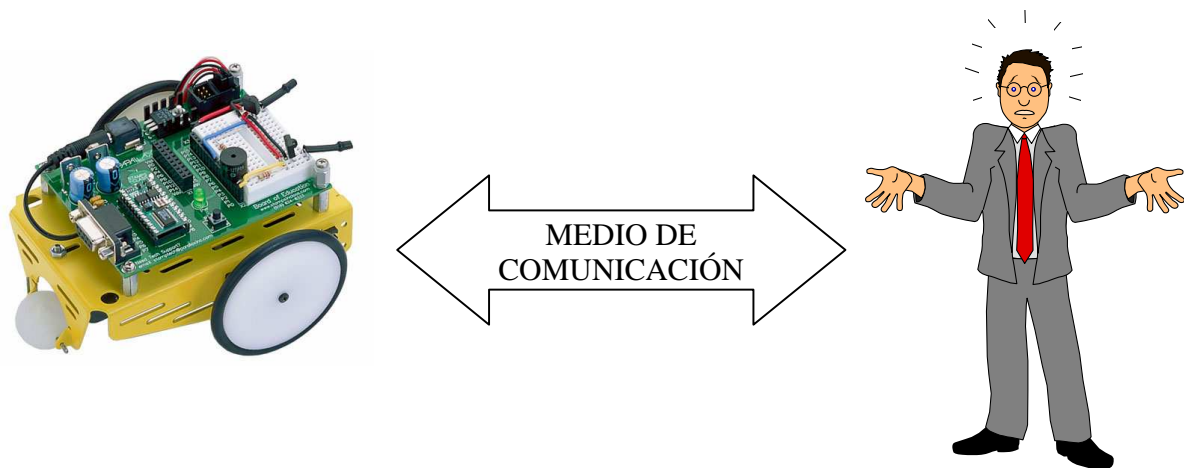


Figura 1.4. Elección del medio de comunicación

Como una definición del problema, podemos deducir que existen dos entidades, el usuario y el robot (Microcontrolador), ambos remotamente ubicados. Entonces ¿cual será el medio de comunicación?, para esta pregunta existe una gran variedad de respuestas o soluciones, el medio a transmitir puede variar desde un cable coaxial, par trenzado, etc. hasta una comunicación inalámbrica como por ejemplo la radio frecuencia, etc. Pero todas estas soluciones dependen exclusivamente de cual es la posición donde se ubican estas entidades.

---

Como nuestro problema se debe definir y centrar en un medio de transmisión que sea inalámbrico, nuestro espacio de soluciones se reduce a la comunicación inalámbrica. Por otra parte, se debe abordar la siguiente pregunta ¿Qué microcontrolador o que tecnología se usará?, para ello se deben analizar los distintos chip's que existen en el mercado, comparar sus cualidades, ventajas, desventajas, costos y decidir por lo más conveniente respecto de lo que se necesita realizar, además se debe ver la facilidad de uso (en caso de que un microcontrolador sea mas complicado de utilizar, se tardara mas tiempo en programar una labor especifica, con respecto de otros microcontroladores y se tardará más en poder aprender de él).

El problema es poder controlar microcontroladores por medio de una conexión inalámbrica, específicamente radio frecuencia. Como se mencionó anteriormente, estos podrían controlarse con dispositivos como un PDA, o un celular por medio del puerto infra rojo. Pero el problema es desarrollar un software, el cual pueda controlar los microcontroladores por medio de radiofrecuencia, estos microcontroladores formaran físicamente robots, los cuales realizaran ciertas acciones de movimientos, según el comando que reciban, además podría capturar algún tipo de información como por ejemplo la temperatura ambiente.

Es por ello que se realizara una interfaz gráfica (Software) en un lenguaje de programación, ya sea Pascal, Delphi, Visual Basic, etc. Este programa le enviará instrucciones a microcontrolador para que ejecute alguna acción. Por su parte los microcontroladores se programaran en su respectivo lenguaje de

---

programación (PBASIC), en donde cada microcontrolador (Robots, Hardware) debe reconocer si la información que llega por el aire es para él o no y si es para él entonces debe realizar el movimiento asignado, así como la captura y envío de temperatura, podría haber un comando que sea de uso general, es decir comandos para todos los microcontroladores. Por otra parte el medio de comunicación inalámbrico será la radio frecuencia la cual se realiza por medio de un Transmisor/Receptor (Tranceiver) que va inserto en el microcontrolador (los transceiver son de la misma empresa que los microcontroladores), este codifica y decodifica la señal, la cual va a una cierta frecuencia 433 Mhz (para que no se mezcle con otras señales) y puede llegar a alcanzar una distancia de unos 300 mts aproximadamente en caso de que objetos interfieran la comunicación (ya sea murallas, árboles, etc.) y unos 500 mts al aire libre en un lugar plano.

La comunicación hacia los microcontroladores se realizará por el puerto COM del computador (RS-232), el cual por medio de un cable serial se conecta a un microcontrolador que es el que transmite por radio frecuencia hacia el robot. Para la comunicación serial desde el computador al microcontrolador se podría utilizar solamente tres cables, el de transmisión, el de recepción y tierra. El microcontrolador que esta conectado por medio de un cable serial se le puede llamar base (La base se le conoce como punto de acceso) tiene inserto en ella un modulo de transmisión / recepción de radio frecuencia en su board, esta recibe desde el computador las instrucciones desde el puerto COM y envía por radio frecuencia los datos hacia El Robot.

---

## **1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACION**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL:**

Investigar algunos de los métodos existentes de transmisión de datos en forma inalámbrica, como por ejemplo infra rojo, radio frecuencia, tipos de modulación mas conocidos, ya sea FM, AM y la comunicación que existirá entre el computador y el microcontrolador, por medio del puerto COM (RS-232), dejando como tema principal lo que se conoce como microcontroladores, investigando los microcontroladores más usados, sus características, capacidades, comparaciones que existen entre ellos. Teniendo en claro la parte de investigación, se deberá desarrollar un programa o software el cual pueda controlar y manejar estos microcontroladores a partir de lo investigado, es decir controlar microcontroladores en una forma que se haga una interacción entre comunicación inalámbrica (Radio frecuencia), comunicación serial (RS - 232) y los micros por medio de un computador.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

Las áreas de investigación y desarrollo se pueden desglosar en las siguientes áreas:

#### **1. Investigación de Transmisión Serial:**

- Investigar sobre comunicación serial.
- Investigar los tipos de serial (DB9, DB25).

- 
- Investigar definiciones de pines.
  - Investigar configuración de cables.

## **2. Investigación sobre comunicaciones.**

- Investigar sobre transmisión de datos.
- Investigar sobre comunicación inalámbrica.
- Investigar sobre Radio Frecuencia.
- Investigar Modulación.
- Investigar Tipos de Modulación.
- Investigar Demodulación.

## **3. Investigación de Microcontroladores.**

- Que es un microcontrolador.
- Caracterizar algunos microcontroladores existentes.
- Investigar sobre lenguajes de programación de microcontroladores.
- Investigar sobre las interfaces(Microcontrolador-Computador

---

### 1.3. SOLUCIONES PLANTEADAS

Para poder controlar un dispositivo electrónico (en este caso un microcontrolador) sin la necesidad de tener un medio físico entre las dos entidades (cables), sino que por medio de algún tipo de comunicación inalámbrica, ya sea radio frecuencia, ondas, etc. Para realizar la comunicación entre los dos sistemas, se debiera hacer interactuar las diferentes entidades que se podrían utilizar, las cuales una de ellas será el microcontrolador y las otras podrían ser una PDA, un computador, otro microcontrolador u otro dispositivo. Por ejemplo una comunicación entre una PDA y un microcontrolador. (Ver Figura N° 1.5).

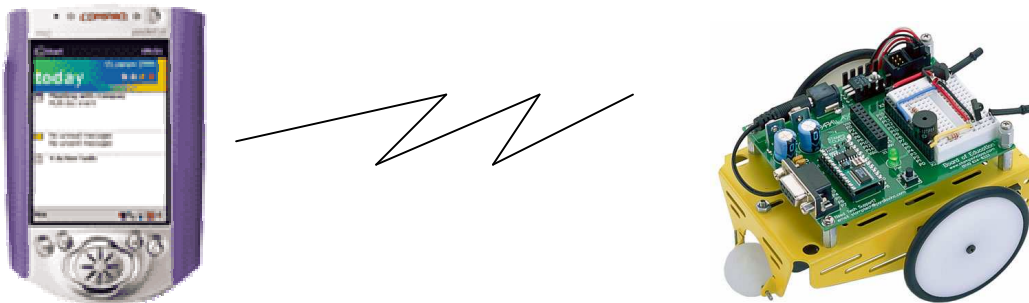


Figura 1.5. Comunicación entre PDA y un

La solución se debiera tomar basándose en los diferentes aspectos que se requiere en estos análisis, la solución que se adopta debe satisfacer al usuario en diferentes aspecto como por ejemplo la más conveniente con respecto a costo,

---

tiempo y otros factores que se relacionan (por ejemplo la tecnología que se tiene), se debe conocer cual es la necesidad y cual es el objetivo que se desea alcanzar, se debe analizar cual es la distancia que se debe recorrer y cual es la prioridad de los datos.

Una solución con respecto al trabajo de título (lo que se quiere hacer) y con respecto a lo que se va a ver más adelante (los temas de comunicación inalámbrica , microcontroladores y comunicación serial), podría ser una comunicación entre un computador el cual tiene un programa desarrollado en un cierto lenguaje de programación y mediante este programa se comunicará o un microcontrolador por medio de una interfaz serial (comunicación RS-232), esta comunicación es el puente que existe entre el computador y los robots. A partir de este microcontrolador (punto de acceso), se transmitirá por medio de una comunicación por radio frecuencia hacia el Robot y viceversa. El Robot tiene un microcontrolador en el cual van conectados servomotores, transceiver de radio frecuencia, DS1620 (Sensor de temperatura). Estos microcontroladores son de la empresa parallax y se llaman Stamp Basic, se utilizarán estos ya que cuentan con una tecnología muy avanzada y tienen además de todos los dispositivos necesarios para poder realizar esta comunicación por radio frecuencia y la universidad cuenta con ellos.

---

## 1.4. ANALISIS DE LA SITUACION

La palabra microcontrolador viene de:

- **Micro:** Dispositivo pequeño.
- **Controlador:** capaz de controlar máquinas, periféricos e incluso otros controladores.

Los microcontroladores son herramientas las cuales hace un par de años atrás no eran muy conocidas por las personas que no trabajan en el área, sino que eran utilizadas, en su mayoría por científicos, ingenieros, etc. Hoy en día gracias a los avances tecnológicos, los microcontroladores están siendo más comunes entre nosotros, aunque a veces no nos damos cuenta de ello.

Un microcontrolador es un circuito integrado el cual contiene algunas o muchas de las características de los computadores personales, ya que constan de CPU, memorias y diversos dispositivos que pueden ser utilizados con él. Existen diferentes tipos de microcontroladores, no solo de diferentes marcas sino también de modelos y además existen algunos que se programan una sola vez y cumplen tareas específicas (ejemplo un microondas), pero además existen microcontroladores que se pueden programar muchas veces, que se conoce con el nombre de reprogramables.

---

Con el pasar de los años, cada vez, serán más los elementos y dispositivos que se podrán utilizar con los microcontroladores y habrán muchos más aparatos que incorporaran microcontroladores en sus dispositivos electrónicos. En nuestros días, en donde es mas común encontrarse con alguno de estos dispositivos, se utilizan desde un satélite de la NASA hasta un auto u otro dispositivo que son utilizados diariamente por las personas, cada día que pasa son más las personas que conocen estos asombrosos dispositivos y es de esperar que más adelante muchos mas los puedan conocer y utilizar.

En un par de años más los microcontroladores estarán en todas partes y serán indispensables para las personas, ya que están evolucionando y cambiando a una velocidad asombrosa y así como los celulares y las PDA's están evolucionando, los microcontroladores también lo están haciendo. Todo esto se puede ver ya que cada día son más las personas que optan por diferentes dispositivos que le ayuden a realizar las tareas de una forma más fácil y rápida, es común en nuestros días tener un microondas, un computador personal, una lavadora, etc. Pero en unos años mas eso será un requisito y una obligación para las personas, ya que cada día que transcurre menor es el tiempo para realizar las labores y tareas ya sea en los hogares como en el trabajo.

Ahora se mostrarán algunas comparaciones que existen entre algunos microcontroladores que se venden en el mercado, los microcontroladores Stamp Basic, los micros PIC, etc.

---

#### **1.4.1. Módulo programable Stamp Basic II de 24 pines:**

- Su valor es de \$49.00 dólares cada uno aproximadamente.
- El tamaño de código de programa es de 2K.
- Su velocidad de ejecución es de 4.000 instrucciones por segundo.
- 16 pines de entrada/salida.
- Capacidad de interrupción: ninguna.

#### **1.4.2. Microcontrolador PIC16F876 de 28 pines:**

- Su valor es de \$8.75 a \$10.00 cada uno.
- Su tamaño de código de programa es de 8K.
- Velocidad de ejecución es de 5 millones de instrucciones por segundo a 20 MHz y 1 millón de instrucciones por segundo a 4MHz.
- 22 pines de entrada/salida.
- Capacidad de interrupción: múltiples fuentes.

---

### 1.4.3. Microcontrolador BasicX-24:


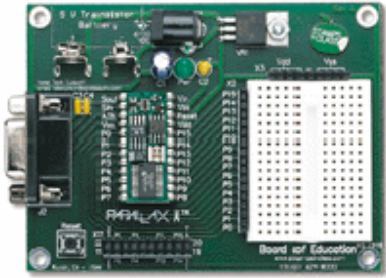
- 16 líneas de entrada/salida.
- 32 KBytes de memoria EEPROM para almacenamiento de datos y programas.
- Memoria RAM de 400 Bytes.
- Velocidad de muestreo de 6000 muestras por segundo.
- Velocidad de procesamiento de 65.000 líneas de código por segundo.
- Alimentación de 4.8V hasta 15V.
- Es multitarea.
- Tiene 24 pines.

En el siguiente esquema se mostrara alguna de las comparaciones que existen entre los distintos microcontroladores Stamp Basic I, II-OEM, IIE, IISX y BasicX-24. Ver Tabla N° 1.1.

	<b>BS1-IC,BS2-OEM</b>	<b>BS2-E</b>	<b>BS2-SX</b>	<b>BasicX-24</b>
<b>Microcontrolador.</b>	Microchip PIC 16C56	Scenix SX28AC/SS	Scenix SX28AC/SS	Atmel AT90S8535.
<b>Velocidad ejecución programas.</b>	2.000 instrucciones/seg.	4.000 instrucciones/seg.	10.000 instrucciones/seg.	65.000 instrucciones/seg.
<b>Velocidad procesador.</b>	4 Mhz.	20 Mhz.	50 Mhz.	Cristal de 7.37 Mhz.
<b>Tamaño memoria de programa.</b>	256 Bytes.	16Kbytes.	16Kbytes.	32Kbytes.
<b>Tamaño memoria RAM.</b>	32Bytes.	32Bytes.	32Bytes.	400Bytes.
<b>Numero de entradas/salidas.</b>	8	16	16	16
<b>Nº Pines del socket conector</b>	14 pines.	24 pines.	24 pines.	24 pines.
<b>Interfase requerida para la programación.</b>	Puerto paralelo 300-2.4Kbaud.	Serial 300-50Kbaud.	Serial 305-115Kbaud.	Serial 460.8 KBaudios.

Tabla N° 1.1. Comparación de Microcontroladores.

Las siguientes imágenes mostraran las partes que podrían utilizar para realizar una comunicación por radio frecuencia, estas van desde el chip del microcontrolador Stamp Basic, pasando por la Carrier Board la cual tiene inserto el chip del microcontrolador en su plaqueta, así como una Mini Proto Board en donde se conecta el transceiver de radio frecuencia. Además no se puede olvidar el robot en si, el cual es un microcontrolador que tiene conectado unos servomotores que le dan el movimiento, así como el computador, el cual le envía datos al robots para que el pueda realizar alguna acción. Ver Tabla N° 1.2.

	<p>Este es un chip del microcontrolador Stamp Basic II SX, el cual es un chip con muchas cualidades de hardware como su velocidad y tamaño de memorias, además es una herramienta que se podría utilizar para el manejo de robots por radio frecuencia.</p>
	<p>Esta Foto representa un carrier Board, la cual es una plaqueta que tiene inserta un microcontrolador Stamp Basic, además tiene una mini Proto Board en donde se pueden instalar memorias de 32 Kb o mas, así como un transceiver de radio frecuencia y otros dispositivos como servomotores para poder darle movimiento. Esta plaqueta es la que se utiliza para hacer un robot, así también puede ir conectado a un computador para recibir información desde él (PC) y poder enviárselas a los robots.</p>


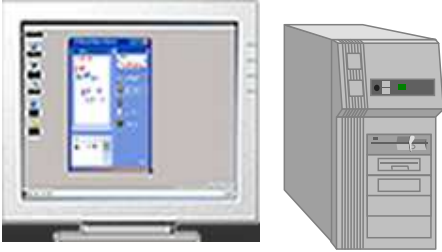
	<p>Esta Figura muestra un Robot el cual tiene una plaqueta de parallax (Stamp Basic) y tiene instalados dos servomotores (Izquierdo y Derecho) para que se pueda mover, este robot se puede hacer interactuar con otros microcontroladores o con un computador.</p>
	<p>Esta figura muestra transceivers (Transmisor / Receptor) de radio frecuencia estos van insertados en el Carrier Borrado (uno), ya sea la del Robot como la plaqueta que va conectado al computador. Este transceiver funciona a una frecuencia de 433 Mhz y puede alcanzar una distancia de aproximadamente 300 Mts con obstáculos.</p>
	<p>Este dibujo muestra un computador el cual tiene corriendo un programa (Software) el cual simula y se comunica por medio de una conexión serial (RS - 232) hacia un microcontrolador (Carrier Board) el cual le envía los datos que recibió desde el computador hacia los robots.</p>

Tabla 1.2. Dispositivos para la comunicación.

---

El siguiente esquema mostrará de una forma más gráfica la posible solución a nuestro problema, el cual es transmitir información por radio frecuencia hacia uno o más microcontroladores (Robot) los cuales ejecutaran la acción que se le ha pedido realizar. Ver Figura N° 1.6.

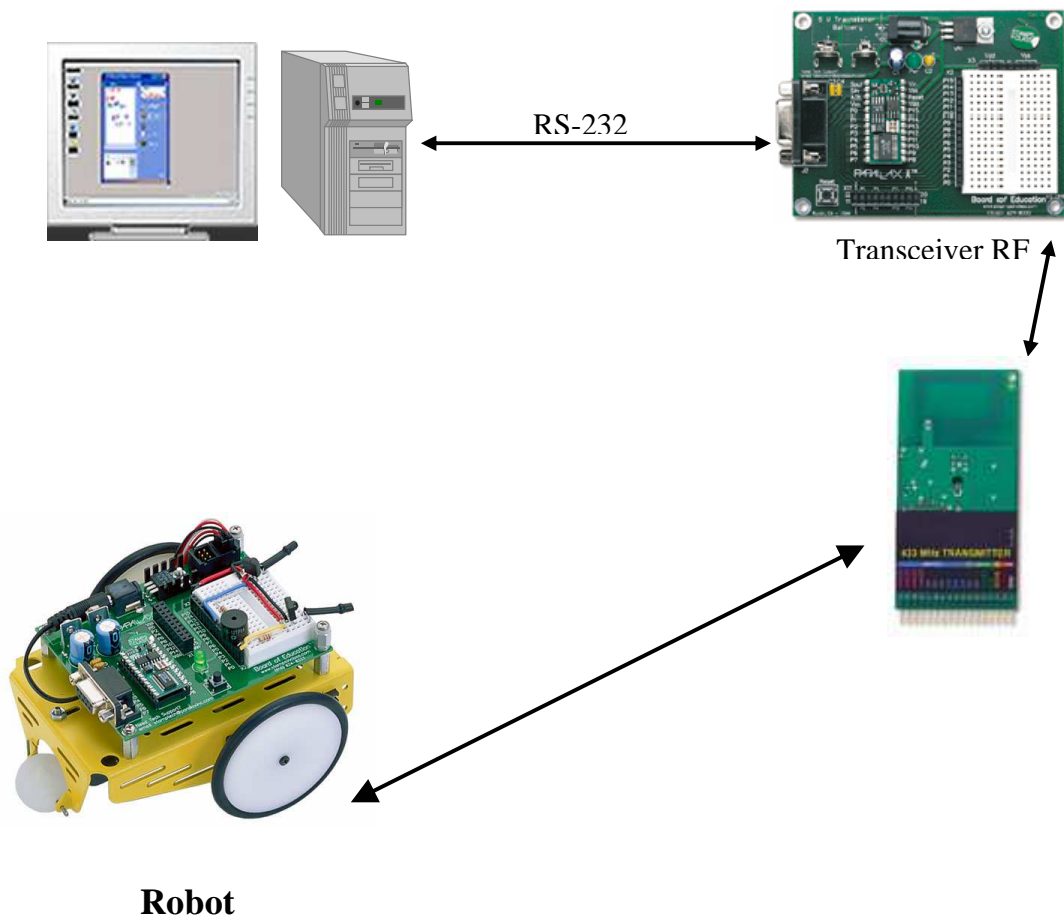


Figura 1.6. Transmisión por radio frecuencia.

---

## 1.5. SELECCIÓN DE SOLUCIÓN

El problema consiste en manejar y controlar un robot que contiene un microcontrolador programable, dirigido por medio de comunicación inalámbrica, más específicamente radio frecuencia, el robot cuenta con un microcontrolador. El usuario por medio de un computador se conecta mediante interfase serial RS-232 a un microcontrolador el cual tiene un dispositivo que transmite de forma inalámbrica, este envía los datos por el aire, por medio de una señal, hacia el robot que tiene un receptor inalámbrico, al recibir los datos ejecuta una cierta acción.

El microcontrolador elegido para realizar esta labor será el Stamp Basic de parallax (ya sea cualquiera de sus modelos programables por serial, BS2, BS2-SX, etc.), ya que como se mostró en la tabla comparativa estos micros pueden llegar a ejecutar hasta 10.000 instrucciones por segundo lo que significa que es un micro muy poderoso, además es una herramienta con muchas cualidades, no solo en la parte de electrónica ya que este micro se puede insertar en su propia protoboard llamada plaqueta de educación lo que aumenta considerablemente el poder realizar un trabajo de una forma mas cómoda, rápida y con una herramienta de gran nivel, es por esa razón que muchas personas en el ámbito universitario lo utilizan por lo simple que puede llegar a ser utilizar uno de esto, por otra parte el lenguaje de programación es un lenguaje semejante al Basic (lenguaje de alto nivel)

---

llamado PBASIC, este a diferencia de otros es muy simple a la hora de programar ya que existen microcontroladores que son programados por lenguaje ensamblador.

Otra de las cualidades que tiene este micro es que al estar inserto en una plaqueta se le pueden ir agregando nuevos dispositivos electrónicos, los cuales la misma empresa parallax los vende, dándole una mayor cobertura ya que se le pueden insertar pantallas LCD, transmisores /receptores para radio frecuencia, servomotores para controlar un robot y hacer que mueva objetos, capture datos, etc. Las memorias son otros dispositivos que se le puede agregar para poder almacenar datos, ya sea memorias de 32Kbyte o 64Kbytes, además son de un costo que están al alcance de todos.

Estos micros son programados en un lenguaje llamado PBasic el cual es el lenguaje que utiliza los microcontroladores parallax, en este lenguaje se le dan las instrucciones para que tanto el transmisor como el receptor puedan saber la acción que realizaran, así como las características de la transmisión ya sea velocidad, puerto, etc. Además la interfase serial RS-232 del transmisor podría ser hecha en un lenguaje de programación como Pascal, C, Visual Basic, Delphi, etc. El siguiente esquema mostrará como será la comunicación que va desde el Computador al Robot (Microcontrolador), Ver Figura N° 1.7.

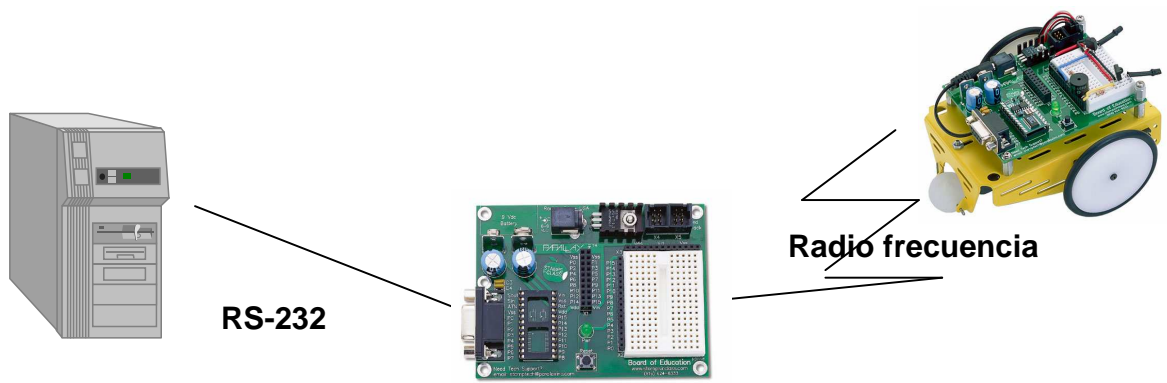


Figura 1.7. Comunicación entre dos microcontroladores y un PC.

---

# **CAPITULO II**

## **TRANSMISIÓN SERIAL**

---

## **2. INTRODUCCION**

El siguiente capítulo se centrará en la comunicación serial (RS-232), se hablará de puerto de 9 pines (DB9) así como el de 25 pines (DB25), cuales son sus pines y la configuración de ellos, así como sus propiedades de hardware ya sea voltaje, etc. Además se mencionara cual es el tipo de conexión de MODEM NULL, así también el de loopBack. Todo esto para poder ver un poco mas claro lo que se refiere a comunicación serial la cual fue muy utilizada en los terminales y todavía es muy usada especialmente en los computadores que no tiene tarjeta de red y necesita transferir información.

### **2.1. PUERTO SERIAL (RS-232)**

La comunicación serial se utiliza para poder enviar datos ya sea en distancias cortas o distancias largas, ya que la comunicación por el puerto paralelo exige demasiado cableado para poder comunicarse. Los equipos de comunicaciones que trabajan por el puerto serial se pueden dividir en simplex, half-duplex y full-duplex. El puerto serial es compatible con el estándar RS-232C. Este estándar fue diseñado en los 60s para comunicar un equipo terminal de datos o DTE (Data Terminal Equipment) y un equipo de comunicación de datos o DCE (Data Communication Equipment, habitualmente un MODEM). El estándar especifica 25 pines de señal, y que el conector de DTE debe ser macho y el conector de DCE hembra. Los conectores más usados son el DB-25 macho, pero

---

muchos de los 25 pines no son necesarios para poder comunicarse. Por esta razón en muchos computadores modernos se utilizan los DB-9 macho.

A continuación se nombraran algunas ventajas que tiene el puerto serial (RS-232) V/S el puerto paralelo (Impresora).

**2.1.1.** El serial transmite '1' entre -3 y -25 volts y '0' entre +3 y +25 volts, en cuanto el paralelo transmite '1' como 5 volts y '0' como 0 volts. Por tanto el cable serial tiene un rango máximo de 50 volts y el cable paralelo solo con 5 volts de rango máximo. Si existiera un problema en el cable es mucho más fácil detectarlo por la menor cantidad de pelos.

**2.1.2.** No se necesitan tanto cables como en la conexión paralela.

**2.1.3.** Es cuanto a el uso sobre los microcontroladores el cable serial presenta una gran ventaja que es el que solo necesita básicamente de tres pines para poder realizar una comunicación (el cable de transmisión, recepción y tierra), el cable paralelo necesita 8 pines para ejecutar la misma acción si se desea trabajar con transmisión de 8 BIT.

---

## 2.2. PROPIEDADES DEL HARDWARE (ELECTRICAS)

Las especificaciones del puerto serial están contenidas en el estándar EIA RS-232c. Este estándar posee varias especificaciones, algunas generales son:

- Un “espacio” (es un cero lógico) esta entre los +3 y los +25 volts.
- Una “marca” (es un uno lógico) que esta entre los -3 y los -25 volts.
- La zona entre los +3 y los -3 volts no esta definida.
- Un circuito abierto de voltaje no debe exceder los 25 volts con respecto a la tierra.
- Un circuito corto no debe sobrepasar los 500mA. La persona que maneja este tipo de circuito debe poder ser capaz de acceder a el sin poder dañarse.
- Un máximo largo de 15 metros garantizando máximo de transferencia.

Estas eran algunas de una enorme cantidad de las capacidades de este tipo de línea que están especificadas en este estándar. El puerto serial viene en dos tamaños, existe uno de 25 pines y el más usado de 9 pines, ambos con el conector macho que se encuentra en la parte trasera de nuestro Computador.

---

### 2.3. PINES DEL CABLE SERIAL (9 y 25 Pines)

La siguiente tabla muestra los pines del cable serial de 9 y 25 pines. Ver

Tabla N° 2.1.

<b>D-Type-25 Pines N°.</b>	<b>D-Type-9 Pines N°.</b>	<b>Abreviación</b>	<b>Nombre Completo</b>
Pin 2	Pin 3	TD	Transmit Data
Pin 3	Pin 2	RD	Receive Data
Pin 4	Pin 7	RTS	Request To Send
Pin 5	Pin 8	CTS	Clear To Send
Pin 6	Pin 6	DSR	Data Set Ready
Pin 7	Pin 5	SG	Signal Ground
Pin 8	Pin 1	CD	Carrier Detect
Pin 20	Pin 4	DTR	Data Terminal Ready
Pin 22	Pin 9	RI	Ring Indicator

Tabla 2.1. Muestra los pines de cable serial DB9 y DB25.

### 2.4. FUNCIONES DE PINES

A continuación las funciones específicas de cada pin en el cable serial RS-232. Ver Tabla N° 2.2.

---

<b>Abreviación</b>	<b>Significado</b>	<b>Función</b>
--------------------	--------------------	----------------

TD	Transmit Data	Salida de Datos Serial TX
RD	Receive Data	Entrada de Datos Serial RX
CTS	Clear To Send	Esta línea indica que el MODEM esta listo para intercambiar datos.
DCD	Data Carrier Detect	Cuando el MODEM detecta un "carrier" del otro MODEM al final de la línea este se activa.
DSR	Data Set Ready	Esto le dice a UART que el MODEM esta listo para establecer una conexión.
DTR	Data Terminal Ready	Esta línea le informa al MODEM que la UART esta lista para Transmitir Datos.
RTS	Request To Send	Este es opuesto a DSR. Le indica al MODEM que la UART no esta lista para establecer una conexión.
RI	Ring Indicator	Se activa cuando el MODEM detecta una señal de ring desde el PSTN.

Tabla 2.2. Funciones de cada pin.

---

## 2.5. CONECTOR TIPO NULL MODEM

Null MODEM es una configuración del cable serial usada para conectar dos terminales DTE por ejemplo: dos computadores. Es una forma barata de hacer una red entre dos PC para transmitir datos usando Zmodem Protocol, Xmodem Protocol, también se puede usar para jugar y el uso que realmente interesa que es el conectar un microcontrolador al PC.

A continuación una figura que describe una configuración de tipo NULL MODEM. Ver Figura Nº 2.1.

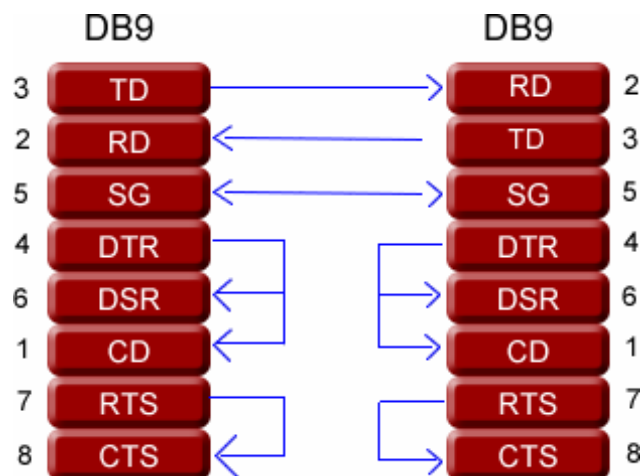


Figura 2.1. Configuración tipo Null MODEM.

---

Este método solo requiere 3 cables (TD, RD y SG). La técnica es hacerle creer al PC que esta trabajando con un MODEM y no con un computador. Cualquier cosa que transmitamos desde el primer computador por el TD es recibida en el segundo por el RD y viceversa, Signal Ground o señal de tierra debe estar conectado en ambas tierras en común.

## 2.6. CONECTOR TIPO LOOPBACK

El conector Loopback es súper útil en algunos casos cuando se trabaja escribiendo programas Seriales RS-232. Posee, el recibir (Rx) y transmitir (Tx) conectados juntos, estos significa que cualquier cosa que transmito la recibo inmediatamente en el mismo puerto. Si uno quiere puede conectarlo al puerto serial y cargar algún programa de terminal y cualquier cosa que uno escriba la voy a recibir inmediatamente en mi pantalla

A continuación una figura demostrando el tipo de conexión. Ver Figura N° 2.2.

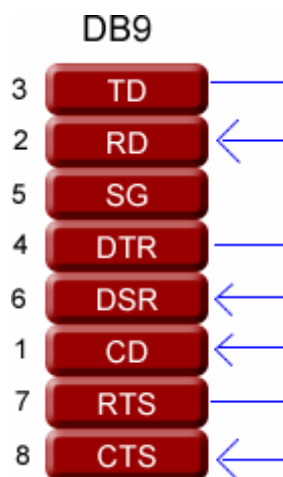


Figura 2.2. Conector LoopBack.

---

## 2.7. RESUMEN

Las comunicaciones seriales todavía son usadas en nuestros días, antiguamente las ocupaban para trabajar con equipos remotos (todavía hay algunos), pero hoy en día se trabaja con el puerto serial ya que es mucho más cómodo de implementar que por medio del puerto paralelo (por la cantidad de cables), además la mayoría de los computadores (por no decir casi todos), tienen este puerto en la parte trasera del computador. Para objeto del presente trabajo se utilizara el puerto serial de 9 pines, de los cuales se pueden ocupar solamente tres, transmisión (Tx), recepción (Rx) y tierra (Ground), cada uno de estos pines van insertados en la plaqueta del microcontrolador, el computador le envía la información mediante este puerto hacia el micro y este la recibe por su respectivo pin y luego envía la información por radio frecuencia.

---

**CAPITULO III**  
**COMUNICACIÓN INALAMBRICA**

---

### **3. INTRODUCCIÓN**

El siguiente capítulo hablara de algunos temas relacionados con comunicación inalámbrica, los distintos tipos de comunicaciones que existen para poder transmitir por medio del aire ya sea comunicación por infrarrojo, radio frecuencia, etc. Esto con el objetivo de poder adquirir conocimientos en la materia, la cual es un factor muy importante en el trabajo que se desea realizar. Es por esa razón de que se investigará sus cualidades, ventajas desventajas, esquemas y fotos. Por otra parte se hablará de la modulación, que es, algunos tipos de modulación que existen, ya sea con voz y sin voz (AM – FM, etc.), la transmisión de datos o de una señal, esquemas de transmisión, onda portadora, etc.

#### **3.1. COMUNICACIÓN INALAMBRICA**

Para poder comunicar sitios remotos, a donde no llegan las líneas telefónicas, los cables de fibra o cualquier otro tipo de conexión por cable, se pueden utilizar enlaces de radio frecuencia u otro tipo de conexión inalámbrica. La velocidad de este tipo de comunicación depende de la tecnología que se va a utilizar y a su vez la tecnología a utilizar depende también del dinero que la empresa o la persona tenga. Por ejemplo se puede hacer transmisión de datos a velocidades bajas, tal como 1200 bps, todo depende de la tecnología del emisor y

---

receptor. Pero existen además otras velocidades, como por ejemplo de 9600 bps o más. Ejemplo entel will provee conexiones de 128 kbps, 256 kbps, etc. Esta comunicación la realizan por medio de antenas las cuales están ubicadas en un lugar determinado (lugares altos) mediante un estudio ya que las dos antenas deben verse para poder tener una buena conexión. Por otra parte están las conexiones satelitales, las cuales tienen una gran cobertura ya que con ellas han podido llegar a varios lugares manejando información y robots.

Por ejemplo en el siguiente esquema se visualiza una conexión inalámbrica entre dos PC's. (Ver Figura N° 3.1).

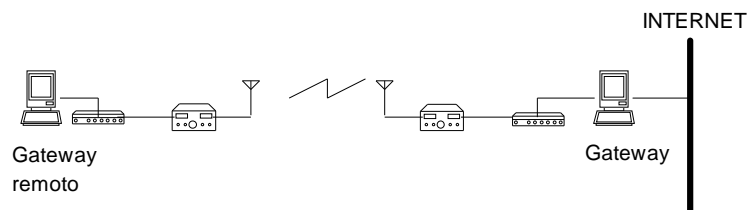


Figura 3.1. Conexión inalámbrica entre dos PC.

---

Existen muchos artefactos caseros o no, los cuales ocupamos diariamente en nuestros hogares como por ejemplo:

- **Celulares.**
- **Control remoto.**
- **Alarma autom3vil.**
- **Relojes con control remoto.**
- **Micr3fonos.**
- **Teclados.**

Las redes inalámbricas permiten conectar peque1os dispositivos y computadores de una forma m1s c3moda y eficiente. Las ondas de radio protagonizan una gran revoluci3n en el mundo y de forma muy silenciosa. Esta promete conectar todos los artefactos tecnol3gicos que utilizamos en nuestros hogares y trabajos. Tel3fonos m3viles, agendas electr3nicas, c1maras de fotos digitales, esc1ners, impresoras, e, incluso, lavadoras y microondas (todo ser1 posible m1s adelante con la nueva versi3n del protocolo IP, IPV6) est1n a un paso de intercambiar informaci3n. Por ejemplo se podr1 manejar el microondas desde fuera de la casa con solo mandarle una orden de que funcione. Lo importante de esto es que podr1 haber una interacci3n entre las diferentes tecnolog1as que existen y no solamente los computadores, y todo esto sin cables de ning3n tipo, liberando al usuario de la engorrosa tarea de cablear la casa, hoy en d1a es m1s

---

común la conexión inalámbrica entre computadores (ya sean PC, Notebook, etc.) que hace un par de años atrás.

Hace varios años que se viene hablando y escuchando de conexiones inalámbricas. Algunos Mouse, teclados o agendas electrónicas comparten información sin necesidad de cables, como un puerto infrarrojo, pero con más ventajas. Los infrarrojos se empiezan a dejar de lado, ya que están mas a favor de las ondas de radio, porque estas pueden operar en frecuencias que permiten un intercambio de datos más veloz. Además, los infrarrojos necesitan una línea visual entre el emisor y el receptor, o sea deben verse, por lo que resultan inútiles cuando hay una pared, un mueble o simplemente los aparatos no están orientados uno frente al otro, en cambio con ondas se puede hacer una comunicación aunque haya una pared en medio. Las redes inalámbricas en estos días ofrecen casi la misma flexibilidad de configuración e instalación que una red por cables (por ejemplo una red en estrella), pero con la posibilidad de poder desplazarse dentro de un área o recinto sin perder la conexión. La mayoría de los sistemas inalámbricos usan radiofrecuencia transmitiendo ondas que pueden saltar paredes y algunos obstáculos.

---

## 3.2. RADIOFRECUENCIA

Se le conoce así a las ondas aéreas electromagnéticas para comunicar información desde un punto a otro, son portadoras de radio porque desempeñan la función de entregar energía al receptor. Los datos que se transmiten son sobrepuestos sobre la portadora de radio para que pueda extraer de manera precisa por el receptor. Es a lo que se conoce como la modulación de la portadora por la información que se transmite (como por ejemplo AM, FM, etc.). (Ver Figura N° 3.2, la cual representa un modulo transmisor y un receptor).



Modulo Receptor



Modulo Transmisor

Figura 3.2. Módulos  
Transmisión/Recepción,  
Inalámbricos.

---

### 3.3. COMUNICACIÓN INFRARROJO

La transmisión por infrarrojo utiliza casi las mismas características que la transmisión por fibra óptica, ya que lo que viaja es luz, pero con la diferencia de que el medio de transporte cambia ya que en la transmisión por fibra óptica lo que se utiliza es un pelo (cable de fibra de vidrio) y en la transmisión por infrarrojo se realiza por medio del aire. Al igual que la comunicación por radio frecuencia u ondas pero no se utiliza una cierta frecuencia para enviar la señal, lo que lo hace un poco mejor ya que no habrá interferencias entre las diferentes señales y frecuencias que están siendo utilizadas por otros países, etc. ya que no están completamente de acuerdo con las frecuencias que debieran utilizar cada uno.

El infrarrojo (al igual que otros medios de transmisión inalámbrica) es utilizada en lugares en donde no se pueda usar cables o en donde sea más complicado instalarlos (los cables), ya que este tipo de comunicación es más barato de implementar que una transmisión por ondas, por ejemplo conectar dos edificios para tener una Intranet, se colocaría un transmisor en lo alto de uno de los edificios y otro emisor en el segundo edificio teniendo en cuenta que los módulos deben verse uno al otro (como es luz la transmisión se realiza solamente hacia un lado, unidireccional). Otros ejemplos más simples de infrarrojo son el control remoto de los televisores y video grabadores, los Mouse ópticos, PDA y celulares con puertos infrarrojos, etc.

---

## **Transmisión Infrarroja:**

### **1. Transmisión dirigida:**

Esta permite transmitir a distancias en un rango de kilómetros, puede ser utilizada al aire libre, ofrece un máximo ancho de banda.

### **2. Transmisión omnidireccional:**

Las señales se transmiten hacia todas las direcciones, lo cual reduce la cobertura que abarca este tipo de transmisión.

La transmisión infrarrojo tiene varias características como las siguientes:

#### **A) Ventajas Infrarrojo:**

- Son relativamente simples, lo que los hace un poco más baratos que otro tipo de comunicación inalámbrica.
- No tiene ancho de banda limitado (ya que se transmite luz), por lo tanto se puede transmitir a tasas de transferencias bastante altas.

- 
- No requiere una licencia especial de la FCC o algún permiso especial de alguna autoridad para poder operarlos.
  - La seguridad de los sistemas de los infrarrojos contra intrusos es mejor que la de los sistemas basados en radio.

### **B) Desventajas Infrarrojo:**

- El espectro de transmisión se comparte con otros tipos de luz como el sol, luces fluorescentes, etc.
- Si hay mucha interferencia de otras fuentes, la red infrarroja se puede volver inservible.
- Requiere una línea de vista libre de obstáculos (por ejemplo que el emisor y el receptor se puedan ver).
- La señal del IR (la luz), no puede atravesar objetos opacos, como niebla, cortina, una pared, etc.
- Se debe tener un cuidado especial en la manipulación ya que la luz infrarroja puede dañar la vista si se tiene un contacto directo con ella.

---

En las siguientes imágenes se mostrara algunos emisores y transmisores de infrarrojo de marcas y empresas distintas, los cuales se están vendiendo hoy en día en el mercado.

1) Fabricante: Cablefree solutions Ltd.

Modelo: Cablefree 622.

Velocidad: 1 a 622 Mbps.

Rango: de hasta aproximadamente 2 Km.

Ver Figura N° 3.3.



Figura 3.3. Transmisor/Receptor Infrarrojo CableFree.

---

2) Fabricante: Canon, INC.

Modelo: Canobeam III, serie DT-50.

Velocidad: 622 Mbps.

Rango: hasta 2 Km. aproximadamente.

Ver Figura N° 3.4.



Figura 3.4. Transmisor/Receptor Infrarrojo Canon.

---

3) Fabricante: FSona Optical Wireless.

Modelo: SONAbeam 52-M.

Velocidad: desde 1.5 hasta 52 Mbps.

Rango: desde 200 metros hasta 4250 metros.

Ver Figura N° 3.5.



Figura 3.5. Transmisor/Receptor Infrarrojo Fsona.

---

### 3.4. TRANSMISION DE UNA SEÑAL

En forma más específica y detallada, la transmisión de información desde un emisor hacia un receptor sería de la siguiente manera. Figura N° 3.6, representa la transmisión de una señal.

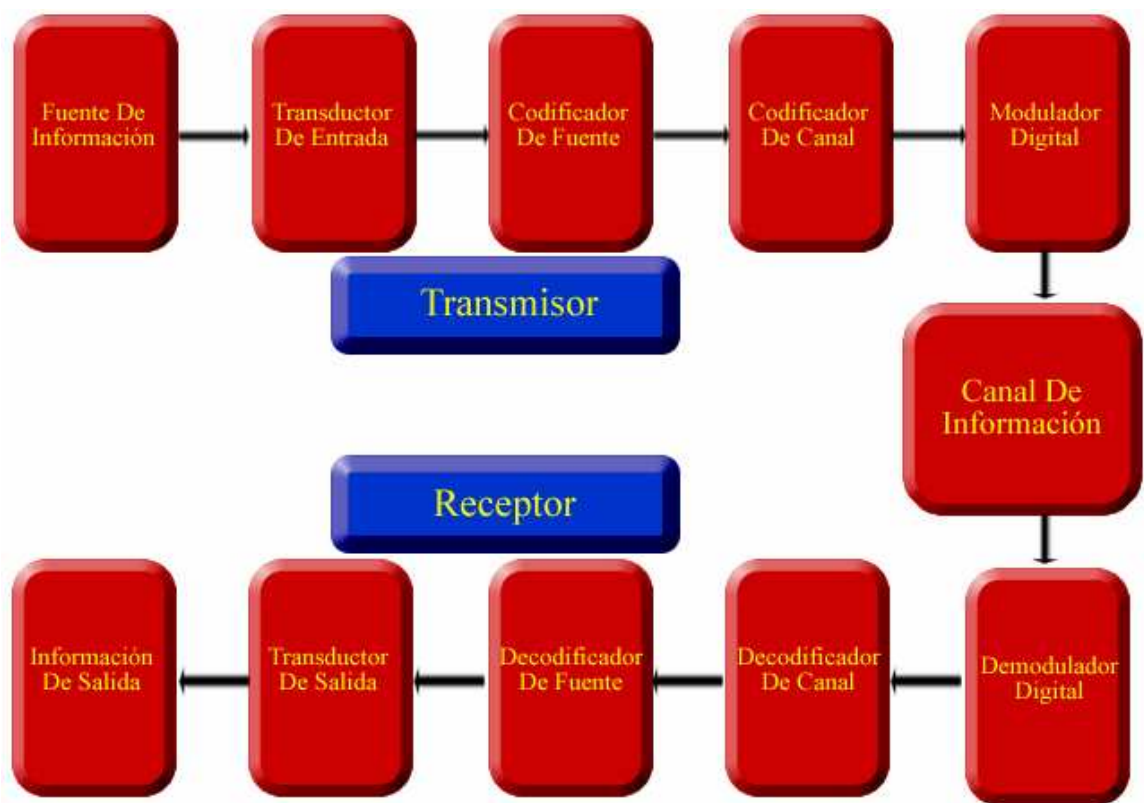


Figura N° 3.6. Transmisión de una señal.

---

Las características propias del canal de transmisión (En este caso ondas de radiofrecuencia) ruido, atenuación y retardo, dentro de un cierto ancho de banda, implican que no cualquier señal de información pueda viajar a través de él.

En ocasiones se requiere transferir la información de la señal original a otra cuyas características son apropiadas para ser transmitida por el canal. A continuación se mostrara una figura más reducida de transmisión y recepción de una señal. Ver Figura N° 3.7.

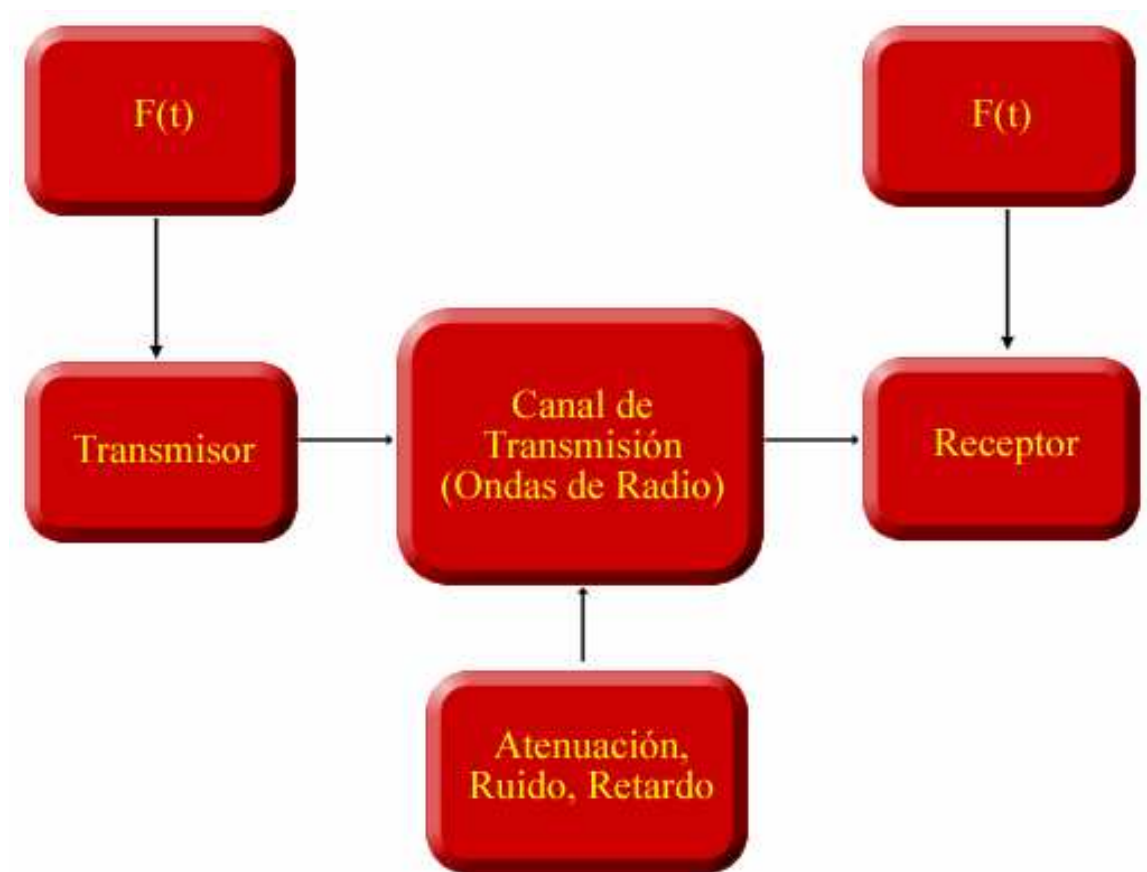


Figura 3.7. Transmisión/Recepción de una Señal.

---

### 3.5. MODULACION

Por definición La modulación es el proceso por medio del cual la información contenida en una señal  $f(t)$ , denominada como señal moduladora, es transferida a otra señal, señal portadora  $sp(t)$ , cuya transmisión es más apropiada para el canal de transmisión a utilizar. La señal resultante de la modulación se denomina señal modulada,  $sMOD(t)$ . Ver figura N° 3.8.

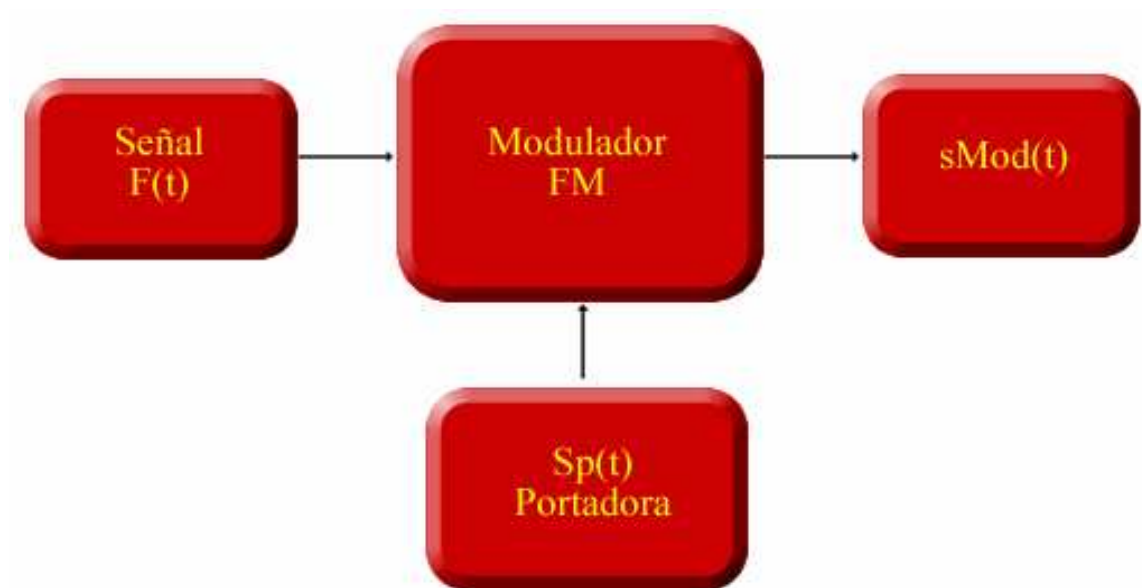


Figura 3.8. Esquema de Modulación.

---

En otras palabras la modulación es el proceso de transmitir una señal de banda base, mediante el uso de una portadora de mayor frecuencia, para que la información pueda llegar más lejos, o sea la señal de información se multiplica por una señal de mayor frecuencia (Portadora, cualquier señal senoidal), para hacer variar uno o más de sus parámetros. Por ejemplo si queremos lanzar un papel con un mensaje, por si solo no llegara muy lejos, pero si envolvemos una piedra con el papel y la lanzamos, esta llegara más lejos.

La modulación es algo similar, el papel es la señal en banda base que contiene la información que queremos mandar, y la piedra es la portadora que nos sirve para poder mandar la información, a una distancia mayor con menos esfuerzo. Existen varios tipos o sistemas de modulación, ya sea modulación de voz (AM, FM, BLU) o texto e imágenes (CW (Morse), RTTY (Radio teletipo)), etc. Las más conocidas son las siguientes:

- **Modulación de amplitud (AM).**
- **Modulación de frecuencia (FM).**
- **Modulación de frecuencia estéreo (FM estéreo).**
- **Etc.**

---

En AM la frecuencia se mantiene constante y lo que varía con el tiempo es la amplitud; y en FM lo que varía es la frecuencia mientras que la amplitud se mantiene constante.

Una señal en banda base se puede representar mediante números binarios (conversión analógica a digital) esta conversión de la forma de representar la información permite representar cualquier señal analógica, mediante números binarios.

Una de las desventajas es que para mandar la información necesitamos mayor ancho de banda para enviar la información. Si queremos tener una señal digital muy parecida a la analógica, se necesita incrementar el número de niveles de cuantización de la información, es decir, incrementar el número de bits que representan a nuestra señal analógica, pero esto representa mayor tiempo y ancho de banda para enviar la información.

**A) Por que se modula:**

- Facilita la propagación de la señal.
- Ordena el radio espectro.
- Disminuye el tamaño de las antenas.
- Optimiza el ancho de banda.
- Evita la interferencia entre canales.
- Etc.

---

### 3.6. PROCESO DE MODULACION

La modulación se obtiene haciendo variar alguno de los parámetros de la señal portadora (En este ejemplo llamada  $sp(t)$  ) en función de la señal de información. Usualmente la señal portadora es una señal con el menor contenido de información posible, por lo cual cualquier señal senoidal es adecuada:

Por ejemplo sea  $sp(t) = A \text{Sen}(Wt+O)$

Siendo su amplitud **A**, su frecuencia **W** y su fase **O** los parámetros propensos a ser Variados.

$s_p(t)$  Señal Portadora, Ver Figura N° 3.9.

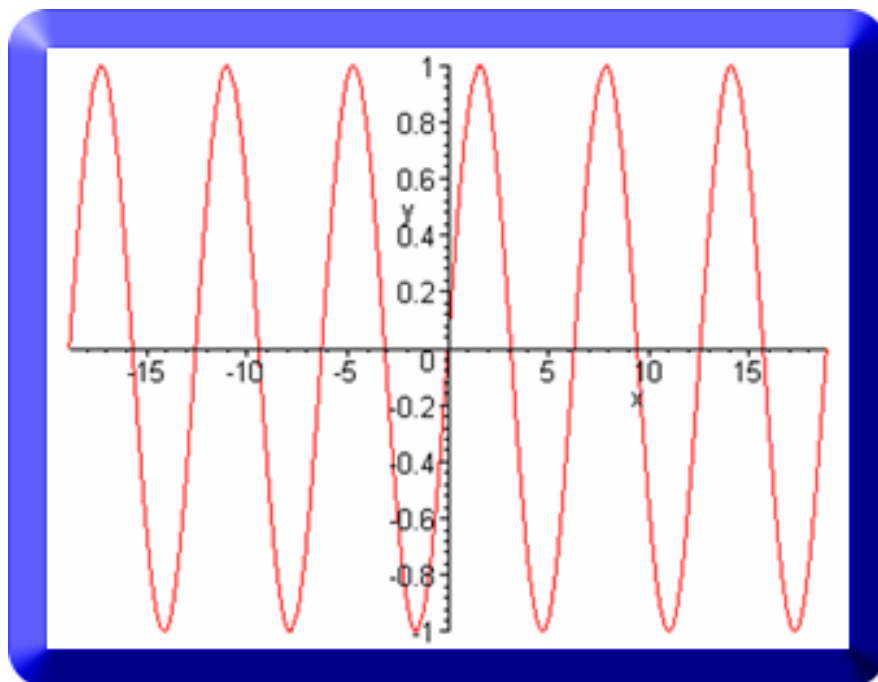


Figura 3.9. Modulación,  
Señal Portadora.

---

$f(t)$  Señal de Información, Ver figura 3.10.

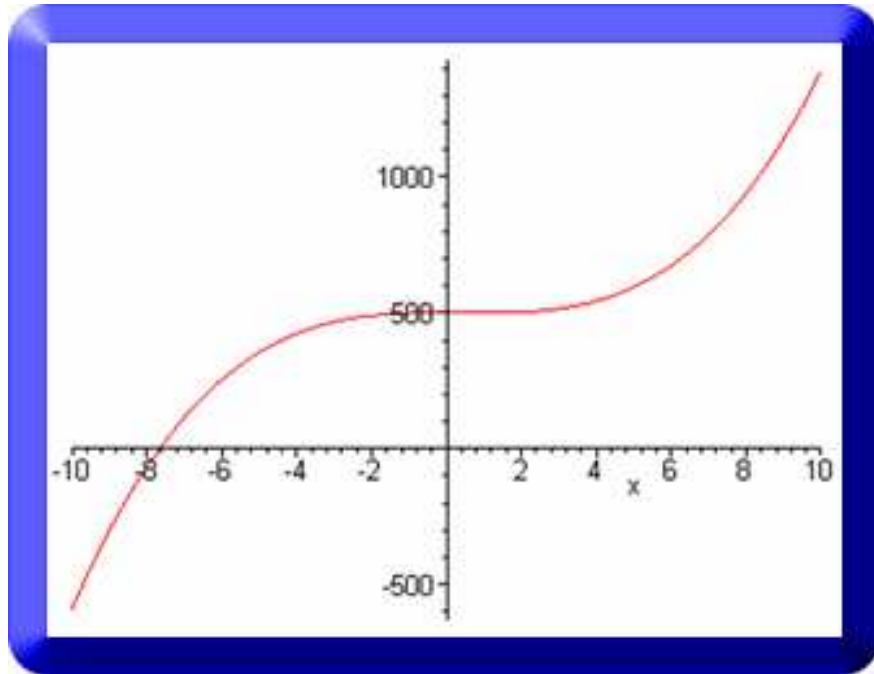


Figura 3.10. Modulación,  
Señal de Información.

---

En este caso el resultado es una Señal modulada variando la frecuencia de la señal de información (FM). Ver figura 3.11.

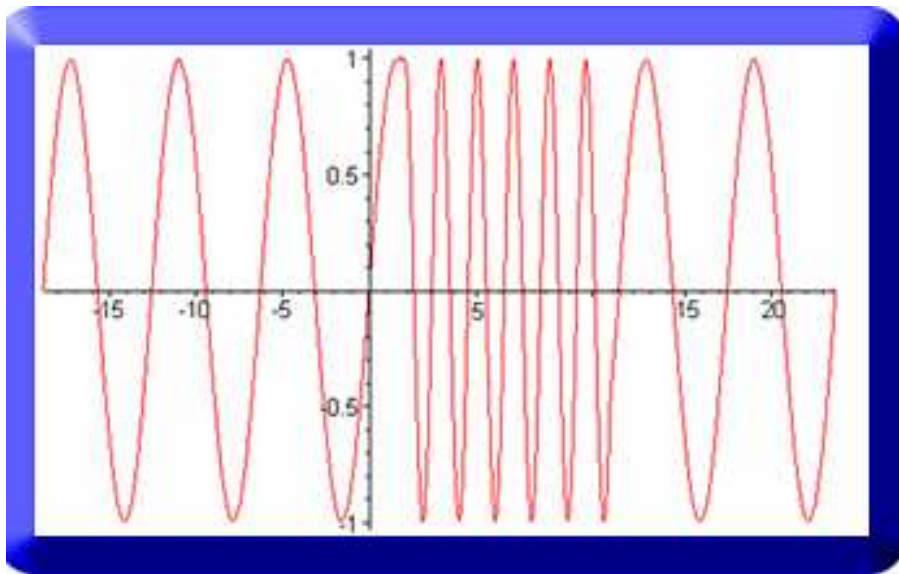


Figura 3.11. Señal variando la Frecuencia.

---

En este caso el resultado es la Señal modulada variando la amplitud de la señal portadora (AM). Ver figura N° 3.12.

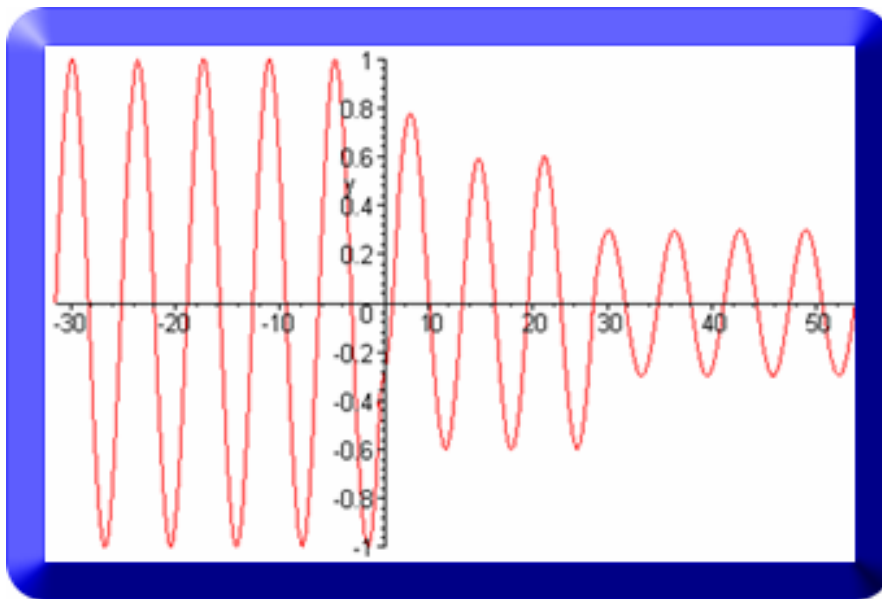


Figura 3.12. Señal variando la Amplitud.

---

### 3.7. ONDA PORTADORA

Una portadora puede modularse de diferentes modos dependiendo del parámetro de la misma sobre el que se actúe. Como se ha mencionado anteriormente la señal portadora u onda portadora, es una señal senoidal de alta frecuencia. A continuación veremos mediante un grafico de una función senoidal. Ver figura N° 3.13.

$$F(t) = \text{Sen}(t)$$

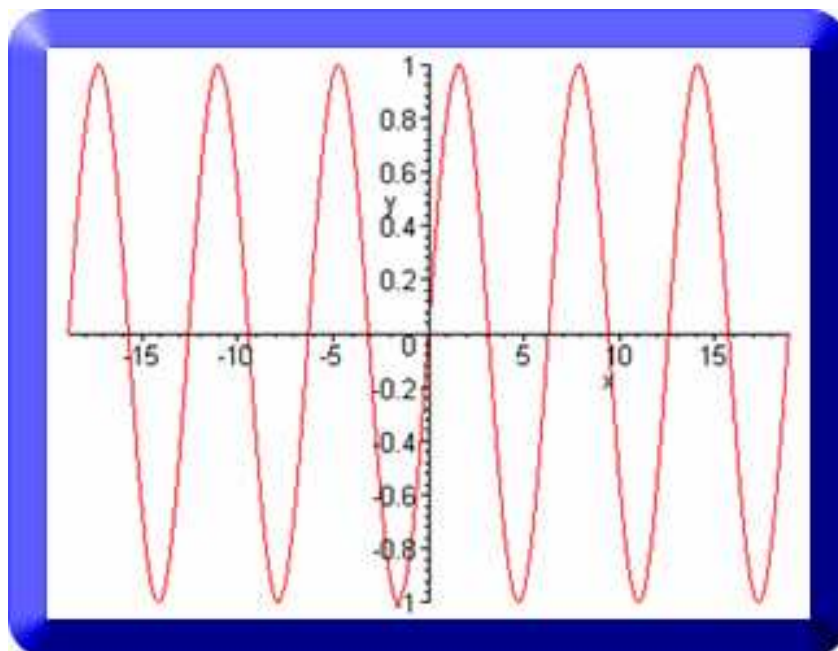


Figura 3.13, Función senoidal, la cual representa una portadora.

---

## **3.8. TIPOS DE MODULACION (CON VOZ)**

A continuación veremos algunos tipos de modulación que se utilizan o que han sido utilizados, además de las nociones básicas para comprender el proceso que sufre una información que se desea hacer llegar a un corresponsal a través de una señal de radio, ya sea esta voz, una imagen o bien datos, pues todo resulta a efectos de transmisión.

La modulación nace de la necesidad de transportar una información a través del espacio. Este es un proceso mediante el cual dicha información (onda moduladora) se inserta a un soporte de transmisión.

### **3.8.1 AMPLITUD MODULADA-AM:**

Es el modo más común de transmisión de voz entre las emisoras de radio en Onda Larga, Media y Corta. Como su nombre lo indica este método de modulación utiliza la amplitud, (lo que se cambia es la amplitud), de onda para transportar la señal. El siguiente gráfico muestra como varia la amplitud. Ver figura N° 3.14.

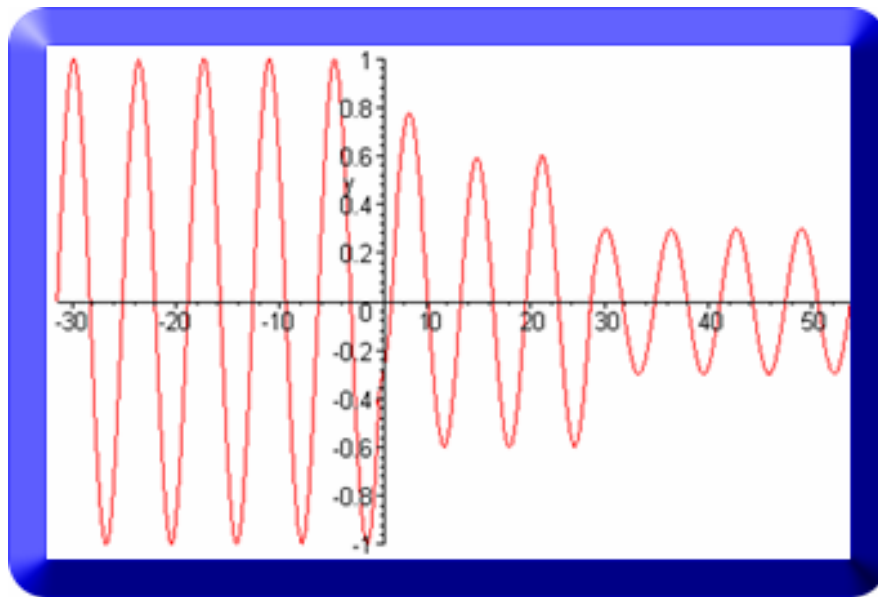


Figura 3.14. Amplitud Modulada.

Como normalmente la información no la compone una única onda, sino varias dentro de una banda, sería necesario hacer uso de un gran ancho de banda para transmitir una información cuyas frecuencias estuvieran comprendidas entre los 20 Hz y 20.000 Hz (límites de la banda de frecuencias audibles por el oído humano) con buena calidad.

Por otro lado, como el ancho de banda permitido para una emisión está limitado, esta clase de emisión se dedica a usos que no requieren gran calidad de sonido o en los que la información sea de frecuencias próximas entre sí.

---

Otra característica de la modulación de amplitud es que, en su recepción, los desvanecimientos de señal no provocan demasiado ruido, por lo que es usado en algunos casos de comunicaciones móviles, como ocurre en buena parte de las comunicaciones entre un avión y la torre de control, debido que la posible lejanía y el movimiento del avión puede dar lugar a desvanecimientos. Sin embargo, la modulación en amplitud tiene un inconveniente, y es la vulnerabilidad a las interferencias.

### **3.8.2. FRECUENCIA MODULADA-FM:**

Es el modo utilizado por las emisoras en VHF, Canales de TV y muchos "transceptores" portátiles (walkie-talkie, handy). Modular en FM es variar la frecuencia de la portadora al ritmo de la información (audio), lo cual significa que en una señal de FM, la amplitud y la fase de la señal permanecen constante y la frecuencia cambia en función de los cambios amplitud y frecuencia de la señal que se desea transmitir(audio).

La modulación de amplitud tiene en la práctica dos inconvenientes: por un lado, no siempre se transmite la información con la suficiente calidad, ya que el ancho de banda en las emisiones está limitado, por otra parte, en la recepción es difícil eliminar las interferencias producidas por descargas atmosféricas, motores etc.

---

La frecuencia de la portadora oscila más o menos rápidamente, según la onda moduladora, esto es, si aplicamos una moduladora de 100 Hz, la onda modulada se desplaza arriba y abajo cien veces en un segundo respecto de su frecuencia central, que es la portadora. El siguiente gráfico muestra una señal de frecuencia modulada en donde varía la frecuencia. Ver figura N° 3.15.

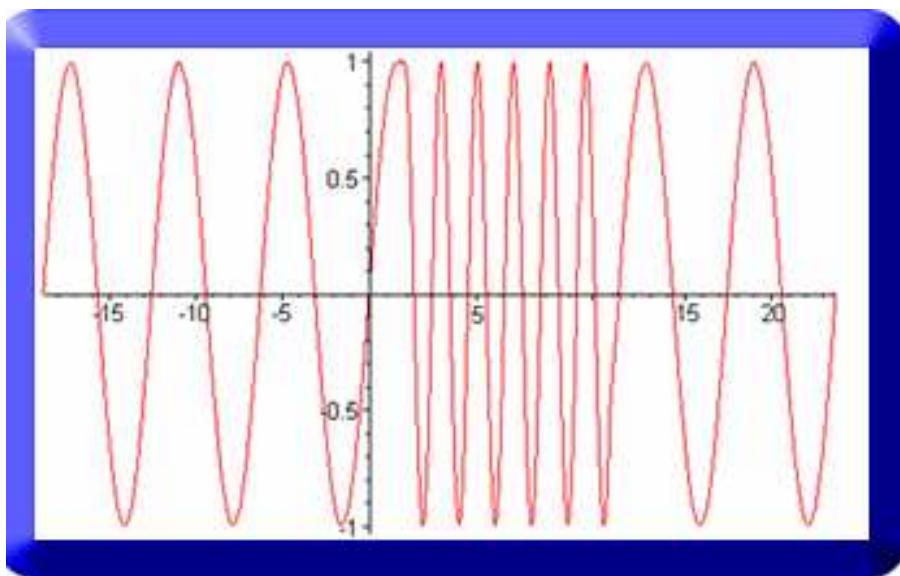


Figura 3.15. Frecuencia Modulada.

Debido a que los ruidos o interferencias que se mencionaron anteriormente alteran la amplitud de la onda, no afecta a la información transmitida en FM, puesto que la información se extrae de la variación de frecuencia y no de la amplitud, que es constante.

---

Como consecuencia de estas características de modulación podemos observar cómo la calidad de sonido o imagen es mayor cuando modulamos en frecuencia que cuando lo hacemos en amplitud o banda lateral. Además al no alterar la frecuencia de la portadora en la medida que aplicamos la información, podemos transmitir señales sonoras o información de otro tipo (datos o imágenes). Éste es el motivo por el que las llamadas “radio fórmulas” utilizan la frecuencia modulada, o dicho de otro modo, el nacimiento de las estaciones que a mediados de los sesenta eligieron este sistema para emitir sus programas con mayor calidad de sonido dio origen a la radiodifusión musical.

---

## **3.9. MODULACION SIN VOZ**

Ahora se mostrará otros tipos de modulaciones que existe y que se utilizan en las diferentes áreas, todo esto a modo de conocer otro tipo de modulaciones.

### **3.9.1. BLU- BANDA LATERAL UNICA (SSB-Single Side Band):**

En una señal de AM existen 3 elementos: la señal portadora y 2 "bandas laterales" que contienen la información (audio) por eso también es conocida como "BLD - Banda Lateral Doble". La modulación en BLU consiste en suprimir portadora y una de las bandas laterales con lo cual se transmite solo una banda lateral conteniendo toda la información. Una vez captada la señal BLU en el receptor, éste reinserta la portadora para poder demodular la señal y transformarla en audio de nuevo.

La ventaja de este sistema sobre la AM es su menor ancho de banda requerido; ya que una señal de AM transporta 2 bandas laterales y el BLU solo una, por ejemplo una señal que en AM requiere 10kHz de ancho en BLU necesitara de más o menos 5kHz. Además al no requerir portadora. Toda la potencia de transmisión se puede aplicar a una sola banda lateral, lo cual a hecho de este sistema el más popular entre los radioaficionados (los cuales tienen licencias que limitan la potencia de transmisión de sus equipos) y servicios utilitarios de onda corta.

---

### **3.9.2. CW – ONDA CONTINUA:**

La onda continua es el sistema de transmisión que se usa para la emisión en Código Morse, esta consiste en la emisión de la señal de radio sin modular (portadora) la cual es emitida e interrumpida continuamente por el operador formando así la cadena de "puntos y rayas" del código Morse. El código Morse aún es utilizado intensivamente por radioaficionados, estaciones costeras, aeronáuticas, diplomáticas y militares.

---

### 3.10. DEMODULACION

Anteriormente se hablo de la modulación, ahora hablaremos de la demodulación la cual es lo opuesto a la modulación, es el proceso de recuperar la información enviada a través de la modulación de una señal analógica llamada portadora. Recordemos el esquema de la modulación. Ver figura N° 3.16.

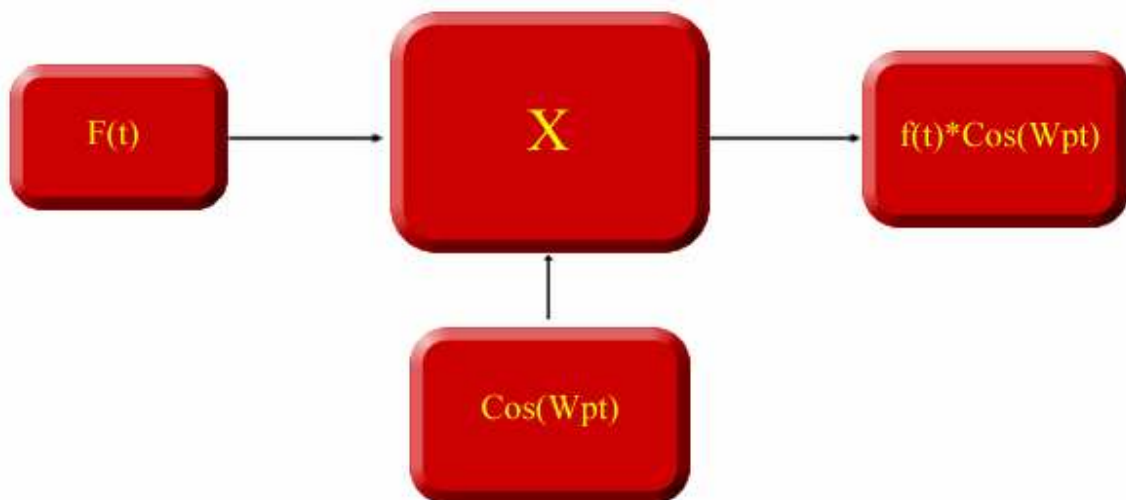


Figura 3.16. Esquema de Modulación.

La demodulación, traslado de la señal de información a su rango de frecuencia original, puede obtenerse trasladando a su vez a la señal modulada  $f(t)$ , es decir, volviendo a modular  $f(t)\text{Cos}(Wpt)$  la cual es el resultado de la modulación.

---

### 3.11. RESUMEN.

Como resumen del presente capítulo, se puede apreciar que las comunicaciones inalámbricas están siendo muy usadas en nuestros días, incluso son muy utilizadas por personas que no son científicos ni expertos en telecomunicaciones, pero esas personas no se dan cuenta de la poderosa herramienta o medio de transmisión de datos que significa utilizar una comunicación inalámbrica, para las personas normales solo es por ejemplo un control remoto, la radio del automóvil, el celular, etc.

Este capítulo habló de diferentes medios de comunicación inalámbricas, Radio frecuencia, Infra Rojo, además de cómo los datos pueden viajar en una señal de onda o senoidal (Portadora), es decir modular una portadora para poder alcanzar una mayor distancia, así como de otras características. Pero así como se habló de varios tipos de comunicaciones, para objeto del trabajo de título en sí, no se utilizarán todas (pero se mencionaron para mostrar que existen diferentes soluciones para transmisión inalámbrica).

Lo que realmente se utilizara de la comunicación inalámbrica será la radio frecuencia, la cual son ondas electromagnéticas que viajan por el aire, esta labor la realizará un aparato electrónico llamado transceiver, el cual es de radio frecuencia (los transceiver van conectados a un microcontrolador) los cuales son los encargados de recibir los datos ya sea desde un computador o de un microcontrolador y los envía (Tx) por el aire a una frecuencia de 433 Mhz, en

---

donde otro transceiver recibirá (Rx) la información y el microcontrolador será el encargado de ejecutar la acción que se le ha asignado. Se utilizara la radio frecuencia ya que es una medio de comunicación muy utilizado en la transmisión de datos, pero además la escuela de Informática cuenta con el equipamiento de hardware y software para poder realizar este tipo de comunicaciones ya que poseen transmisores / receptores de radiofrecuencia los cuales se pueden utilizar con los microcontroladores Stamp Basic.

---

# **CAPITULO IV**

## **MICROCONTROLADORES**

---

## 4. INTRODUCCIÓN

El siguiente capítulo abordará el tema de los microcontroladores, los cuales son dispositivos electrónicos que se pueden programar para realizar una cierta acción ya sea una labor específica (Lavadoras) programándolas una sola vez, así como las que se pueden programar varias veces (Robots, la BIOS del computador).

Además se mencionará que es un microcontrolador, así como sus características físicas, es decir tipo de arquitectura, cantidad de pines, etc. Por otra parte se hablarán de microcontroladores más específicos, de diferentes marcas y empresas, así como de distinto tipo de hardware (ya sea velocidad, pines, tamaño, etc.), se mencionará alguno de los micros más conocidos como los PIC, Stamp Basic, COP8, etc, cuales son sus características de circuitos como además físicas, ventajas y desventajas y algunos modelos que tiene cada empresa.

---

## 4.1. MICROCONTROLADORES

En 1980 aproximadamente, los fabricantes de circuitos integrados iniciaron la difusión de un nuevo circuito para control, medición e instrumentación al que llamaron microcomputador en un sólo chip o de manera más exacta MICROCONTROLADOR.

Un Microcontrolador es un circuito integrado (Un circuito integrado es un pastilla o chip en la que se encuentran todos o casi todos los componentes electrónicos, para realizar alguna función, éstos poseen transistores en su mayoría, también se encuentran en éste resistencias, diodos, etc.) el cual, de no ser programado no realizará tarea alguna. Este requiere ser programado para que pueda realizar desde la tarea más sencilla hasta el control mas complicado.

Un Microcontrolador está diseñado para realizar una o varias tareas de muchos circuitos lógicos. Su uso es extremadamente popular por su facilidad de implementación y costo. Un Microcontrolador por definición no tiene una función especial (Como la tendría un amplificador que amplifica una señal.).

La ventaja del uso de los Microcontroladores son muchas y muy diversas. Por ejemplo con un Microcontrolador, la mayoría de los cambios pueden implementarse simplemente reprogramando el dispositivo. Es decir, solo es necesario cambiar un programa y no el circuito lógico, ya que los

---

microcontroladores poseen memorias EEPROM la cual permite poder reprogramarlos las veces que uno desee (aunque existen chips que se programan una sola vez).

Las aplicaciones de los microcontroladores son limitadas por la imaginación de la persona que los utiliza, ya que se pueden encontrar en Televisores, Teclados, Módems, Impresoras, Lavadoras, Teléfonos, Automóviles, Línea Blanca, Unidades de seguridad en la oficina y/o casa, juegos de video, etc.

Jesús Polo dice lo siguiente, "Se habla de microcontroladores cuando el sistema digital completo (microprocesador + E/S + memoria + otros periféricos) está contenido en un circuito integrado. Sus características más importantes son:

**A) Sistemas embebidos:**

Normalmente los microcontroladores estarán incluidos en sistemas mayores y tendrán convertidores analógico/digital para recibir las señales del sistema exterior, y una vez procesadas, actuar sobre éste.

**B) Dispositivos de tiempo real.**

**C) Dispositivos de tiempo compartido:**

Dedica un poco de tiempo a cada cosa, porque es mucho más rápido que los periféricos."<sup>iv</sup>.

---

<sup>iv</sup> Jesús Polo, Arquitectura de Microcontroladores, 1997.

---

## 4.2. QUE ES UN MICROCONTROLADOR

Esta palabra se puede separar en dos, la primera sería Micro y la Segunda Controlador.

A) **Micro:** porque es un dispositivo pequeño.

B) **Controlador:** Porque son capaces de controlar maquinas e incluso otros controladores.

Fue a principios de los años 70 cuando apareció en el mercado electrónico, el circuito integrado denominado microprocesador, que revolucionó el campo de la electrónica digital y analógica de una manera rapidísima y eficaz. Se implementaron numerosos sistemas de control e instrumentación industrial en torno a los microprocesadores, que sin duda alguna se imponían, no solamente en precio sino además en rendimiento y nuevas posibilidades, a los sistemas hasta entonces existentes.

Los microprocesadores funcionan básicamente, como una unidad de procesamiento y control de datos. Para llevar a cabo todas las operaciones que son capaces de realizar, necesitan disponer en su entorno de una serie de elementos, sin los cuales les resultaría imposible llevar a buen término ninguna de ellas. Estos componentes auxiliares del microprocesador son entre otros, las

---

memorias RAM, las memorias PROM, las memorias EPROM, EEPROM, periféricos de Entradas/Salidas, etc.

Los fabricantes de este tipo de microcircuitos, dándose cuenta de todo esto, desarrollaron componentes que engloban en un solo chip gran parte de estos elementos, es decir, resuelven en un solo componente las funciones propias del microprocesador, además de las necesidades de memorias de programa, memoria de datos, elementos de Entrada/Salida para comunicarse con el exterior, elementos temporizadores, etc. Estos nuevos microcircuitos especializados generalmente en aplicaciones industriales, constituyen lo que llamamos los microcontroladores. Lógicamente, a medida que elevamos el nivel de exigencia o demanda de nuestro nuevo microcircuito, se eleva su complejidad.

Actualmente, los fabricantes de microcontroladores tienden a incorporar en sus diseños, cada vez mayor potencialidad y más controladores externos, cuyo uso es exclusivo para tareas determinadas y concretas, por ejemplos para microondas, lavadoras, automóviles de última generación, etc.

Un Microcontrolador es un circuito integrado el cual contiene tres unidades básicas que lo identifican como tal y son CPU (Unidad central de proceso) para procesar la información, Memoria de datos para guardar información y Memoria de Programa para almacenar las instrucciones (Al igual que un computador, el cual contienen Procesador, memoria RAM Y ROM.).

---

Los microcontroladores son diseñados para ser conectados a otras maquinas o para realizar una cierta tarea o función dejando corriendo en el microcontrolador las rutinas las cuales harán el trabajo por uno, el código es el que controla al microcontrolador. La board en donde esta el microprocesador tiene otros dispositivos, como por ejemplo las entradas de corriente por medio de transformadores o por una batería, además de diferentes pines algunos para sacar corriente otros para conectar otros módulos y también para poder conectarse a otros microcontroladores o a computadores personales.

El microcontrolador se puede conectar con otros microcontroladores para poder realizar diferentes tareas, por ejemplo tener un robot y poder controlar sus movimientos por medio de un computador ya sea por serial o por radiofrecuencia, o medir la temperatura ambiente y mostrarla por Internet por medio de un grafico (Un ejemplo es un computador PC, ya que este tiene dentro muchos microcontroladores los cuales operan en conjunto para poder realizar su labor). También se le puede conectar una cámara y ver donde se mueve algún dispositivo, etc.

Una guía de parallax dice lo siguiente con respecto a un microcontrolador "un microcontrolador es un circuito integrado que contiene muchas de las mismas cualidades que un computador común y corriente (PC), tales como la CPU, la memoria, etc., pero no incluye ningún dispositivo de comunicación con humanos,

---

como monitor, teclados o Mouse. Los microcontroladores son diseñados para aplicación de control de máquinas, más que para interactuar con humanos.”<sup>v</sup>.

#### **4.2.1 CPU:**

La Unidad Central de Proceso es el corazón del Microcontrolador y es aquí donde todas las operaciones aritméticas y lógicas son realizadas y se controla el funcionamiento de los distintos componentes. Es decir, es la unidad que calcula todas las operaciones que son ordenadas por la memoria de programa.

#### **4.2.2. MEMORIA DE PROGRAMA:**

Contiene las instrucciones organizadas en una secuencia particular para realizar una tarea. Típicamente es denominada memoria de sólo lectura (ROM) o también OTP, EPROM o FLASH que son memorias que una vez programadas almacenan la información aunque el sistema no tenga energía (corriente). Esto permite que el Microcontrolador ejecute el programa almacenado en Memoria inmediatamente después de ser energizado.

---

<sup>v</sup> Guía del Estudiante, Parallax.

---

### **4.2.3. MEMORIA DE DATOS:**

Esta es una memoria que puede ser escrita y leída según sea requerido por el programa. Tiene las funciones de almacenamiento de datos (pila) y como almacenamiento de variables. Este tipo de memoria es usualmente llamada memoria RAM (Memoria de Acceso Aleatorio). Cada localidad de memoria tiene una dirección única con la cual la CPU encuentra la información necesaria. Los microcontroladores actuales contienen ambas memorias (Datos y Programa) incluidas dentro del circuito integrado. Por otro lado, resulta necesario contar con otras unidades que hacen posible el funcionamiento mínimo de un Microcontrolador que son Circuitería de Temporización y Entradas/Salidas.

### **4.2.4. CIRCUITERIA DE TEMPORIZACION:**

Los Microcontroladores usan señales de temporización llamadas Reloj que proveen una referencia en el tiempo para la ejecución del programa (lo que en los computadores se conoce como Clock). Esta señal determina en qué momento los datos deben ser escritos o leídos de la memoria. Así mismo, provee la sincronía con los dispositivos conectados al Microcontrolador (Periféricos).

---

#### **4.2.5. ENTRADAS/SALIDAS:**

Los Microcontroladores requieren de una interfase para comunicarse con la circuitería externa. Esta Interfase es denominada comúnmente como Puerto (Por ejemplo puerto serial, paralelo, etc.). Existen Puertos de Entrada y Salida los cuales permiten que las señales (o datos) sean leídos del exterior o mandados al exterior del Microcontrolador. Los Puertos están formados por pines, (terminales del circuito integrado) los cuales, dependiendo de la aplicación, son conectados a un sin fin de dispositivos como teclados, interruptores, sensores, servo-motores, etc.

#### **4.2.6. PUERTOS:**

Un puerto es un grupo de pines utilizado para mandar o recibir información. Un puerto puede tener únicamente salidas, entradas o incluso una combinación de pines de entradas y salidas. Actualmente la mayoría de los puertos son bi-direccionales, es decir pueden ser configurados como pines de entrada o salida dependiendo de los requerimientos del usuario.

Usualmente cada puerto tiene asignada una dirección como si fuera un registro en memoria. La escritura a una dirección asignada a un puerto ocasiona que los pines asociados con la dirección del puerto sean forzados a un estado alto o bajo de acuerdo al valor escrito. Si los puertos no son mapeados en memoria, se tendrán instrucciones especiales de Entrada/Salida para accederlos. Un ejemplo

---

de puertos sería el puerto serial RS-232 DB9 el cual contiene 9 pines, también existe el DB25 de 25 pines, el puerto de juegos que es de 15 pines, el puerto paralelo, etc.

#### **4.2.7. CARACTERÍSTICAS:**

En la actualidad, los fabricantes están desarrollando microcontroladores no solamente de 8 bits, sino también de 16 bits y 32 bits. Se puede afirmar que el avance de estos microcircuitos es inmediato e inevitable. Quizás, por su menor complejidad y mayor accesibilidad, desde el punto de vista de las personas que por primera vez intentan estudiarlos y manejarlos, los microcontroladores de 8 bits son los considerados como estándar en pequeñas aplicaciones, siendo además muy buenas las prestaciones que ofrecen.

Se están lanzando al mercado microcontroladores muy diversos con características particulares, que los diferencian de forma muy apreciable. Incluso un mismo fabricante pone a disposición de los usuarios varios modelos de microcontroladores, que basados en un mismo concepto tecnológico, disponen de muy diferentes posibilidades, pudiendo, de este modo el usuario elegir el modelo que mejor se ajuste a sus necesidades, no solo en cuanto a servicio o utilidad técnica, sino también económicamente.

Ahora se mencionaran algunas características generales de los microcontroladores que son las siguientes:

- 
- Disponen de circuito de Clock (reloj) incorporado en el propio microchip.
  - Poseen memoria de datos (RAM).
  - Poseen memoria de programa (PROM, EPROM, EEPROM).
  - Disponen de elementos de Entrada/Salida (puertos) para comunicarse con el exterior.
  - Pueden colocarse en estado de bajo consumo (power down).
  - Tienen un conjunto de instrucciones que facilita la programación y confiere mayor rapidez en la ejecución del programa.
  - Disponen de posibilidad de protección del programa.
  - Poseen temporizadores programables.
  - Trabajan con una o más interrupciones con diferentes niveles de prioridad.

Existe un elemento particularmente importante que hace más o menos populares a estos elementos, que es el conjunto de herramientas de desarrollo y programación puestas a disposición del usuario, estas herramientas nos permiten diseñar, programar, depurar, simular e implementar nuestros propios sistemas de control con relativa facilidad, ya que cada microcontrolador tiene sus propios componentes, sus propios lenguajes de programación ya sea desde ensamblador hasta lenguajes de alto nivel como Basic dándole un rango mas amplio a los distintos usuarios ya que no todos saben programa en ensamblador, pero con lenguajes basados en Basic (Ejemplo Visual Basic) se le hace mas fácil aprender y aplicar los conceptos.

---

## **4.3. ARQUITECTURA**

Una arquitectura hardware es la configuración física en que se disponen los componentes de un microprocesador o un microcontrolador, y que está dirigida a encaminar los datos de una forma determinada. Como se ha mencionado los Microcontroladores pueden identificarse por su arquitectura ya sea arquitectura Von Neumann o arquitectura Harvard.

### **4.3.1. ARQUITECTURA VON NEUMANN:**

John Von Neumann fue quien ideó una arquitectura característica con la CPU y la memoria interconectada por un bus de direcciones y datos común. Hay aspectos positivos en esta configuración como los accesos a tablas almacenadas en ROM y un set de instrucciones más ortogonal. El bus de direcciones es usado para identificar qué localidad de memoria esta siendo accesada, mientras que el bus de datos es utilizado para trasladar información entre el CPU y alguna localidad de memoria o viceversa.

En las primeras computadoras el almacenamiento del programa era completamente diferente al almacenamiento de los datos. Con un solo bus, la arquitectura Von Neumann es usada secuencialmente para acceder instrucciones

---

de la memoria de programa y ejecutarlas regresando desde/hacia la memoria de datos. Esto significa que el ciclo de instrucción no puede traslaparse con algún acceso a la memoria de datos.

La principal ventaja de la arquitectura Von Neumann es que se tiene un bus de direcciones y de datos uniendo la memoria con el CPU. Una desventaja podría ser que el apuntador de programa o algún otro registro se corrompieran y apuntara a la memoria de datos y se tomara ésta momentáneamente como memoria de programa. Consecuentemente se ejecutaría una instrucción no deseada o un error en la decodificación de la instrucción.

#### **4.3.2. ARQUITECTURA HARVARD:**

La Arquitectura Harvard fue desarrollada en Harvard por Howard Aiken, otro pionero en las computadoras. Esta arquitectura se caracteriza por tener buses separados para la memoria de Programa y la memoria de Datos. Una de las ventajas de la arquitectura Harvard es que la operación del Microcontrolador puede ser controlada más fácilmente si se presentara una anomalía en el apuntador de programa. Existe otra arquitectura que permite accesos a tablas de datos desde la memoria de programa. Esta arquitectura es llamada Arquitectura Harvard Modificada.

---

Esta última arquitectura es la dominante en los microcontroladores actuales ya que la memoria de programa es usualmente ROM, OTP, EPROM o FLASH mientras que la memoria de datos es usualmente RAM. Consecuentemente, las tablas de datos pueden estar en la memoria de programa sin que sean perdidas cada vez que el sistema es apagado. Otra ventaja importante en la arquitectura Harvard Modificada es que las transferencias de datos pueden ser traslapadas con los ciclos de decodificación de instrucciones. Esto quiere decir que la siguiente instrucción puede ser cargada de la memoria de programa mientras se está ejecutando una instrucción interviniendo la memoria de datos. La desventaja de la arquitectura Harvard Modificada podría ser que se requieren instrucciones especiales para acceder valores en RAM y ROM haciendo la programación un poco complicada.

---

## **4.4. INSTRUCCIONES RISC/CISC**

Las instrucciones son las distintas órdenes o comandos de programación que se pueden usar en un microprocesador o un microcontrolador.

### **4.4.1. CARACTERISTICAS DE LOS PROCESADORES CISC:**

- 1) Conjunto de instrucciones amplio.
- 2) Instrucciones complejas.
- 3) Instrucciones microprogramadas (cableadas).
- 4) Uso extensivo de direccionamiento a memoria en sus diferentes formas (inmediato, directo, indirecto, indexado y relativo).
- 5) Número de registros relativamente pequeño.

### **4.4.2. CARACTERISTICAS DE LOS PROCESADORES RISC:**

- 1) Se trata de conseguir una instrucción por ciclo de máquina (ciclo de reloj). Para ello se enfatiza en la segmentación.
- 2) Ausencia de microprogramas.
- 3) Modos de direccionamiento sencillos:

- 
- Direccionamiento a registro en casi todas las instrucciones (inmediato, directo e indirecto). Existen bancos o ventanas de registros.
  - Al tener pocos modos de direccionamiento se reduce el conjunto de instrucciones y se simplifica la unidad de control.

4) Las operaciones se realizan entre registros, y el acceso a memoria está limitado a las instrucciones LOAD y STORE, con las siguientes consecuencias:

- El conjunto de instrucciones se simplifica y por lo tanto se simplifica también la unidad de control.
- El tamaño de las instrucciones se reduce.
- Se necesitan más instrucciones para efectuar una operación, pero una vez cargados los operandos en los registros la velocidad aumenta.

5) Formatos de instrucciones sencillos:

- Composición de longitud fija (esto permite realizar en paralelo la decodificación de una instrucción y buscar la siguiente). Se facilita la búsqueda de las instrucciones.
- Se simplifica la unidad de control.

---

## **4.5. MICROCONTROLADORES COP8**

El Microcontrolador COP8 es un circuito integrado fabricado por National Semiconductor. Las siglas COP8 identifican a un Procesador Orientado al Control de 8 bits. La familia del COP8 se divide en cuatro grandes grupos que son los siguientes:

- 1. Familia Básica en Máscara.**
- 2. Familia Característica en Máscara.**
- 3. Familia OTP.**
- 4. Familia S.**

---

#### 4.5.1. Familia Básica en Máscara:

Son Microcontroladores con periféricos que integran funciones sencillas, estos Microcontroladores tienen como principal característica la máscara, es decir, que la compañía fabricante del Microcontrolador aplica en el último proceso de manufactura del circuito integrado una máscara que hace las veces de programación y por lo tanto nos ahorra este último paso. Todo esto es posible, bajo la condición de ordenar la manufactura en grandes volúmenes con nuestro programa residente en ROM (por ejemplo para uso industrial), estos microcontroladores pueden tener una ROM de 4K y una RAM de 128 Bytes, pudiendo aguantar temperaturas desde  $-55^{\circ}$  hasta  $125^{\circ}$ . Ver Figura N° 4.1, representa un chip's de la familia básica en máscara.



Figura 4.1, Chip Familia Básica en máscara de 20 pines.

---

#### 4.5.2. Familia Característica en Máscara:

Esta es la segunda familia de los microcontroladores COP's, esta familia es orientada a las comunicaciones, al igual que la Familia Básica en Máscara, estos Microcontroladores son programados por el fabricante pero con una mayor capacidad. Estos pueden llegar a tener una ROM de hasta 32K y una memoria RAM de 512 Bytes con un rango de temperaturas iguales al de la familia anterior (Básica en Máscara). Ver Figura N° 4.2.



Figura 4.2, Chip de familia Característica en máscara, 28 pines.

---

### 4.5.3. Familia OTP:

La Familia OTP prácticamente involucra a todos los COP8. Ya que es la versión que se puede programar solamente una vez, por lo tanto se debe tener especial cuidado con estos Microcontroladores ya que una programación mal realizada o la programación de un software no depurado hacen que el integrado ya no sea útil para realizar la tarea de control deseada. Ver Figura N° 4.3.

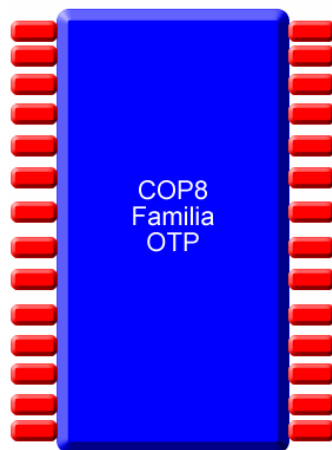


Figura 4.3, Chip de Familia OTP, 28 pines.

---

#### **4.5.4. Familia S:**

Esta Familia contiene los microcontroladores mas recientes y los de más variantes en características eléctricas y físicas, en esta Familia existen cuatro grupos, que son:

- **Familia COP8SA.**
- **Familia COP8SG.**
- **Familia COP8AC.**
- **Familia COP8SB/Familia COP8CB.**

---

#### 4.5.4.1. Familia COP8SA:

Este Microcontrolador es de la Familia característica de 8 bits y un proceso EPROM de alta densidad, gran variedad de rango de voltajes y temperatura. Los Micro COP8SA se basan en la arquitectura Harvard modificada. Este controlador contiene 5 puertos de propósito general, memoria ROM que van desde 1K hasta 4K y memoria RAM desde los 64 Bytes hasta los 128 Bytes. Ver Figura N° 4.4.



Figura 4.4. Chip Familia COP8SA, 20 Pines.

---

#### 4.5.4.2. Familia COP8SG:

Esta familia tiene casi las mismas características que el COP8SA (Arquitectura de 8 bits), pero con mas variedad en los rangos de temperatura, pudiendo llegar desde -55°C hasta 125°C, con una mayor capacidad en sus memorias, ROM de hasta 32K y pueden tener hasta 44 pines para diferentes funciones y un puerto serial. Ver Figura N° 4.5.

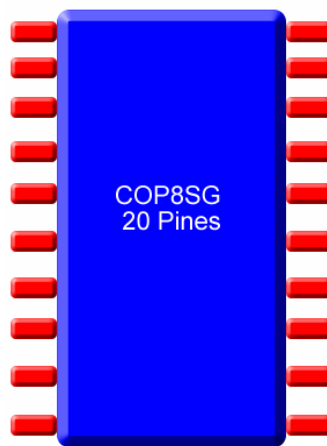


Figura 4.5. Chip Familia COP8SG, 20 Pines.

---

#### 4.5.4.3. Familia COP8AC:

Esta familia también es de arquitectura de 8 bits Harvard modificada, los COP8AC identifica a los microcontroladores mas recientes con una unidad de conversión analógica –digital que esta integrada en el micro, su memoria ROM puede llegar a 16K y pueden tener 20 o 28 pines y puede operar con voltajes desde los 2.7V hasta los 5.5V. Ver Figura N° 4.6.

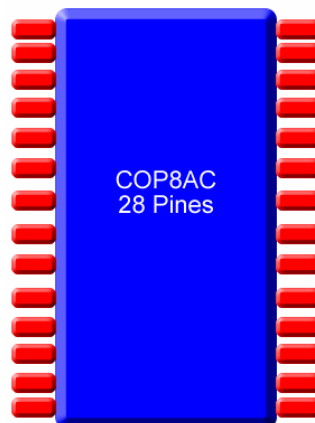


Figura 4.6. Chip Familia COP8AC, 28 Pines.

---

#### 4.5.4.4. Familia COP8SB/COP8CB:

El Microcontrolador COP8SB o COP8CB es el único con memoria tipo FLASH. Esta familia, al momento, presenta versiones únicamente de 32K en Flash y hasta tres versiones en voltaje. Los encapsulados son de 44 y 68 pines. La característica particular del COP8CB es el comportamiento de la memoria FLASH, ya que puede actuar como memoria virtual EEPROM (es decir, desde el programa de usuario puede grabar datos en la misma memoria). Además tiene un puerto serial, una unidad de conversión analógica – digital. Ver Figura N° 4.7.

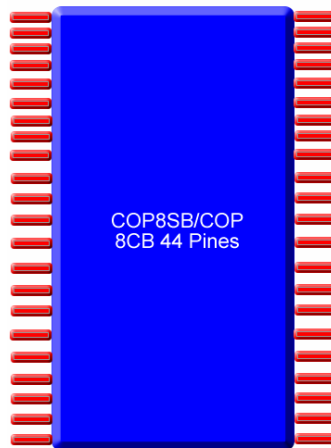


Figura 4.7. Chip COP8SB/COP8CB, 44 Pines.

---

## 4.6. MICROCONTROLADORES BASIC X

Otro tipo de microcontrolador que existe y que utiliza son los microcontroladores Basic X, estos al igual que los otros micros tienen memorias (ROM, RAM), pines, etc. Ahora se mostrara las características mas importantes y los componentes de dos modelos de micros Basic X, el primero es el BasicX-1 y segundo es el BasicX-24.

### 4.6.1. BasicX-1:

Los microcontroladores BasicX-1 son computadoras en un chip que ejecutan aplicaciones desarrolladas en lenguaje Basic. El BasicX-1 posee 32 pines de entrada/salida programables que pueden ser utilizados para controlar una gran variedad de dispositivos. Como por ejemplo LED's, potenciómetros, lectores de tarjeta, switches, displays LCD, teclados, etc. Ver Figura N° 4.8.

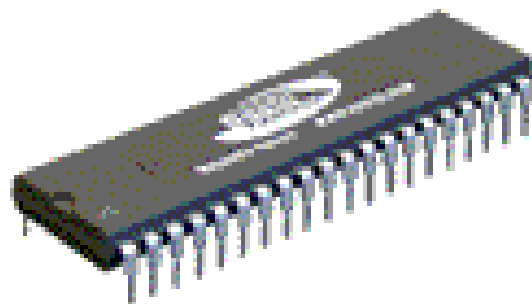


Figura 4.8. BasicX-1.

---

#### 4.6.2. BasicX-24:

El BasicX-24 tiene 8 canales analógicos independientes de 10-bit, 16 líneas de entrada/salida (8 TTL + 8 ADCs y/o TTL), la velocidad que alcanzan por el puerto serial tiene un rango que varia desde 1200 a 19200 Baudios con buffer en cualquier pin de entrada/salida (Por el COM1), por otra parte cuenta con un puerto serie de alta velocidad con buffer (2400 Baudios a 460.8 KBaud utilizado como COM3), tiene una memoria RAM de 400 bytes además de 32 KB de EEPROM para almacenamiento de programas. Ver figura N° 4.9.

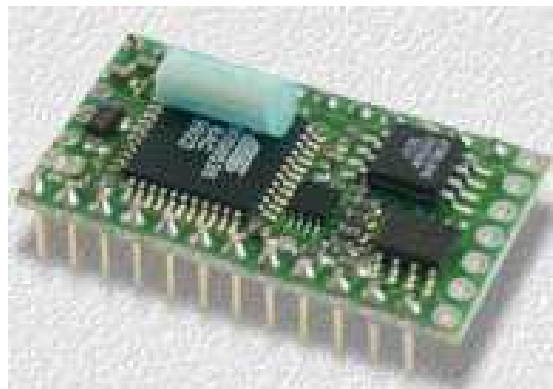


Figura 4.9. BasicX-24.

---

## 4.7. MICROCONTROLADORES PIC

Los microcontroladores PIC, son fabricados por Microchip Technology. Este fabricante desarrolla una amplia gama de microcontroladores de muy diversas características, pero todos ellos basados en la misma arquitectura o estructura, por lo que, conocido el funcionamiento de uno de ellos, es muy sencillo adaptarse a cualquier otro modelo. Las diferencias más esenciales entre unos modelos y otros están en la mayor o menor capacidad de memoria y en las extensiones o comunicaciones con el exterior (Entrada/Salida) que serán diferentes en función de la aplicación que se va a dar en cada proyecto.

En general, podemos afirmar que todos los PIC siguen el modelo Harvard de estructura interna, de forma tal que, la Unidad Central de Proceso dispone de los buses necesarios para comunicarse por un lado con la memoria de programa y por otro lado con la memoria de datos, de forma totalmente independiente. Estos microcontroladores, han tenido una gran avance y difusión en los últimos años, no solo son usados en aplicaciones industriales sino que además se están acercando mucho más a las personas y están siendo más utilizados por estudiantes (Por ejemplo los micro Stamp Basic I y II usan chip's PIC16C56 y PIC16C57 específicamente). El mercado impone requerimientos cada vez más exigentes tanto en el hardware (consumo de energía, memoria, rango de temperatura, tamaño, costo, etc.) como en el software (herramientas de desarrollo, algoritmos de control, etc.).

---

El microcontrolador PIC es un claro ejemplo de RISC:

- **Una instrucción por palabra (12 a 16 bits).**
- **Bancos de registros direccionables (de 8 bits).**
- **Arquitectura Harvard con pipeline de 2 niveles.**
- **Excepto bifurcaciones, una instrucción por ciclo de reloj (4-33 Mhz).**
- **Alta velocidad pero bajo consumo (CMOS).**

En la ejecución de las instrucciones, durante el desarrollo de un programa, los PIC emplean un procedimiento de segmentación que les permite ejecutar la instrucción en curso y al mismo tiempo buscar el código de la instrucción siguiente, ahorrando de este modo un precioso tiempo de ejecución. Cada instrucción se ejecuta en "un ciclo de instrucción" que equivale a "cuatro ciclos de reloj".

Los microcontroladores PIC de Microchip, abarcan una gran variedad de modelos, que sin duda, permiten a los usuarios elegir el más interesante o apropiado para los intereses de su proyecto, permitiendo incluso la elección del más económico. Además la empresa Microchip pone a disposición del servicio técnico en general gran variedad de herramientas de diseño (simuladores, programadores, emuladores, compiladores, etc.) que facilitan el desarrollo de

---

sistemas de control. En la siguiente figura se visualiza la arquitectura Harvard, la cual tiene dos buses (Datos e Instrucciones). Ver figura N° 4.10.



Figura 4.10.  
Arquitectura Harvard.

---

#### **4.7.1. Arquitectura:**

Como ya se ha mencionado con anterioridad, una de las principales características de estos microcontroladores PIC, es que abandonan la tradicional arquitectura de buses Von Neumann (un solo bus para memoria de programas y datos), y emplean la arquitectura Harvard. Como sabemos, gracias a este sistema se emplean buses internos diferentes para acceder a la memoria de datos y a la memoria de programa.

En los PIC, todas las instrucciones disponen de un ancho de palabra de 12 bits, que nos permite codificar en una misma palabra el código de operación y el operando asociado o la dirección asociada a dicha operación. En consecuencia todas las instrucciones se ejecutan en un único ciclo (empleando un tiempo de 200 ns si se trabaja a 20 MHz) a excepción de las instrucciones de salto.

Cuando se accede a la memoria de datos, el ancho de palabra empleado es de 8 bits, por lo que siempre que deseemos acceder a esta memoria trabajaremos con octetos tanto para lectura como para escritura. En cuanto a la capacidad de memoria de estos componentes, en el caso del PIC 16C57, que dispone de 2K de memoria de programa y de 72 palabras de memoria de datos, empleará un bus de direccionamiento de instrucciones de 11 bits y un bus de direccionamiento de datos de 7 bits. La total independencia entre los buses, permite a la CPU realizar accesos simultáneos, elevando la velocidad de trabajo. Ver figura N° 4.11.

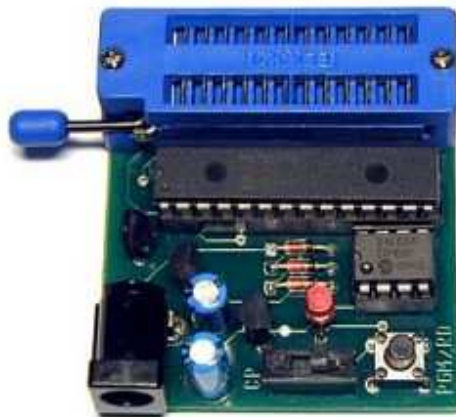


Figura 4.11. Plaqueta que contiene un Microcontrolador PIC 16C5X.

#### **4.7.2. FAMILIA PIC 16C5X**

La familia de microcontroladores PIC 16C5X, se caracteriza principalmente por su bajo costo económico y su alto rendimiento. Su diseño, basado en la tecnología CMOS, le proporciona una memoria estática EPROM/ROM.

Emplean en su diseño, arquitectura RISC con un total de 33 instrucciones, todas ellas son ejecutables según un único ciclo de instrucción, excepto las instrucciones de salto, que emplean dos ciclos de instrucción (un ciclo de instrucción equivale a cuatro ciclos máquina). Al ser un conjunto de instrucciones reducido, resulta más sencillo de recordar y por tanto más sencillo de emplear, reduciendo de este modo el tiempo de desarrollo de programas. El formato de todas las instrucciones de estos PIC, es de 12 bits, obteniendo de este modo un código más comprimido que otros microcontroladores de similares características.

---

### 4.7.3. Microcontrolador PIC16F84:

Este circuito integrado consta con dos puertos configurables como entrada/salida y contiene 18 pines en los cuales se encuentra el pin de tierra (GND), el de reset. Etc. Puede soportar hasta 5V en su capacidad de energía. Ver Figura N° 4.12.

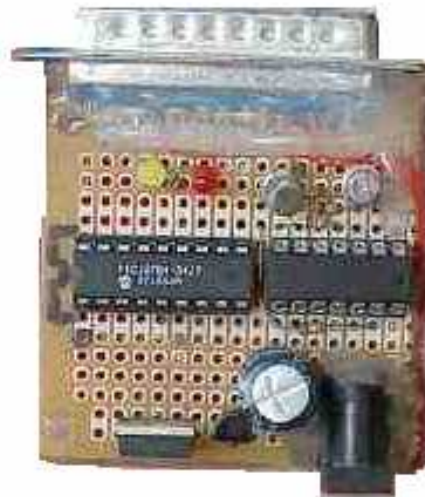


Figura 4.12. Plaqueta que contiene un Microcontrolador PIC 16F84.

---

#### 4.7.4. Microcontrolador PIC12F629/675:

Estos micros reúnen la ventaja de la arquitectura x14 (Memoria flash de programa de 1024 x 14 palabras), estos micros se caracterizan por tener un set de instrucciones de 14-bit y su puede funcionar con un rango de voltajes que esta entre 2.0V y 5.5V. Tiene una memoria EEPROM de datos incorporada, además estos micros son de 8 pines de los cuales 6 pines son para entrada/salida. Ver Figura N° 4.13.



Figura 4.13.  
Microcontrolador  
PIC12F629/675.

---

#### 4.7.5. Microcontrolador PIC18F458:

Este microcontrolador tiene memoria flash auto programable que varía desde los 16Kbytes hasta los 32Kbytes y puede llegar a tener hasta 1.5Kbytes de memoria RAM y una memoria EEPROM de datos de 256 bytes en chips de 28-40 y 44 pines. Por otra parte su rango de temperaturas varía entre -40°C y 125°C. Ver Figura N° 4.14.

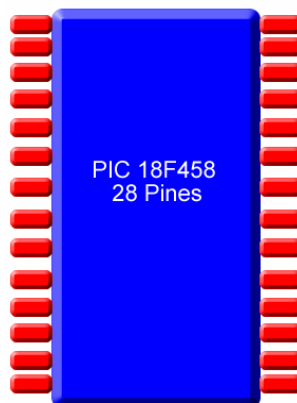


Figura 4.14.  
Microcontrolador PIC  
18F458.

---

## 4.8. MICROCONTROLADORES STAMP BASIC

Los microcontroladores Stamp Basic de parallax, son chip's sumamente poderosos y son muy utilizados por universitarios y personas que aman el mundo de la electrónica, a continuación se mostrara los microcontroladores Stamp Basic I, II, E, SX, etc. Los cuales son conectados a plaquetas que la propia parallax vende y así poder utilizarlos de una forma mas cómoda y rápida ya que cuentan con su propia protoboard y además sus precios son muy convenientes y se le pueden agregar muchos otros dispositivos como chips de medición de temperaturas, servomotores, etc.

Los microcontroladores Stamp Basic (los microcontroladores en general) pueden y son utilizados en diferentes lugares, desde una universidad hasta una empresa de electrónica o de automóviles. Se mencionará alguna de las áreas en que se puede utilizar los Stamp Basic.

- **Interfaz de microcontroladores.**
- **Electrónica.**
- **Robótica.**
- **Programación de computadores.**

---

### 4.8.1. Stamp Basic:

El Stamp Basic es un microcontrolador de 8 bits el cual posee su propio sistema operativo, memorias, pines de entrada/salida, etc. Este microcontrolador es un pequeño computador (Micro) y al igual que un computador normal (PC), pueden ser programados (las veces que estime conveniente ya que incorporan una memoria EEPROM), para que ejecute las instrucciones dadas en el lenguaje de programación llamado PBasic (Parallax Basic), realizando una cierta función.

El diseño físico consiste en un regulador de 5V, procesador (por ejemplo de 20 Mhz en el BS2), memoria EEPROM, e intérprete PBASIC. Un programa simbolizado en PBASIC es almacenado en su memoria de programa, desde donde el chip intérprete grabado en el microcontrolador lee y escribe valores. Este chip intérprete ejecuta una instrucción cada vez, realizando la operación apropiada en los pines de I/O (Entrada/Salida) o en la estructura interna del intérprete. Debido a que el programa PBASIC es almacenado en una EEPROM, puede ser reprogramado una cantidad cercana al millón de veces, sin la necesidad de borrar primero la memoria.

La programación de la memoria se puede realizar directamente desde un computador personal colocando el chip en la board de educación (en la plaqueta)

---

y bajando los programas desde el software proporcionado por Parallax, el cual se realiza por su respectivo puerto, ya sea serial o paralelo (de acuerdo al modelo de micro que tenga). El Stamp Basic II es capaz de almacenar entre 500 y 600 instrucciones de alto nivel (PBASIC) y ejecuta un promedio de 4000 instrucciones/segundo. Ver Figura N° 4.15.

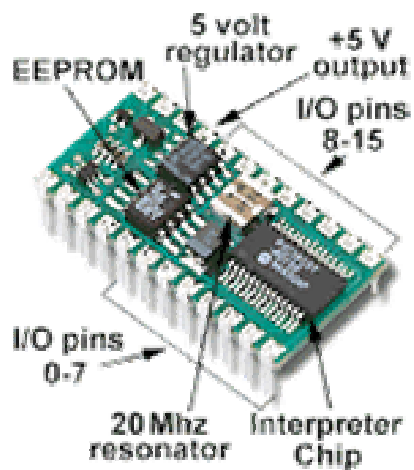


Figura 4.15. Chip Stamp Basic con sus respectivas partes.

---

#### 4.8.2. Stamp Basic I (BS1-IC):

El BS1-IC viene encapsulado en un módulo de 14 pines, siendo la solución ideal para aplicaciones en las que el espacio es especialmente reducido. Al igual que el Basic Stamp II dispone de un CHIP, intérprete capaz de ejecutar instrucciones en PBASIC (que es el lenguaje de programación de los Stamp Basic). El Stamp Basic se programa conectando el BS1-IC directamente al PC a través del puerto paralelo mediante un Cable Paralelo alcanzando velocidades que fluctúan entre los 300 y los 2.4 Kbaud, su memoria EEPROM alcanza los 256 Bytes y su memoria RAM puede llegar a los 32 Bytes. Ver Figura N° 4.16.

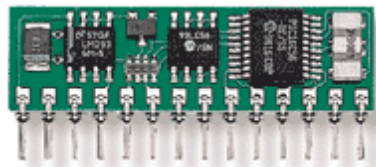


Figura 4.16. Chip Stamp Basic I.

---

### 4.8.3. Stamp Basic I (OEM):

Como alternativa al BS1-IC existe también la versión OEM, que es directamente programable desde el PC y además dispone de chips de memoria e intérprete sustituibles lo cual lo hace ideal para la etapa de desarrollo de la aplicación. Este utiliza el mismo chip que el BS1-IC y sus características son similares ya sea en el puerto que utiliza para bajar los programas como la velocidad de su procesador y de la ejecución de los programas, su interfaz es por medio del puerto paralelo. Ver Figura N° 4.17.

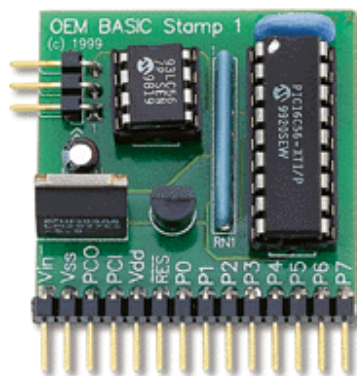


Figura 4.17. Chip Stamp Basic I-OEM.

---

#### 4.8.4. Stamp Basic II (BSII-IC):

El Stamp Basic II es un pequeño chip que ejecuta los programas que se le bajan mediante su lenguaje de programación. El BS2-IC tiene 16 pines I/O (entrada/salida) que pueden ser conectados directamente a dispositivos digitales o de niveles lógicos, tales como botones, LEDs, altavoces, potenciómetros, y registros de desplazamiento. Además, con unos pocos componentes extra, estos pines de I/O pueden ser conectados a dispositivos que no manejen niveles TTL, redes RS-232, y otros dispositivos de alta corriente o tensión.

Este microcontrolador es de la misma empresa que el BS1 (Microchip), pero es mas poderoso ya que puede llegar a tener una velocidad de ejecución de programas de aproximadamente 4.000 instrucciones por segundo y la velocidad de su procesador es de 20 Mhz superando ampliamente al BS1. Por otra parte la forma de bajarle los códigos (Programas) es por medio de comunicación serial DB9. Ver Figura N° 4.18.

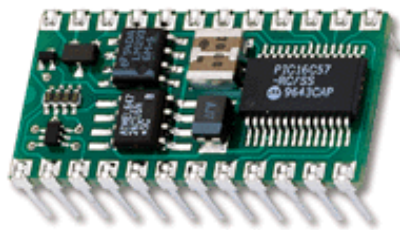


Figura 4.18. Chip Stamp Basic II.

---

#### 4.8.5. Stamp Basic II (OEM):

Este circuito es una magnífica alternativa al BS2-IC, ya que con las mismas características que éste, permite ser programado directamente desde el PC (al igual que el stamp basic I OEM), sin necesidad de la placa educacional. Se puede colocar en una placa protoboard en donde se puede tener acceso a todas sus señales de E/S y alimentación.

Otra ventaja que presenta respecto al BS2-IC, es que su módulo intérprete así como la memoria puede ser fácilmente reemplazable en caso de una avería debido a errores. Este circuito cuenta con las mismas características de velocidad de procesador, ejecución de programas, tamaño de las memorias RAM Y EEPROM. Ver figura N° 4.19.

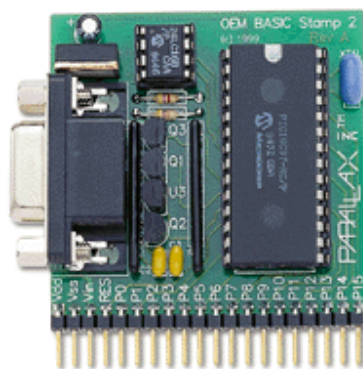


Figura 4.19. Chip Stamp Basic II-OEM.

---

#### 4.8.6. Stamp Basic II-E (BS2-E):

Este es un microcontrolador Scenix que al igual que el Stamp Basic II tiene la misma velocidad del procesador que es de 20 Mhz y su velocidad de ejecución de programas es de 4.000 instrucciones por segundo, pero la mejora notable que tiene este chip es el aumento que ha sufrido con respecto a su memoria de programa (Mayor capacidad), su memoria EEPROM puede llegar a alcanzar los 16 Kbytes. Ver Figura N° 4.20.



Figura 4.20. Chip Stamp Basic II-E.

---

#### 4.8.7. Stamp Basic II SX:

Este al igual que el BS2-E, utiliza la misma marca de microcontrolador (Scenix), pero su velocidad de ejecución de programas ha sido aumentada hasta las 10.000 instrucciones por segundo y su velocidad de procesador es de 50 Mhz. Además se le ha aumentando la velocidad de interfaz que tiene este dispositivo (en este caso serial), la cual puede variar desde los 305K hasta los 115 Kbaud. Ver Figura N° 4.21.



Figura 4.21. Chip Stamp Basic II-SX.

---

#### 4.8.8. Carrier Board:

Este es un dispositivo o tarjeta la cual se puede utilizar junto con los microcontroladores Stamp Basic, existe una para cada cual, los chip's se insertan en esta board y así se pueden utilizar de una forma mas cómoda, estas board tienen el puerto serial en el caso de los BSII, además de las conexiones para la alimentación para fuente (6V – 30V), botón de reset, etc. Ver figura N° 4.22 el cual pertenece a un BS2.

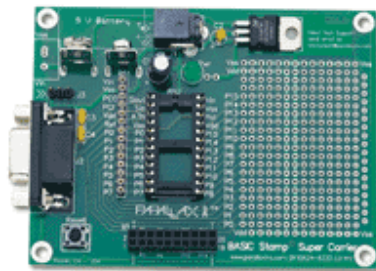


Figura 4.22. Carrier Board para Stamp Basic.

---

## 4.9. RESUMEN

Como se pudo apreciar, existen una gran cantidad de microcontroladores, en donde cada uno de ellos posee ventajas y desventajas, ya sea de su arquitectura física, su circuitería como también de su precio o nivel de complejidad para utilizarlos. Todos ellos poseen una gran potencialidad, es decir se puede realizar una infinidad de labores con un circuito tan pequeño (Por ejemplo el chip de una calculadora, puede sumar, restar, dividir, etc. A una velocidad enorme).

Pero como objetivo del presente trabajo de título, el microcontrolador que se utilizará será de la empresa parallax, conocido con el nombre de Stamp Basic, ya que este chip cuenta con muchas ventajas, como por ejemplo se puede insertar en una plaqueta en donde el trabajo se hace más fácil ya que esa plaqueta (Carrier Board) cuenta con una mini protoboard en donde se le puede conectar un transceiver de radio frecuencia, leds, memoria de 32 Kb o mas así como otros dispositivos electrónicos. Además cuenta con un puerto RS-232 en donde se puede conectar al computador para así poder bajarle los programas.

Pero esas no son todas sus características ya que pueden llegar a ejecutar 10.000 instrucciones por segundo lo que los hace ser un microcontrolador muy poderoso. Gracias a que estos micros pueden conectarse a una plaqueta, se

---

puede armar y formar lo que físicamente se conoce como un robot ya que a esta plaqueta se le puede conectar servo motores para así poder darle algún movimiento. Por otra parte estos microcontroladores los tiene la escuela de informática y se puede trabajar con ellos.

Al unir estos tres temas principales (RS-232, Comunicación Inalámbrica y Microcontroladores) se podrá realizar lo que en un principio se quería hacer, que era poder transmitir información por radio frecuencia hacia uno o más microcontroladores por medio del puerto serial, es decir enviarle datos desde un computador mediante el puerto RS-232 a un microcontrolador el cual recibirá la información y la enviara por radio frecuencia hacia los robots los cuales ejecutarán la acción que se le ha enviado.

---

## 5. CONCLUSION

Luego de haber realizado el siguiente informe, se pueden concluir los siguientes elementos. La comunicación inalámbrica esta extendiéndose de manera muy fuerte en el mundo, debido a que las personas tienen una mayor movilidad en sus trabajos, esto quiere decir que no solo trabajan en sus oficinas o en sus laboratorios sino además cuando viajan de una ciudad a otra o de un país a otro. Por otra parte la comunicación inalámbrica es mucho más flexible que la comunicación por medio de cables, desde el punto de vista de que lo inalámbrico, puede llegar a lugares en donde los cables no pueden y a un precio que no es elevado, ya sea para personas, como para empresas u otro tipo de negocio, además permite una reestructuración mucho mas ordenada, a la hora de agregar mas equipos o trasladarlos de habitación.

Por otra parte las comunicaciones inalámbricas tienen una gran variedad como por ejemplo:

- Ondas
- Infrarrojo
- Satelital

---

Esto las hace mucho más interesantes y atractivas, ya que se cuenta con una gran variedad y formas de comunicarse por medio del aire. Cada una de ellas (nombradas anteriormente), cuentan con sus propias ventajas y desventajas, así como sus propios equipos de transmisión y recepción.

Otro punto importante que se mencionó dice relación a como se transmite una señal por medio de una portadora, es decir se hablo de:

- Portadora
- Modulación
- Demodulación.
- Etc.

En donde una señal se transmite por el aire modulando una portadora, es decir que la señal a transmitir para poder llegar más lejos viaja a través de una señal senoidal llamada portadora. Se abordan alguna de las modulaciones mas conocidas por nosotros, como lo son la amplitud modulada (AM) y frecuencia modulada (FM), entre otras. Las cuales no las vemos pero las ocupamos mucho cuando se escucha alguna emisora de radio ya sea FM o AM.

Por último se habla y explica uno de los puntos más importantes del trabajo, los microcontroladores. Estos micros son pequeños aparatos electrónicos los

---

cuales pueden realizar una gran variedad de instrucciones, son pequeños en tamaño pero con una gran potencia a la hora de emplearlos. como se menciona, los microcontroladores no son muy conocidos por el común de las personas o la mayoría de ellas piensan que un microcontrolador pertenece a algún robot determinado, pero los microcontroladores están siendo muy utilizados en nuestros días han tenido un despegue muy fuerte y los tenemos desde hace mucho tiempo en nuestros hogares, como por ejemplo en la lavadora automática, en una calculadora, en un microondas, etc. se podría decir que lo que tenemos en nuestros hogares son robots que realizan tareas para nosotros, ya que fueron programados para realizar un trabajo específico.

Existen una cantidad enorme de microcontroladores, de diferentes precios formas tamaños, etc. pero cada uno tiene sus propias ventajas y desventajas o tiene su propio campo, es decir algunos son utilizados para colocarlos en autos, radios y otros se puede enseñar y estudiar como los Stamp Basic entre otros.

Como conclusión se puede decir que la comunicación inalámbrica esta marcando el mundo y que esa es la dirección hacia a donde se va, además el uso de microcontroladores ha aumentado desde su creación y se ha masificado aunque las personas no se den cuenta, por último estas son dos grandes tecnologías a las cuales se le puede sacar una gran provecho y uso ya que lo que se puede realizar con ellas solo lo detiene la imaginación de quienes la utilizan.

---

**ANEXOS**  
**(CODIGOS FUENTES)**

---

## A. Programa en Delphi

La Figura 54, Muestra el programa que controla el Robot por radio frecuencia, el programa se puede enfocar en dos direcciones:

A.1. **Movimiento del Robot:** Se puede controlar el Robot por medio de los botones que tienen las flechas (Arriba, Abajo, Izquierda, Derecha), en donde al presionar uno de los botones, automáticamente la grilla de Dirección muestra el movimiento que realizara el Robot (En este ejemplo muestra la dirección **ARRIBA**), además de los botones se puede controlar por medio de teclas al activar el CheckBox **Usar Teclas** (Numpad4-Izquierda, Numpad5-Abajo, Numpad6-Derecha y Numpad8-Arriba, o también las teclas F1-Izquierda, F2-Derecha, F3-Arriba, F4-Abajo), al presionar esas teclas en Robot se moverá y un Label mostrará la dirección (En este caso **Derecha**).

A.2. **Temperatura:** El programa le puede pedir la temperatura al microcontrolador por medio del Botón **Temperatura**, en donde al presionarlo recibe desde el micro la temperatura y la muestra en el Label **Temperatura** (En este ejemplo, 17° GRADOS), además la grafica cada vez que se le pide la temperatura al microcontrolador. También se pueden almacenar los datos de la temperatura en un archivo de texto, presionando el Botón Guardar Temperatura, para tenerlos de

respaldo o por si se quieren utilizar en un programa externo (por ejemplo mostrarlos en Web) y tiene un botón para mostrar los datos del archivo, para ver los datos que fueron guardados.

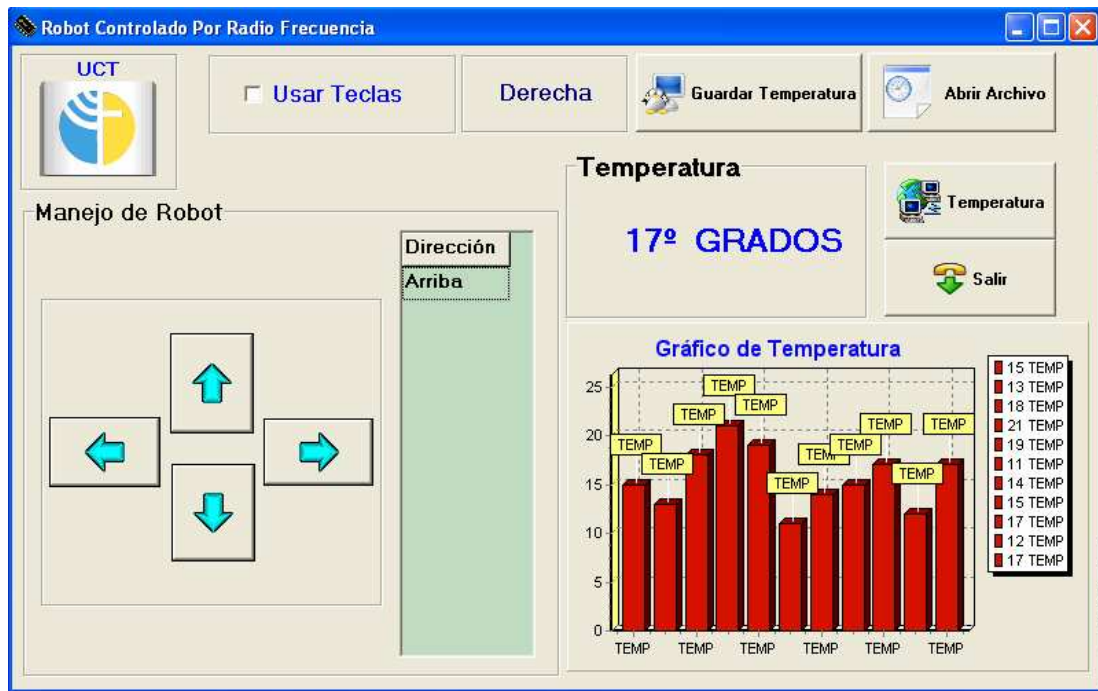


Figura A.3, Programa Controlador de Robot.

---

## B. Explicación Códigos Delphi

A continuación se explicaran las funciones y procedimientos del programa que controla el Robot, para poder entender como se manejan los datos de forma interna, es decir la información que se esta enviando para que el microcontrolador pueda realizar alguna acción.

```
Procedure TForm1.FormCreate (Sender: TObject);
Begin
  F:= True;
  XCTMP:= 0;
  CT:= 0;
  XC:=0;
  XF:=2;
  Grid.RowCount:=xF;
  Grid.Cells [0,0]:='Dirección';
end;
```

El procedimiento anterior, es el encargado de inicializar las variables que son utilizadas dentro del programa, ya que cuando el programa se ejecuta por primera, las variables deben tener valores que no afecten al programa ya que podrían causar algún error o mostrar datos que no son de confianza.

```
Procedure TForm1.CheckBox1KeyDown (Sender: TObject; var Key: Word;
  Shift: TShiftState);
Begin
  If (KEY = VK_NUMPAD4) or (KEY = VK_F1) then
  Begin
    label1.Caption:='Izquierda'
    puerto.WriteByte (65);
    Sleep (30);
  End;
```

---

```
If (KEY = VK_NUMPAD5) or (KEY = VK_F4) then
  Begin
    label1.Caption:='Abajo';
    puerto.WriteByte (83);
    sleep(30);
  End;
If (KEY = VK_NUMPAD6) or (KEY = VK_F2) then
  Begin
    label1.Caption:='Derecha';
    puerto.WriteByte (68);
    sleep(30);
  End;
If (KEY = VK_NUMPAD8) or (KEY = VK_F3) then
  Begin
    label1.Caption:='Arriba';
    puerto.WriteByte (87);
    sleep(30);
  End;
end;
```

El procedimiento anterior, es el encargado de enviar los datos cuando Se presionan las teclas Numpad4 (Izquierda), Numpad5 (Abajo), Numpad6 (Derecha) y Numpad8 (Arriba) o las teclas F1 (Izquierda), F2 (Derecha), F3 (Arriba) y F4 (Abajo).

Cada vez que se presionan una de esas teclas el componente COMPORT envía por el puerto serial un byte, el cual se envía directamente por radio frecuencia hacia el micro, en donde este en su código interno interpreta el byte como alguna acción y la ejecuta, además cada vez que se presiona una de las teclas antes mencionada, se muestra en una LABEL el movimiento que realizara el Robot.

---

```
Procedure TForm1.BitBtn1Click (Sender: TObject);
Begin
  xC:=xC+1;
  grid.Cells [0,xC]:='Arriba';
  xF:=xF+1;
  Grid.RowCount:=xF;
  Grid.SetFocus;
  If (xF=12) then
  Begin
    xF:=1;
    xC:=0;
  End;
  XVar:=87;
  puerto.WriteByte (xVar);
  Sleep (50);
End;
```

El procedimiento anterior envía el Byte 87(W) por el COM para que el robot se mueva hacia adelante pero antes de enviar el Byte, escribe en una Grilla llamada GRID, la palabra ARRIBA, con el objeto de Mostrar el movimiento que se va a realizar, esto lo realiza al presionar un botón el cual tiene una flecha que apunta hacia arriba. Por otra parte el Microcontrolador al recibir por radio frecuencia el Byte 87, él internamente sabrá que se debe mover hacia delante.

```
Procedure TForm1.BitBtn4Click (Sender: TObject);
Begin
  xC:=xC+1;
  grid.Cells [0,xC]:='Derecha';
  xF:=xF+1;
  Grid.RowCount:=xF;
  if (xF=12) then
  begin
    xF:=1;
    xC:=0;
  End;
  xVar:=68;
  puerto.WriteByte (xVar);
  Sleep (50);
end;
```

---

El procedimiento anterior, envía por el COM el Byte 68(D) para que el Micro se mueva hacia la DERECHA al igual que el procedimiento de arriba, escribe en la grilla la palabra DERECHA, para mostrar el movimiento del Robot, después el Robot al recibir el Byte ejecutará la acción que se le ha asignado.

```
procedure TForm1.BitBtn3Click(Sender: TObject);
Begin
  xC:=xC+1;
  grid.Cells [0,xC]='Abajo';
  xF:=xF+1;
  Grid.RowCount:=xF;
  if (xF=12) then
  begin
    xF:=1;
    xC:=0;
  End;
  xVar:=83;
  puerto.WriteByte (xVar);
  Sleep (50);
End;
```

El procedimiento anterior es el encargado de enviar el Byte 83(S) por el COM para que el Robot se mueva hacia ABAJO y al igual que los procedimientos de arriba, primero escribe en la grilla el movimiento que va a realizar en este caso es ABAJO y después el Robot recibe el Byte y ejecuta la acción.

---

```

Procedure TForm1.BitBtn2Click (Sender: TObject);
Begin
  xC:=xC+1;
  grid.Cells [0, xC]='Izquierda';
  xF:=xF+1;
  Grid.RowCount:=xF;
  if (xF=12) then
    begin
      xF:=1;
      xC:=0;
    End;
  xVar:=65;
  puerto.WriteByte (xVar);
  Sleep (50);
End;

```

El procedimiento anterior es el último de los botones que envían los Byte de movimiento hacia el Robot, este envía por el COM el Byte 65(A) para que el robot se mueva hacia la IZQUIERDA y al igual que los procedimientos anteriores primero escribe en la grilla el movimiento que va a realizar en este caso IZQUIERDA y después el Robot recibe por radio frecuencia el Byte y lo ejecuta.

```

Procedure TForm1.BitBtn5Click (Sender: TObject);
Var
  xV : Byte;
  aux: String;
Begin
  xCTMP:= xCTMP + 1;
  xV:= 84;
  puerto.WriteByte (xV);
  Sleep (20);
  puerto.PurgeInput;
  xV:= 0;
  xV:= puerto.ReadByte;
  xTMP [xCTMP]:=xV;
  aux:=inttostr (xV);
  temp.Caption:=aux + ' Grados';
  CT:= CT + 1;
  If (CT < 17) Then
    series1.AddY (xV,'Tm',4594)

```

---

```
Else
  Begin
    CT:= 0;
    series1.Clear;
    Series1.AddY (xV,'Tm',4594);
  End;
end;
```

El procedimiento anterior, envía por el COM el Byte 84 diciéndole al microcontrolador que le envíe la temperatura ambiente, el microcontrolador recibe la orden y le envía la temperatura y el procedimiento recibe la temperatura y la muestra por pantalla.

```
Procedure TForm1.BitBtn6Click (Sender: TObject);
Begin
  close;
end;
```

El Procedimiento anterior, lo único que realiza es cerrar, el formulario, esto al salir del programa.

```
Procedure TForm1.BitBtn7Click (Sender: TObject);
Var I: Byte;
Begin
  Assignfile (arch,'Temp.txt');
  Rewrite (arch);
  For I:= 1 to xCTMP do
    Begin
      Write (arch, xTMP [I], ' ');
    End;
  CloseFile(arch);
  application.MessageBox ('Datos Almacenados en Archivo','Mensaje del Programa',0);
  For I:= 1 To xCTMP Do
    xTMP [I]:= 0;
  xCTMP:=0;
End;
```

---

El Procedimiento anterior, guarda los valores de la temperatura en un archivo de texto, en donde todos los valores fueron guardados temporalmente en un arreglo y al entrar a este procedimiento los guarda en el archivo, con el objetivo de tener un respaldo de los datos de temperatura o para usos externos.

```
procedure TForm1.BitBtn8Click(Sender: TObject);
Begin
  ShellExecute(form1.Handle,nil,'Temp.txt',nil,nil,9);
end;
```

El procedimiento anterior busca el archivo TEMP.TXT, el cual es el archivo que contiene los valores de la temperatura, lo abre para poder ver los valores fueron almacenados en el.

```
Procedure TForm1.CheckBox1Click (Sender: TObject);
Begin
If (F = False) Then
  Begin
    UCT.SetFocus;
    F := True;
  End
Else
  Begin
    checkbox1.SetFocus;
    F := False;
  End;
End;
```

El procedimiento anterior activa y desactiva el uso de las teclas de movimiento del Robot (Numpad4, Numpad5, Numpad6, Numpad8, F1, F2 F3 y F4), para poder usarlas se hace click sobre el CheckBox [Usar Teclas](#) y para desactivarlas se hace nuevamente click en el CheckBox.

---

## C. Explicación Códigos Stamp Basic

```
'{$STAMP BS2}
'Baudios Radio frecuencia.
xBaud CON 16780 '2400 Bps del Micro al Transceiver de radiofrecuencia

'Constante Pin Recepción y Transmisión Radio Frecuencia
RX_In CON 10 'Pin de Recepción o Entrada desde el Transceiver al micro
TX_In CON 09 'Pin de Salida desde el micro al Transceivers

'Constantes servomotores, Izquierda y Derecha.
Servo_DE CON 13
Servo_IZ CON 12

'Constantes teclas mayúsculas
KEY_A CON 65 ' Letra A Para moverse hacia la Izquierda
KEY_S CON 83 ' Letra S Para moverse hacia Abajo
KEY_D CON 68 ' Letra D Para moverse hacia la Derecha
KEY_W CON 87 ' Letra W Para moverse hacia la Arriba
KEY_T CON 84 ' Letra T Para pedir la Temperatura

'Definicion de Constantes de DS1620
nDQ CON 15 ' Pin de I/O de Datos del DS1620
nCLK CON 14 ' Pin de Clock del DS1620
nRST CON 11 ' Pin de Reset del DS1620
nWConfg CON $0C ' Write Configuración en DS1620
nCPU CON $02 ' Modo Termómetro Serial
nCONT CON $00 ' Modo de Conversión Continua
nStartC CON $EE ' Inicializa Conversión
nLeeT CON $AA ' Lee Temperatura
```

Las líneas de código antes vista, son todas las constantes que utiliza el programa del Microcontrolador, en donde se definen los servomotores, los pines de transmisión y recepción, la velocidad del modulo de radio frecuencia, las teclas de movimiento del robot y las constantes del modulo DS1620 el cual es el chip que registra la temperatura ambiente, es decir es un termómetro.

---

```

'Variables del programa
xDato VAR Byte  'Variable que recibe el Byte desde el transceivers RF
xVal  VAR Byte  'Variable que se utiliza en los movimientos del robot, en el
ciclo FOR
Dat   VAR Byte  'Variables que guarda la temperatura para enviarla por el
Transceivers
Tmp   VAR Word  'Variable en donde se almacena la temperatura luego s divide por
2 y se le entrega el valor a la variables DAT

```

Las líneas anteriores, definen las variables del programa las cuales se ocupan en la recepción de los datos desde el modulo de radio frecuencia, en la captura de la temperatura ambiente y el movimiento del Robot.

```

LOW Servo_DE      'Inicializo los Servos del Robot
LOW Servo_IZ

Principal:
SERIN RX_In, xBaud, [xDato]      'Recibo el Byte desde el transceiver
IF xDato = KEY_A THEN Izquierda  'Si el Byte es el 65 va a la etiqueta Izquierda
IF xDato = KEY_S THEN Abajo      'Si el Byte es el 83 va a la etiqueta Abajo
IF xDato = KEY_D THEN Derecha    'Si el Byte es el 68 va a la etiqueta Derecha
IF xDato = KEY_W THEN Arriba     'Si el Byte es el 87 va a la etiqueta Arriba
IF xDato = KEY_T THEN Temp       'Si el Byte es el 65 se va a la etiqueta Temp
GOTO Principal                  'Si recibe otra cosa vuelve a esperar un Byte

```

Las líneas anteriores, inicializan los servos para prepararlos para su uso, además es la rutina (etiqueta) principal ya que es en esta etiqueta en donde llegan los valores por radio frecuencia y al llegar el Byte lo analiza y ve hacia que etiqueta ira a ejecutar la acción.

---

```

'Acá se le da el movimiento al robot a la Izquierda
'Esto por medio de pulsos que se le dan a los servomotores
'con el comando PULSOUT

Izquierda:
FOR xVal = 1 TO 30
    PULSOUT Servo_DE, 500
    PULSOUT Servo_IZ, 500
    PAUSE 20
NEXT
GOTO Principal 'Después de ejecutar el movimiento vuelve al principal para
esperar otro Byte

'Mueve el Robot hacia la derecha
Derecha:
FOR xVal = 1 TO 30
    PULSOUT Servo_DE, 1000
    PULSOUT Servo_IZ, 1000
    PAUSE 20
NEXT
GOTO Principal 'Después de ejecutar el movimiento vuelve al principal para
esperar otro Byte

'Se mueve el Robot hacia Arriba
Arriba:
FOR xVal=1 TO 30
    PULSOUT Servo_DE,1000
    PULSOUT Servo_IZ,0500
    PAUSE 20
NEXT
GOTO Principal 'Después de ejecutar el movimiento vuelve al principal
para esperar otro Byte

'Se mueve el Robot hacia Abajo
Abajo:
FOR xVal = 1 TO 30
    PULSOUT Servo_DE,0500
    PULSOUT Servo_IZ,1000
    PAUSE 20
NEXT
GOTO Principal 'Después de ejecutar el movimiento vuelve al principal
para esperar otro Byte

```

Las líneas anteriores, son las encargadas de hacer que el Robot se mueva en las direcciones que están establecidas (Arriba – Abajo – Izquierda - Derecha), luego de ejecutar el movimiento se vuelve a la etiqueta PRINCIPAL.

---

'En esta etiqueta se calcula la temperatura ambiente y se envía por el transceivers al computador.

Temp:

```
Dat = 0
LOW nRST      'Desactivo el DS1620
HIGH nCLK     'Hago funcionar el Clock
PAUSE 100     'pausa de 100 milisegundos
HIGH nRST     'Activo el DS1620
'configuro el DS1620 en modo de termómetro
SHIFTOUT nDQ, nCLK, LSBFIRST, [nWConf, nCPU + nCONT]
LOW nRST
PAUSE 050
HIGH nRST
'envía el protocolo de inicio de conversión
SHIFTOUT nDQ, nCLK, LSBFIRST, [nStartC]
LOW nRST      'Después de configurar el DS1620, lo desactivo

PAUSE 1000    'pausa de 1 segundo
HIGH nRST     'Activo el DS1620
SHIFTOUT nDQ, nCLK, LSBFIRST, [nLeeT ] 'Leo la temperatura
SHIFTIN nDQ, nCLK, LSBPRE, [Tmp\9]   'Guardo la temperatura en Tmp
LOW nRST      'Desactivo el DS1620
Tmp = Tmp/2                                     'paso la temperatura a Grados
Dat = Tmp.LOWBYTE
SEROUT TX_In, xBaud, [Dat] 'Envío la temperatura al computador por medio
del transceivers
GOTO Principal      'Después de Tomar la temperatura y enviarla,
vuelve a esperar por otro Byte.
```

Las líneas anteriores son las encargadas de capturar la temperatura ambiente, en donde primero se configura el DS1620 (que es el chip que captura la temperatura) para que funcione como termómetro y luego de eso captura la temperatura y la envía por radio frecuencia hacia el programa del computador, después de esa acción vuelve a la etiqueta PRINCIPAL para esperar otro Byte.

---

## 6. BIBLIOGRAFIA

- “PDA’S en alza”, Revista PC World, abril del 2002.
- Spanbauer, Scott. “Los teléfonos inalámbricos”, Revista PC World, octubre del 2000.
- “<http://arieldx.tripod.com/>”, Bandas de espectro radial.
- “<http://www.noticias3d.com/articulos/>”, Tecnologías de semiconductores.
- Argüello, Francisco. “[http://web.usc.es/~elusive/index\\_e.html](http://web.usc.es/~elusive/index_e.html)”, “Simulación de señales digitales en banda base”, año 2001.
- “<http://www.sportmetrics.net/trackmaster1.htm>”, Módulos por radiofrecuencia.
- “<http://tecnologia.123.cl/otrastecno/telefoniamovil/>”, Celulares en el mundo.
- “<http://www.idc.com/>”, Internet móvil llegara a 12 millones en Latinoamérica en el 2002. 23 de mayo del 2001.
- “La evolución de los sistemas inalámbricos”, Inédito.
- López, José Luis. “La próxima frontera: Virus en teléfonos celulares”, “<http://zonavirus.com/articulos.asp>”.
- “<http://www.yucatan.com/especiales/celular/>”, Historia del teléfono celular.
- Martínez, Evelio. “Evolución de la tecnología celular”, Revista Net, Julio 2001.

- 
- Gómez Cárdenas, Roberto. "Los sistemas distribuidos inalámbricos y móviles", <http://webdia.cem.itesm.mx/dia/ac/rogomez>.
  - Martínez, Evelio. "Telecomunicaciones Infrarrojo/Láser". <http://www.eveliux.com/>.
  - Polo, Jesús. "Arquitectura de microcontroladores", Documento inédito, Diciembre 1997.
  - Flores V. Jesús."Microcontrolador COP8, Manual de teoría y practica básica", Staff Field Applications Engineer National Semiconductor Corp. Guadalajara, Jal. Documento Inédito, Enero-2001.
  - "<http://www.pictronic.com>", Placa de aprendizaje para microcontroladores PIC.
  - "<http://www.microcontroladores.com/parallax.asp>", Stamp Basic I.
  - "<http://www.rambal.com/index.html>", comparación entre Basic Stamp I, II, II-E y II-SX.
  - "<http://scmstore.com/micros/index.htm>", Microcontroladores BasicX.
  - "<http://es.wikipedia.org/wiki/microcontrolador>", Microcontrolador.
  - "<http://www.rentron.com/picbasic.htm/>", What is a PIC BASIC Compiler, and what can it do for "ME"?
  - "<http://www.rentron.com/StampBasic.htm/>", Microcontroller Stamp Basic.
  - "[http://www.rambal.com/product/basic\\_Stamp.htm](http://www.rambal.com/product/basic_Stamp.htm)", Basic Stamp.

- 
- Vega, Alejandro. "Manual microcontrolador 8051", Documento inédito. 1999.
  - "<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/9827/contenido.htm>",  
Microcontroladores PIC16CXX.
  - Vázquez Benítez, celestino. Ingeniero Industrial. "Microcontroladores  
PIC16C5X", Documento Inédito.
  - "<http://www.microcontroladores.com/parallax.asp>", Stamp Basic II.
  - "<http://www.cursoderobotica.com.ar/stamps/stampindex.htm>", Stamp en clases.
  - "<http://www.mipcdebolsillo.com/>", El Basic Stamp II. Junio del 2001.