UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Tesis previa a la obtención del Título de:
Tecnólogo Electrónico

"Módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla"

AUTOR:
Claudio Ismael Pineda Guncay

DIRECTOR:
Ing. Fredy Marcelo Rivera Calle

Cuenca – Ecuador

2012

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cuenca, febrero de 2012.

_____

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Fredy Marcelo Rivera Calle certifico que el presente documento fue desarrollado por el Sr. Claudio Ismael Pineda Guncay, bajo mi supervisión.

Cuenca, febrero de 2012.

_____

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por permitirme alcanzar una meta más, de igual forma a mi familia la cual estuvo apoyándome incondicionalmente a lo largo de mi carrera universitaria, ellos son el pilar fundamental en mi vida por lo cual les tengo un profundo cariño. También quiero agradecer a mis amigos que de igual manera me brindaron su apoyo siempre y al Ing. Fredy Rivera por su colaboración como Director de este proyecto.

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente proyecto a mis padres Claudio y Diana por ser mi motivo de inspiración, por ser el ejemplo a seguir día a día, quiero que sepan que me siento orgulloso de Ustedes y que gracias a sus sabios consejos seguiré cosechando éxitos. Gracias por su apoyo, les quiero.

ÍNDICE

		Pág.
	DECLARATORIA	I
	CERTIFICACIÓN	II
	AGRADECIMIENTO	III
	DEDICATORIA	IV
	RESUMEN	VIII

CAPITULO I

ANÁLISIS DE TECNOLOGÍA DEL SISTEMA

1.1	SENSORES ÓPTICOS INFRARROJOS.	1
1.1.1	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.	1
1.1.2	TIPOS DE SENSORES.	1
1.1.3	CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES.	2
1.1.4	CIRCUITOS DE CONEXIÓN.	4
1.2	MICROCONTROLADORES PIC.	5
1.2.1	GENERALIDADES.	5
1.2.2	ANÁLISIS DEL PIC 16F628A.	6
1.2.2.1	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.	7
1.2.2.2	ARQUITECTURA DEL PIC 16F628A.	9
1.2.2.3	MEMORIA DE PROGRAMA.	9
1.2.2.4	MEMORIA DE DATOS.	11
1.2.2.5	DIAGRAMA DE PINES.	11
1.2.3	COMUNICACIÓN SERIAL.	13
1.3	MÓDULOS INALÁMBRICOS XBEE.	15
1.3.1	GENERALIDADES.	15
1.3.2	CARACTERÍSTICAS.	16

1.3.3 APLICACIONES. 17
1.3.4 CIRCUITO BÁSICO DEL XBEE. 19
1.3.5 COMUNICACIÓN SERIAL. 19

CAPITULO II

DESARROLLO DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN

2.1 ESQUEMA DEL MÓDULO TX. 21
2.2 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR. 23
2.2.1 CÓDIGO DEL PROGRAMA 23
2.3 CONSTRUCCIÓN ELECTRÓNICA. 24
2.4 ESQUEMA DEL MÓDULO RX. 25
2.5 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR. 27
2.5.1 CÓDIGO DEL PROGRAMA. 27
2.6 CONSTRUCCIÓN ELECTRÓNICA. 29
2.7 ENSAMBLAJE. 29

CAPITULO 3

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 VALIDACIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN. 31
3.2 CONCLUSIONES. 31
3.3 RECOMENDACIONES. 33

BIBLIOGRAFÍA. 34
ANEXOS. 35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Pág.
1 ESQUEMA DE UN SENSOR ÓPTICO EN MODO BARRERA. 2
2 ESQUEMA DE UN SENSOR ÓPTICO BASADO EN 2

	REFLEXIÓN.	
3	ESQUEMA DE UN SENSOR ÓPTICO CNY 70.	3
4	CORRIENTE DEL COLECTOR VS SEPARACIÓN DEL CNY70	3
5	CIRCUITOS DE CONEXIÓN DE UN SENSOR ÓPTICO CNY 70.	4
6	PIC 16F628A.	7
7	DIAGRAMA DE LA ARQUITECTURA DE LAS MEMORIAS Y CPU.	9
8	MEMORIA DE PROGRAMA DEL PIC 16F628A.	10
9	MEMORIA DE DATOS DEL PIC 16F628A.	12
10	DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL PIC 16F628A.	12
11	CIRCUITO DE COMUNICACIÓN POR RS232 DEL PIC16F628A Y UNA PC.	14
12	MÓDULO XBEE SERIE1 CHIP ANTENA.	15
13	TOPOLOGÍAS SOPORTADAS POR LOS MÓDULOS XBEE SERIE1.	18
14	TIPOS DE ANTENAS SOPORTADAS POR LOS MÓDULOS XBEE SERIE1.	18
15	CIRCUITO BÁSICO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN MÓDULO XBEE.	19
16	XBEE EXPLORER REGULATED.	20
17	CIRCUITO INTERNO DEL MÓDULO EMISOR.	22
18	MÓDULO EMISOR EN PROTOBOARD.	25
19	CIRCUITO INTERNO DEL MÓDULO RECEPTOR.	26
20	MÓDULO RECEPTOR EN PROTOBOARD.	29
21	TARJETA ELECTRÓNICA DEL MÓDULO EMISOR.	30
22	TARJETA ELECTRÓNICA DEL MÓDULO RECEPTOR.	30
23	MÓDULO EMISOR Y RECEPTOR TERMINADOS	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
1	DESCRIPCIÓN DE PINES DEL PIC 16F628A.	13

RESUMEN

La tecnología al servicio de la comunidad y en especial al servicio de las niñas y niños que padecen parálisis cerebral con pérdida total o parcial del habla, motiva el desarrollo del presente trabajo académico, con el objeto de apoyar al desarrollo de este grupo humano vulnerable de nuestra comunidad.

Los problemas que comúnmente aquejan a las personas con parálisis cerebral, son los de motricidad y de comunicación, en la gran mayoría de los casos se ven imposibilitados de moverse sin ayuda y de poder comunicarse con los demás, expresar sus ideas, deseos y parvedades, con este trabajo experimental se pretende mitigar en algo estas necesidades básicas.

En la ciudad de Cuenca existen algunos institutos que trabajan con niñas y niños que padecen parálisis cerebral, estos institutos buscan mejorar su calidad de vida, enseñándoles cosas útiles para su desarrollo diario, además de brindarles terapia física para mejorar su motricidad. El personal que labora con estos niños tiene varios inconvenientes, principalmente de transporte y comunicación, por ejemplo: los niños no pueden comunicar sus deseos o requerimientos, de querer comer, dormir, ir al servicio higiénico, etc. Las niñas y niños que padecen parálisis cerebral y que además tienen pérdida del habla son más vulnerables, siendo este el grupo meta con quien se implementará el Módulo de Comunicación.

Utilizando los conocimientos adquiridos luego de una investigación previa ha permitido el desarrollo del presente proyecto, logrando de esta forma brindar una alternativa de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con

pérdida del habla, que fue el objetivo planteado al inicio, ya que este proyecto tiene un enfoque de ayuda social ha sido enriquecedor poder culminar y cumplir con cada unos de los objetivos propuestos y más que nada palpar la gran ayuda que se ha podido dar a estos niños.

El diseño, construcción e implementación de este módulo de comunicación electrónico, académicamente permitirá la obtención del título de Tecnólogo, contribuyendo de esta manera al proceso de enseñanza aprendizaje.

CAPÍTULO I

ANÁLISIS DE TECNOLOGÍA DEL SISTEMA

1.1 SENSORES ÓPTICOS INFRARROJOS.

1.1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

Los sensores ópticos se componen de dos elementos principales, un sensor y un emisor de luz, pudiendo estar este ultimo integrado dentro del sensor o estar situado fuera. La fuente de luz genera luz de una cierta frecuencia para que el sensor pueda detectarla más fácilmente y diferenciarla de otras fuentes cercanas.

El tipo de luz más usado es el infrarrojo y en este caso, para diferenciar la luz de la fuente se deja una frecuencia fija y lo que se hace es emitir pulsos. El sensor simplemente descartará cualquier luz infrarroja que le llegue y que no sea intermitente, pudiendo así diferenciar la luz de la fuente de radiación infrarroja proveniente de otros objetos que generen calor.

Normalmente el sensor suele ser un dispositivo semiconductor como un fotodiodo, el cual genera una pequeña corriente cuando le impacta energía lumínica o un fototransistor que permite el paso de corriente cundo le llega luz. También hace falta un circuito de control capaz de comparar los pulsos del emisor con los del sensor para discernir posibles interferencias.

1.1.2 TIPOS DE SENSORES.

Dentro de esta categoría de sensores ópticos infrarrojos hay dos tipos principales: los sensores basados en la reflexión (Figura.2) y los que trabajan en modo barrera

(Figura.1). Los primeros tienen el emisor de luz y el detector muy próximos y deducen la distancia a la que está un objeto dependiendo del ángulo que forma la luz al rebotar sobre este. Esto hace que su rango sea bastante limitado. En cambio, los que trabajan en modo barrera tienen la fuente a cierta distancia enfrente del sensor y solo pueden saber si el rayo se obstruye o no, aunque también se pueden configurar para detectar una pérdida de cantidad de luz, utilizable esto para algún proceso de control de nivel de liquido en algún recipiente como en una cinta transportadora de botellas.

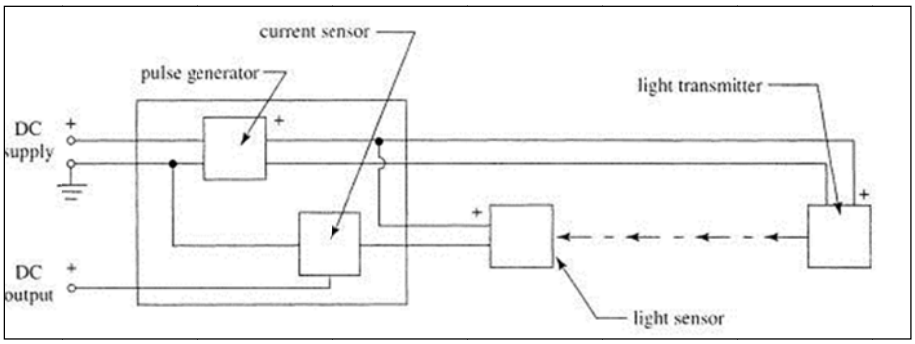


Figura.1 Esquema de un sensor óptico en modo barrera.

Fuente: VIZHAY, "Reflective Optical Sensor with Transistor Output", Alemania.

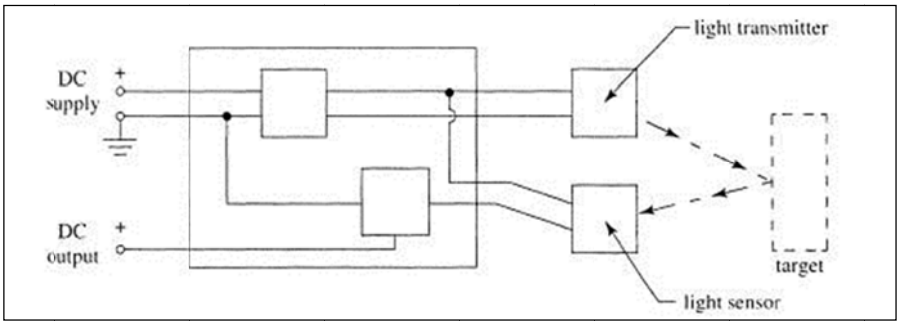


Figura.2 Esquema de un sensor óptico basado en reflexión.

Fuente: VIZHAY, "Reflective Optical Sensor with Transistor Output", Alemania.

1.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES.

El CNY70 es un sensor óptico reflexivo que tiene una construcción compacta dónde el emisor de luz y el receptor se alojan en el mismo dispositivo y están

ubicados en la misma dirección para detectar la presencia de un objeto utilizando la reflexión del infrarrojo sobre el objeto que este sensando.

La longitud de onda de trabajo de este sensor es 950nm. El detector incorporado en este sensor es un fototransistor.[1]

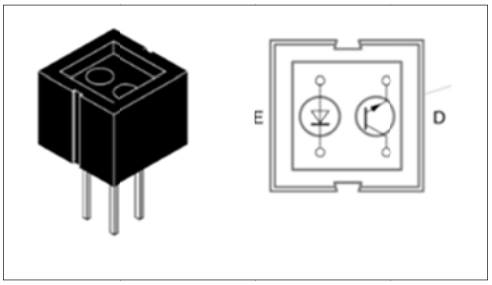


Figura.3 Esquema de un sensor óptico CNY 70.

Fuente: VIZHAY, "Reflective Optical Sensor with Transistor Output", Alemania.

El CNY70 posee cuatro pines de conexión los cuales corresponden al emisor, colector del fototransistor y el ánodo y cátodo del diodo emisor, como podemos observar en la Figura3.

El comportamiento del sensor, o la curva de respuesta del sensor se puede observar en la Figura 4 la cual muestra la relación Corriente del colector vs Separación.

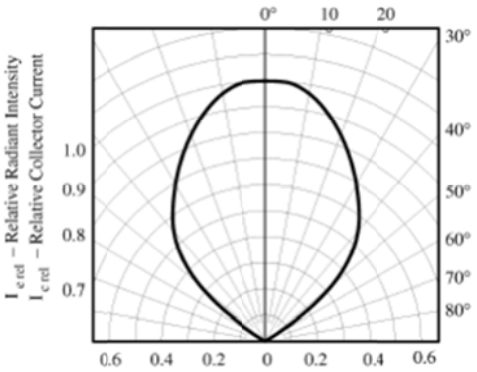


Figura.4 Corriente del colector vs Separación del CNY70

Fuente: VIZHAY, "Reflective Optical Sensor with Transistor Output", Alemania.

[1] VIZHAY, Reflective Optical Sensor with Transistor Output. – 4ta. Edición, Vizhay Semiconductors, 2000, p. 1

1.1.4 CIRCUITOS DE CONEXIÓN.

Los circuitos de conexión para que este sensor me entregue un nivel lógico alto o bajo dependiendo si está o no activado por la reflexión en determinado objeto se pueden observar en la Figura5.

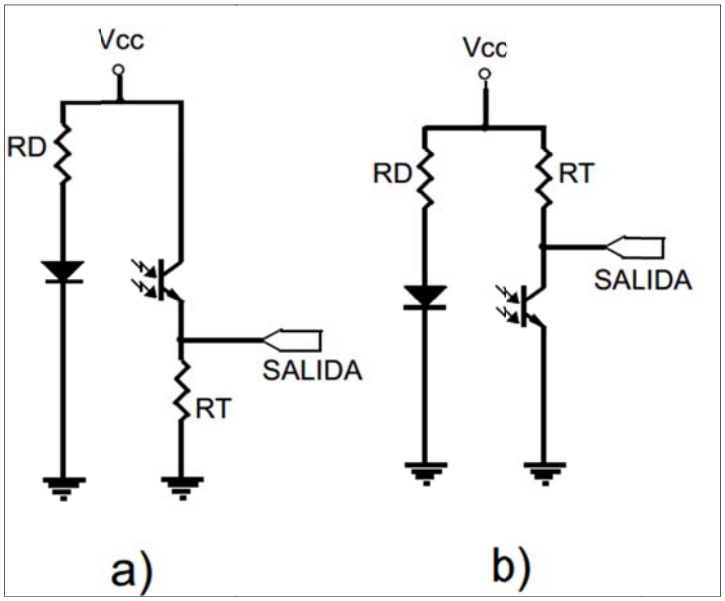


Figura.5 Circuitos de conexión de un sensor óptico CNY 70.

Fuente: Propia, *Módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.*

El circuito a nos permite tener un nivel bajo a la salida si es que el haz infrarrojo no es reflejado en ningún objeto y un nivel alto cuando el haz infrarrojo a reflejado en algún objeto.

El circuito b nos permite tener un nivel alto a la salida si es que el haz infrarrojo no es reflejado en ningún objeto y un nivel bajo cuando el haz infrarrojo ha reflejado en algún objeto.

En el caso de que se deseara usar esta señal en un microcontrolador es recomendable implementar un circuito que me regenere la señal por ejemplo con una trigger Schmitt y luego de esto conectar al microcontrolador.

1.2 MICROCONTROLADORES PIC.

1.2.1 GENERALIDADES.

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador. Un micro-controlador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertos Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital / Analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

Ventajas de los microcontroladores

- Aumento de prestaciones: un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.
- Aumento de la fiabilidad: al reemplazar el micro-controlador por un elevado número de elementos disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes.

- Reducción del tamaño en el producto acabado: La integración del microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.

- Mayor flexibilidad: las características de control están programadas por lo que su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.

- El micro-controlador es en definitiva un circuito integrado que incluye todos los componentes de un computador. Debido a su reducido tamaño es posible montar el controlador en el propio dispositivo al que gobierna. En este caso el controlador recibe el nombre de controlador empotrado.

1.2.2 ANÁLISIS DEL PIC 16F628A.

El PIC 16F628 es un microcontrolador que incorpora tres características importantes que son:

- Procesador tipo RISC (Procesador con un Conjunto Reducido de Instrucciones)

- Procesador segmentado

- Arquitectura HARVARD

Con estos recursos el PIC es capaz de ejecutar instrucciones solamente en un ciclo de instrucción. Con la estructura segmentada se pueden realizar simultáneamente las dos fases en que se descompone cada instrucción, ejecución de la instrucción y búsqueda de la siguiente. La separación de los dos tipos de memoria son los pilares de la arquitectura Harvard, esto permite acceder en forma simultánea e independiente a la memoria de datos y a la de instrucciones. El tener memorias separadas permite que cada una tenga el ancho y tamaño más adecuado. Así en el PIC 16F628A (Figura.6) el ancho de los datos es de un byte, mientras que la de las instrucciones es de 14 bits.

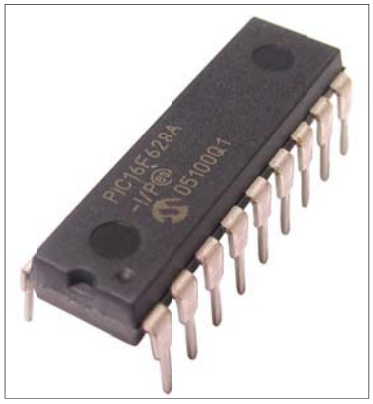


Figura.6 PIC 16F628A.

Fuente: GONZALEZ, José Adolfo, *Introducción a los microcontroladores*, Editorial McGraw Hill, 1997

1.2.2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.

El PIC 16f628A posee un conjunto reducido de instrucciones (RISC), es decir que posee únicamente 35 instrucciones, además cuenta con un oscilador interno de 4MHz, es decir que podemos utilizar sin oscilador externo, algo importante también es que las instrucciones se ejecutan en un sólo ciclo de máquina excepto los saltos como cuando se usa “goto”, “call”, los cuales requieren 2 ciclos. Aquí hay que especificar que un ciclo de máquina se lleva 4 ciclos de reloj, si se utiliza el reloj interno de 4MHz, los ciclos de máquina se realizarán con una frecuencia de 1MHz, es decir que cada instrucción se ejecutará en 1uS (microsegundo), pero con una frecuencia de reloj de hasta 20 MHz obtendremos un ciclo de máquina de 200ns.

- Memoria de programa: 2048 locaciones de 14 bits.
- Memoria de datos: Memoria RAM de 224 bytes (8 bits por registro).
- Memoria EEPROM: 128 bytes (8 bits por registro).
- Stack de 8 niveles.
- 16 Terminales de I/O que soportan corrientes de hasta 25 mA.

- Arquitectura Harvard para el procesador (Acceso independiente de memoria de datos y de programa).

- Resistencias Pull-Up programables en el puerto B.

- Rango de operación de 3V a 5.5V

- 15 pines I/O y solo uno de entrada.

- Dos comparadores análogos con entradas multiplexadas.

- Tres Timers, Timer0 a 8 bits, Timer1 a 16 bits, Timer2 a 8 bits.

- Modulo CCP, captura y compara 16 bits.

- Modulo PWM a 10 bits.

- Modulo de comunicación USART/SCI.

- Otra característica de los PICs es el manejo de los bancos de registros. En línea general, los registros se clasifican como de uso general (GPR) y de uso específico o de funciones especiales (SFR).

- Los registros de uso general pueden ser usados directamente por el usuario, sin existir restricciones. Pueden servir para almacenar resultados que se reciben desde el registro W (acumulador), datos que provienen de las puertas de entradas, etc.

- Los registros de uso específicos no pueden ser usados directamente por el usuario. Estos registros controlan prácticamente todo el funcionamiento del microcontrolador.

1.2.2.2 ARQUITECTURA DEL PIC 16F628A.

El PIC 16F628A utiliza un procesador que trabaja con dos bloques de memorias independientes, la una contiene instrucciones y la otra datos, cada una con su respectivo sistema de buses de acceso, 8 líneas para los datos y 14 líneas para las instrucciones, con esto es posible realizar operaciones de acceso al procesador, ya sea de lectura o escritura simultáneamente en las 2 memorias, a esto se refiere el paralelismo. En la Figura7 se puede observar el diagrama de bloques de la arquitectura tanto de la memoria de instrucciones como de la memoria de datos.

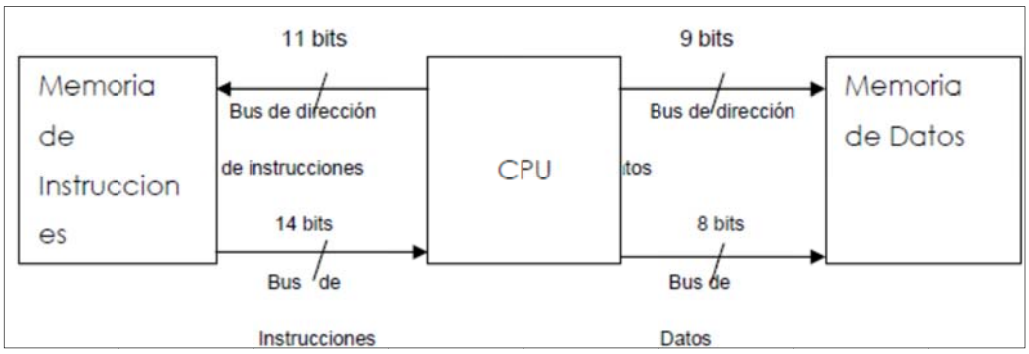


Figura.7 Diagrama de la arquitectura de las Memorias y CPU.

Fuente: USATEGUI, J. Ma. Angulo, Cueva, *Microcontroladores PIC, la solución en un chip*, Editorial Paraninfo, 1997

Como ya se conoce el CPU emplea arquitectura RISC, es decir se utiliza un reducido número de instrucciones, que en total suman 35, la mayoría se ejecutan en un ciclo de instrucción, a excepción de los saltos que requieren de 2 ciclos, dentro de su procesador contiene una pila de 8 niveles que permite el anidamiento de subrutinas, de esta manera puede recordar 8 diferentes lugares de línea de programa e ir regresando a cada uno en el orden inverso al que fueron anidados o llamados a lo largo de la ejecución de un programa.

1.2.2.3 MEMORIA DE PROGRAMA.

Conocida también como memoria de instrucciones, en esta son escritas las órdenes para que el CPU las ejecute, en el PIC16F628A su memoria de programa es no volátil tipo FLASH (Figura.8), es más rápida en el proceso de escritura/borrado

eléctrico, en comparación con las memorias EEPROM, soporta hasta 100.000 ciclos de escritura/borrado, dispone de un bus de 13 bits, dando lugar a la posibilidad de direccionar 8192 posiciones (2ˆ13), de estas solo las primera 2048 líneas tiene implementadas, es decir que el PC utiliza solo los primero 11 bits de direcciones, al resto los ignora.

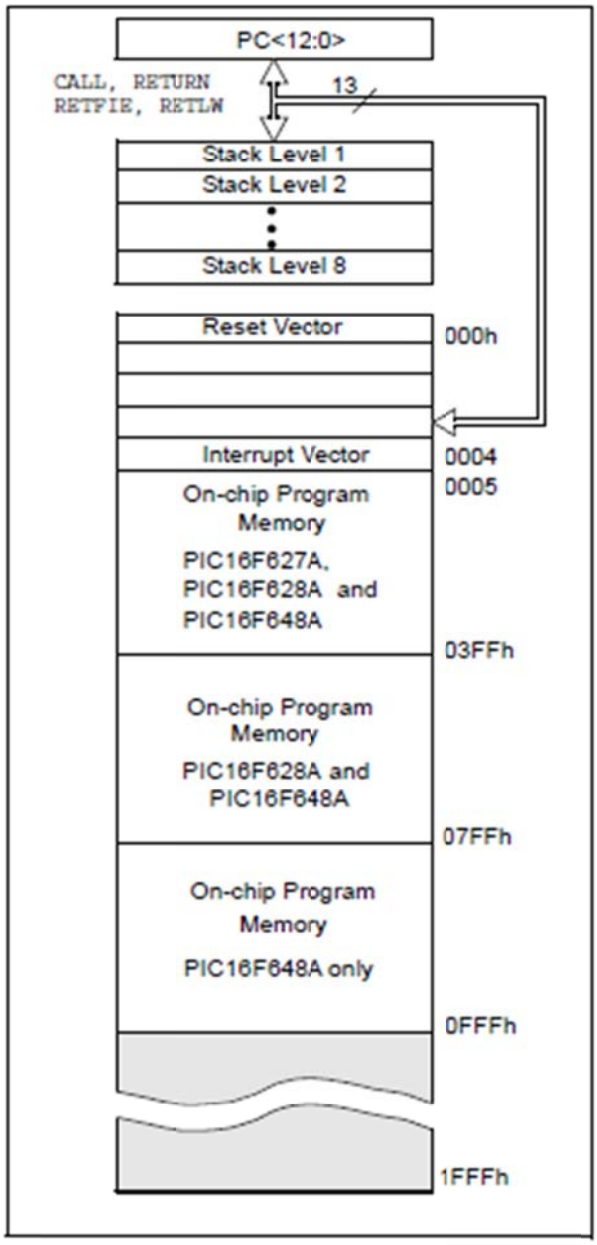


Figura.8 Memoria de Programa del PIC 16F628A.

Fuente: USATEGUI, J. Ma. Angulo, Cueva, *Microcontroladores PIC, la solución en un chip*, Editorial Paraninfo, 1997

1.2.2.4 MEMORIA DE DATOS.

El PIC tiene dos tipos de memorias de datos, la una SRAM, que es un tipo de memoria volátil, en esta se encuentran los registros de propósito general (GPR) en donde se almacenan variables, y los registros especiales (SFR), que se encargan del contador del programa, el conteo del temporizador, el estado de los puertos, la configuración de interrupciones y otras. Tiene 512 líneas de 8 bits cada una y esta particionada en 4 bancos, que van del banco 0 al banco 3, cada uno posee 128 bytes. (Figura.9)

La otra es una memoria auxiliar no volátil conocida como EEPROM, con una capacidad de 128 posiciones de 8 bits cada una, a esta se accede mediante programación, en ella el usuario puede almacenar datos que se necesitan conservar aun sin alimentación.

Este microcontrolador es fabricado con tecnología CMOS, por lo que tiene un bajo consumo de potencia (2mA a 4MHz), además es totalmente estático, lo que quiere decir que si el reloj se detiene los datos de la memoria RAM no se pierden, claro está si el micro sigue alimentado. La memoria de datos RAM tiene 518 líneas de 8 bits cada una y esta particionada por 4 bancos banco0, banco1, banco2 y banco3 con 128 bytes cada uno.

El acceso a cada banco se lo realiza con los bits RP0 y RP1 del registro STATUS, la mayoría de los Bytes son ocupados por los Registros de Funciones Especiales (SFR) o no están implementadas.

Para el caso del PIC16F628A solo 224 posiciones de memoria RAM están disponibles para los Registros de Propósito General (GPR).

1.2.2.5 DIAGRAMA DE PINES.

En la Figura.10 podemos observar la distribución de pines del PIC 16F628A, los cuales se irán analizando uno a uno en la Tabla1.

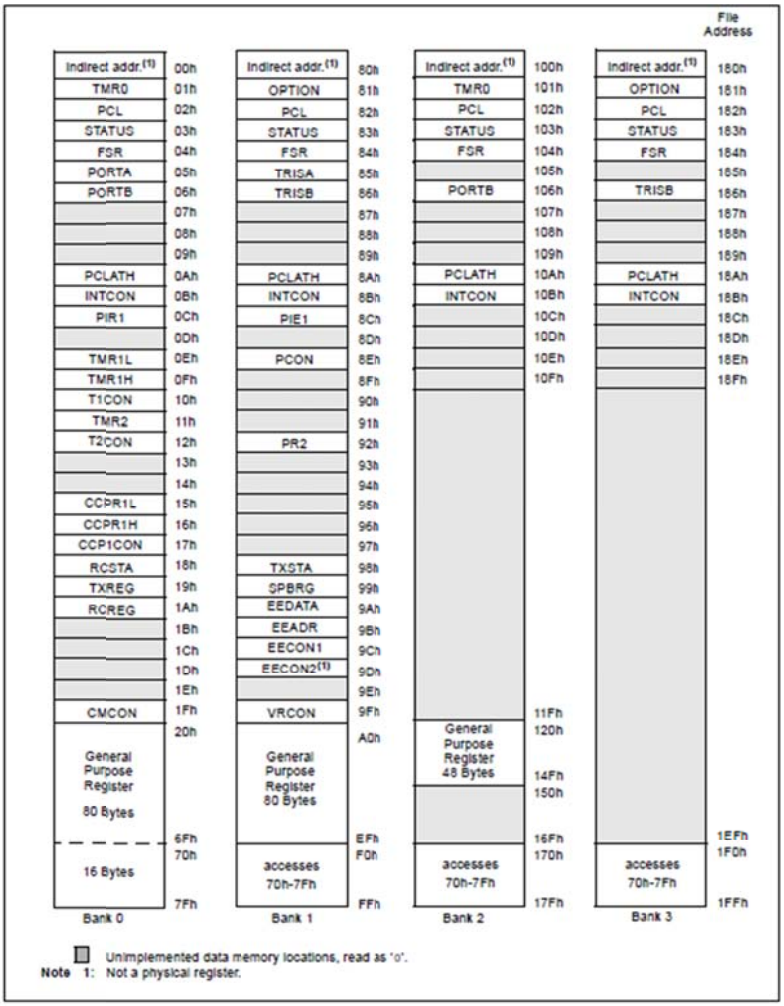


Figura.9 Memoria de Datos del PIC 16F628A.

Fuente: USATEGUI, J. Ma. Angulo, Cueva, *Microcontroladores PIC, la solución en un chip*, Editorial Paraninfo, 1997

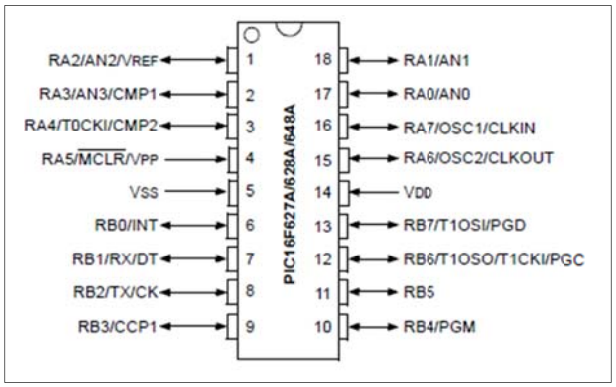


Figura.10 Distribución de pines del PIC 16F628A.

Fuente: USATEGUI, J. Ma. Angulo, Cueva, *Microcontroladores PIC, la solución en un chip*, Editorial Paraninfo, 1997

PIN	NOMBRE	DESCRIPCION
17	RA0/AN0	Pin bidireccional I/O, entrada comparador análogo
18	RA1/AN1	Pin bidireccional I/O, entrada comparador análogo
1	RA2/AN2/VREF	Pin bidireccional I/O, entrada comparador análogo y Vref
2	RA3/AN3/CMP1	Pin I/O, entrada comparador análogo y salida del comparad análogo 1
3	RA4/T0CKI/CMP2	Pin I/O, entrada reloj TIMER0 y salida del comparador análogo 2
4	RA5/MCLR/VPP	Pin de entrada, en modo MCLR activa RESET externo
15	RA6/OSC2/CLKOUT	Pin I/O, entrada del oscilador externo, salida de ¼ de la Fosc1
16	RA7/OSC1/CLKIN	Pin I/O, entrada del oscilador externo, entrada del reloj externo
6	RB0/INT	Pin I/O, resistencia Pull-Up programable, entrada de interrupción externa
7	RB1/RX/DT	Pin I/O, resistencia Pull.Up, entrada dato RS232, I/O dato serial asíncrono
8	RB2/TX/CK	Pin I/O, resistencia Pull.Up, salida dato RS232, I/O señal de reloj asíncrono
9	RB3/CCP1	Pin I/O, resistencia Pull.Up, modulo CCP/PWM entrada o salida
10	RB4/PGM	Pin I/O Pull.Up, entrada de voltaje bajo de programación
11	RB5	Pin I/O resistencia Pull.Up programable
12	RB6/T1OSO/T1CK1	Pin I/O resistencia Pull.Up, salida osc Timer1, entra reloj de ICSP
13	RB7/T1OS1	Pin I/O resistencia Pull.Up, entrada osc Timer1, I/O datos de ICSP

Tabla1. Descripción de pines del PIC 16F628A.

Fuente: Propia, *Módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.*

1.2.3 COMUNICACIÓN SERIAL.

El Transmisor-Receptor Asíncrono-Síncrono Universal (USART) es uno de los dos módulos I/O seriales con los que cuenta el PIC16F628A. Es posible configurar el USART como un sistema asíncrono full-duplex capaz de comunicarse con dispositivos periféricos tales como terminales CRT y PC's. También puede programarse como un sistema síncrono half-duplex para comunicar al MCU con circuitos integrados periféricos tales como ADC, DAC, EPROM's seriales, etc.

El módulo USART se puede programar para funcionar en los siguientes modos:

- Asíncrono (full duplex)

- Síncrono – maestro (half duplex)
- Síncrono – esclavo (half duplex)

Para llevar a cabo una comunicación serial de PIC a PIC, lo haremos mediante el protocolo RS232, el cual se encargará de realizar dicha comunicación, de la misma manera lo haremos para una comunicación PIC a PC, el integrado Max232 es el que se encarga de realizar lo expuesto anteriormente.

La comunicación serial consiste en el envío de un bit de información de manera secuencial, es decir un bit a la vez y a un ritmo acordado entre el emisor y el receptor. La comunicación serial en computadores ha seguido los estándares definidos en 1969 por el RS-232, el cual establece niveles de voltaje, velocidad de transmisión de los datos, etc. Por ejemplo, este protocolo establece un nivel de -12v como un uno lógico y un nivel de voltaje de +12v como un cero lógico, pero en los microcontroladores se usa por lo general 5v como un uno lógico y 0v como un cero lógico, es por ello que nos valemos del integrado max232 para hacer un acople y poder realizar la comunicación serial. El circuito que se debería implementar para establecer la comunicación serial se puede observar en la Figura11.

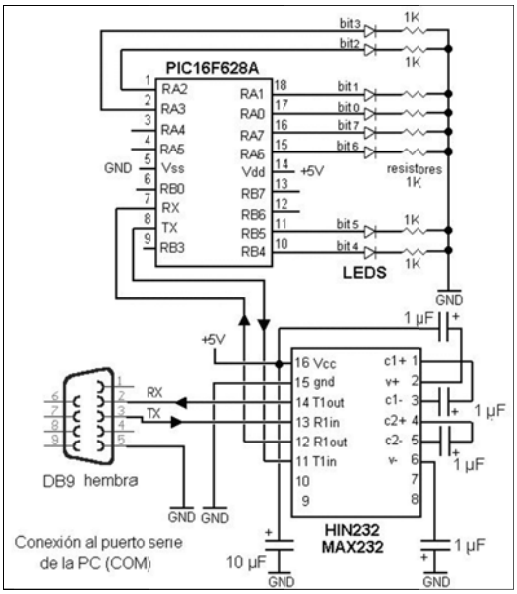


Figura.11 Circuito de comunicación por RS232 del PIC16F628A y una PC.

Fuente: REYES, Carlos, *Microcontroladores, Programación en Basic.* - 3ra. Edición, Rispergarf, Quito-Ecuador, 2008

1.3 MÓDULOS INALÁMBRICOS XBEE.

1.3.1 GENERALIDADES.

> Zigbee es un protocolo de comunicaciones inalámbrico basado en el estándar de comunicaciones para redes inalámbricas IEEE_802.15.4. Creado por Zigbee Alliance, una organización, teóricamente sin ánimo de lucro, de más de 200 grandes empresas, muchas de ellas fabricantes de semiconductores. Zigbee permite que dispositivos electrónicos de bajo consumo puedan realizar sus comunicaciones inalámbricas. Es especialmente útil para redes de sensores en entornos industriales, médicos y, sobre todo, domóticos.[2]

Las comunicaciones Zigbee se realizan en la banda libre de 2.4GHz. A diferencia de bluetooth, este protocolo no utiliza FHSS (Frequency hooping), sino que realiza las comunicaciones a través de una única frecuencia, es decir, de un canal. Normalmente puede escogerse un canal de entre 16 posibles. El alcance depende de la potencia de transmisión del dispositivo así como también del tipo de antenas utilizadas (cerámicas, dipolos, etc) El alcance normal con antena dipolo en línea vista es de aproximadamente (tomando como ejemplo el caso de MaxStream, en la versión de 1mW de potencia, ver Figura12) de 100m y en interiores de unos 30m. La velocidad de transmisión de datos de una red Zigbee es de hasta 256kbps.

Figura.12 Módulo Xbee Serie1 Chip Antena.

Fuente: OYARCE, Andrés, Guía del Usuario XBEE Series 1. – 1ra. Edición, MCI Electronics, Santiago-Chile, 2010

[2] OYARCE, Andrés, *Guía del Usuario XBEE Series 1*. – 1ra. Edición, MCI Electronics, Santiago-Chile, 2010, *p. 6*

Una red Zigbee la pueden formar, teóricamente, hasta 65535 equipos, es decir, el protocolo está preparado para poder controlar en la misma red esta cantidad enorme de dispositivos.
Entre las necesidades que satisface el módulo se encuentran:

- Ultra-bajo consumo de potencia.
- Bajo costo.
- Uso de bandas de radio libres y sin necesidad de licencias.
- Instalación barata y simple.
- Redes flexibles y extensibles.

El uso del protocolo Zigbee va desde reemplazar un cable por una comunicación serial inalámbrica, hasta el desarrollo de configuraciones punto a punto, multipunto, peer-to-peer o redes complejas de sensores.

1.3.2 CARACTERÍSTICAS.

MaxStream fabrica más de 70 tipos de módulos Xbee con diferentes antenas, potencia y capacidades. Muchas de las características de los módulos Xbee tales como velocidad de transmisión y canales por ejemplo pueden ser configurados utilizando el software X-CTU o directamente desde un microcontrolador.

Una red Zigbee la forman básicamente 3 tipos de elementos. Un único dispositivo Coordinador, dispositivos Routers y dispositivos finales.

El Coordinador.

Es el nodo de la red que tiene la única función de formar una red. Es el responsable de establecer el canal de comunicaciones y del PAN ID (identificador de red) para

toda la red. Una vez establecidos estos parámetros, el Coordinador puede formar una red, permitiendo unirse a él a dispositivos Routers y End Points. Una vez formada la red, el Coordinador hace las funciones de Router, esto es, participar en el enrutado de paquetes y ser origen y/o destinatario de información.

Los Routers.

Es un nodo que crea y mantiene información sobre la red para determinar la mejor ruta para transmitir un paquete de información. Lógicamente un router debe unirse a una red Zigbee antes de poder actuar como Router retransmitiendo paquetes de otros routers o de dispositivos finales (End points).

Dispositivos Finales

Los dispositivos finales no tienen capacidad de enrutar paquetes. Deben interactuar siempre a través de su nodo padre, ya sea este un Coordinador o un Router, es decir, no puede enviar información directamente a otro end device o dispositivo final. Normalmente estos equipos van alimentados a baterías. El consumo es menor al no tener que realizar funciones de enrutamiento.

1.3.3 APLICACIONES.

> Cada módulo Zigbee, al igual que ocurre con las direcciones MAC de los dispositivos ethernet, tiene una dirección única. En el caso de los módulos Zigbee cada uno de ellos tiene una dirección única de 64bits que viene grabada de fábrica. Por otro lado, la red Zigbee, utiliza para sus algoritmos de ruteo direcciones de 16 bits. Cada vez que un dispositivo se asocia a una red Zigbee, el Coordinador al cual se asocia le asigna una dirección única en toda la red de 16bits.[3]

Por eso el número máximo teórico de elementos que puede haber en una red Zigbee es de 2^16 = 65535, que es el nº máximo de direcciones de red que se pueden

[3] OYARCE, Andrés, *Guía del Usuario XBEE Series 1*. – 1ra. Edición, MCI Electronics, Santiago-Chile, 2010, *p. 9*

asignar. Estos módulos Xbee, pueden ser ajustados para usarse en redes de configuración punto a punto, punto a multipunto o peer to peer, estas topologías se pueden ver en la Figura13.

Figura.13 Topologías soportadas por los Módulos Xbee Serie1.
Fuente: OYARCE, Andrés, Guía del Usuario XBEE Series 1. – 1ra. Edición, MCI Electronics, Santiago-Chile, 2010

En la Figura14 se observan los diferentes tipos de antenas que usan los módulos del XBee. El Chip de la antena en la parte superior, el conector para la antena RF, y el conector para una antena integrada Whip.

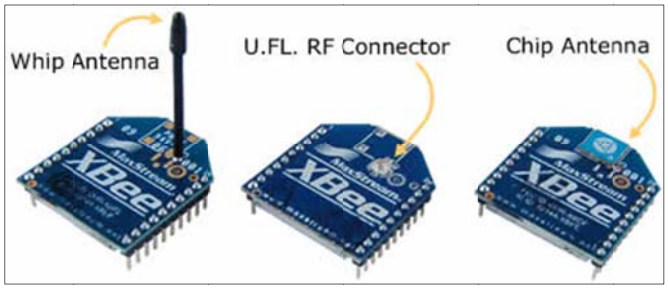


Figura.14 Tipos de antenas soportadas por los Módulos Xbee Serie1.
Fuente: OYARCE, Andrés, Guía del Usuario XBEE Series 1. – 1ra. Edición, MCI Electronics, Santiago-Chile, 2010

Son utilizados en automatización de casas o lo que se conoce como domótica, sistemas de seguridad, monitoreo de sistemas remotos, aparatos domésticos, alarmas contra incendio, plantas tratadoras de agua, instrumental médico, medidores de energía eléctrica, etc.

1.3.4 CIRCUITO BÁSICO DEL XBEE.

Los módulos Xbee necesitan de un circuito básico de funcionamiento para operar, a continuación se puede observar la circuitería necesaria para ponerlo en marcha, cabe recalcar que según la aplicación a realizar se deberá configurar el modulo según el modo de operación que requiera dicha aplicación.

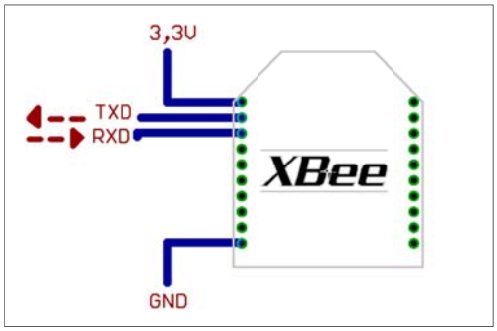


Figura.15 Circuito básico para el funcionamiento de un Módulo Xbee.
Fuente: OYARCE, Andrés, Guía del Usuario XBEE Series 1. – 1ra. Edición, MCI Electronics, Santiago-Chile, 2010

Como se puede observar en la Figura15 el módulo requiere una alimentación desde 2.8 a 3.3 V, la conexión a tierra y las líneas de transmisión de datos por medio del UART (TXD y RXD) para comunicarse con un microcontrolador, o directamente a un puerto serial utilizando algún conversor adecuado para los niveles de voltaje.

En caso de que se envíe una gran cantidad de información, el buffer del módulo se puede sobrepasar. Para evitar existen dos alternativas: bajar la tasa de transmisión activar el control de flujo.

1.3.5 COMUNICACIÓN SERIAL.

Los módulos Xbee proporcionan 2 formas de comunicación: Transmisión serial transparente (modo AT) y el modo API que provee muchas ventajas. Los módulos Xbee pueden ser configurados desde el PC utilizando el programa X-CTU o bien desde un microcontrolador. Los Xbee pueden comunicarse en arquitecturas punto a punto, punto a multi punto o en una red mesh. Los módulos XBee vienen con

diferentes tipos de antenas, como son el tipo chip o el de tipo alambre o conector SMA), además según la serie la potencia de transmisión varía entre 2mW para 300 pies o 60mW para hasta 1 milla.

Los módulos XBee están formados por un microcontrolador, un emisor y un receptor de RF. Existen dos protocolos, el protocolo 802.15.4 y el protocolo Zigbee. Ambos protocolos están pensados para trabajar en red, permitiendo realizar comunicaciones peer-to-peer, unicast o broadcast como ya lo explicamos anteriormente. Una de las principales características de estos módulos es que pueden usarse para transmitir datos de un puerto serie inalámbricamente simplemente conectando el pin RX y TX y configurando los parámetros de comunicación, cabe recalcar que la alimentación de estos módulos es de 3.3v y se debe por lo tanto construir un driver adecuado para no quemar el dispositivo o bien conseguir una tarjeta Xbee Explorer Regulated (Figura16) la cual adapta los niveles de voltaje para proteger el dispositivo.

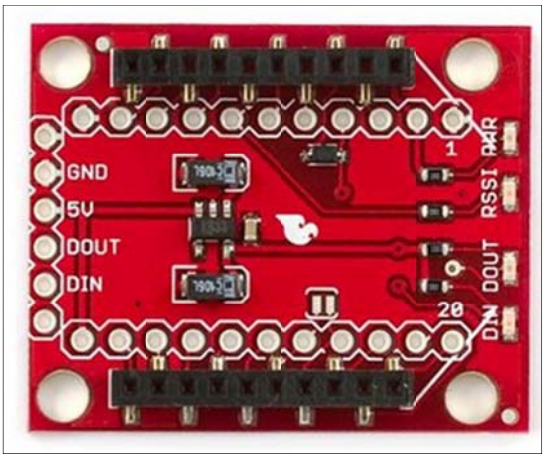


Figura.16 Xbee Explorer Regulated.

Fuente: Propia, *Módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.*

CAPÍTULO II

DESARROLLO DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN

2.1 ESQUEMA DEL MÓDULO TX.

El módulo emisor está constituido por un Xbee serie 1 el cual está encargado de enviar los datos hacia el Xbee del módulo receptor, estos datos provienen del PIC 16F628A, el cual siempre está esperando la señal producida al momento de que el usuario del dispositivo seleccione alguna actividad, la cual se puede observar por indicadores visuales (led´s), y enviará datos al PIC, este lo procesa y enviará un dato al Xbee.

En la figura.17 se puede observar el circuito de conexión del módulo emisor con más detalle, cada una de las conexiones realizadas y cada uno de los elementos que constituyen el modulo emisor.

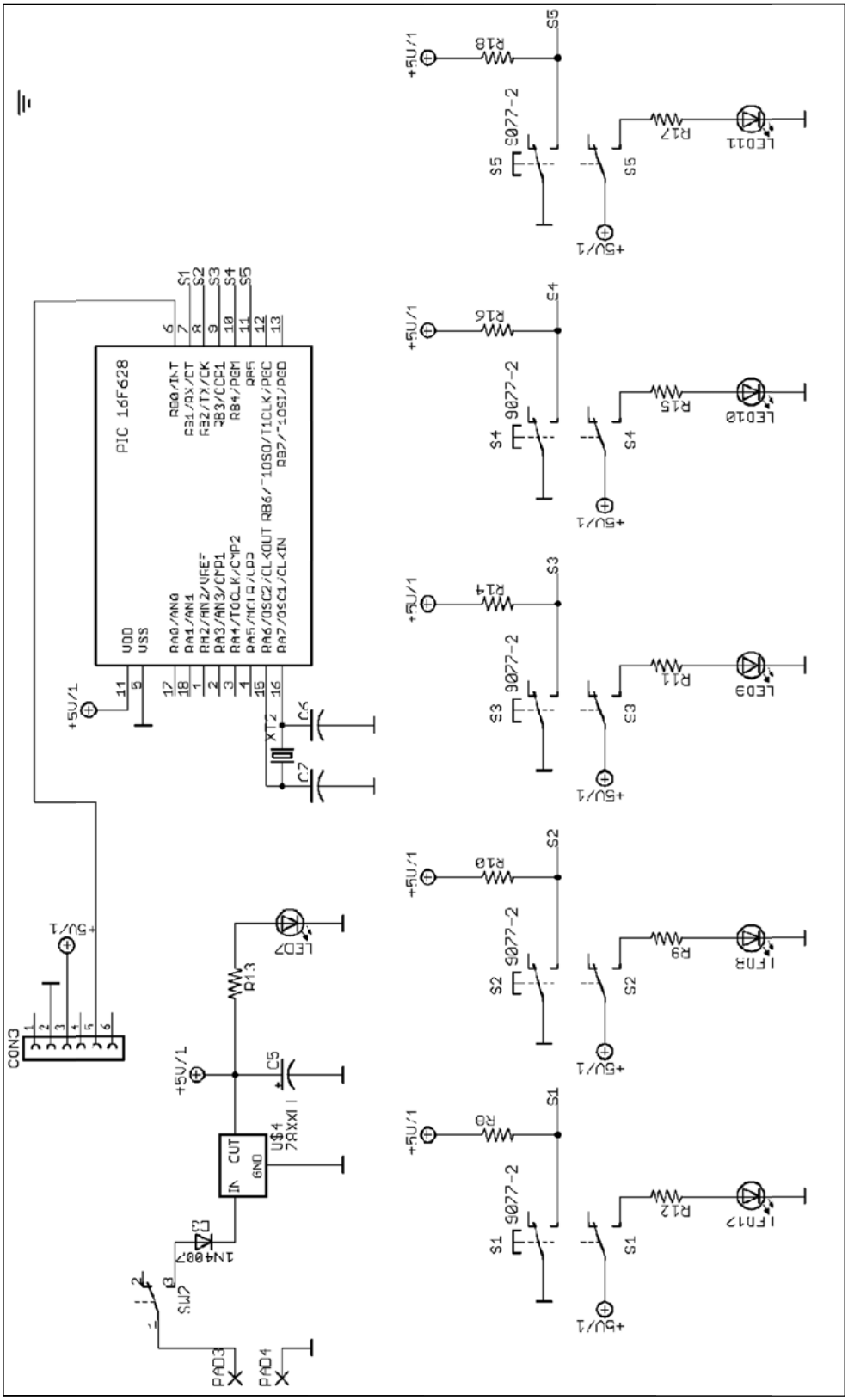


Figura.17 Circuito interno del Módulo Emisor.

Fuente: Propia, *Módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.*

2.2 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR.

La programación del Módulo Emisor fue realizado en MicroCode Studio, es un lenguaje de alto nivel, el cual nos permite realizar la programación de una manera más sencilla como podremos observar a continuación.

El programa hace que el PIC16F628A transmita datos serialmente a una velocidad de 9600 baudios por el puerto RB0 hacia el modulo Xbee para su posterior envío hacia el Xbee receptor, todo esto lo hace desde que se enciende el modulo y se establece conexión entre ellos. El PIC constantemente está verificando la activación o desactivación de los 5 pulsantes que corresponden a las 5 actividades que el usuario puede seleccionar.

2.2.1 CÓDIGO DEL PROGRAMA

```
;  MÓDULO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO EMISOR
;  ISMAEL PINEDA
;  UPS 2012

INCLUDE "modedefs.bas"          ;incluyen los modos de comunicación seriales

@ device pic16F628a, hs_osc, wdt_off, bod_off, lvp_off, mclr_off

DEFINE OSC 10
CMCON = 7
TRISB = %11111110

S1 VAR PORTB.1
S2 VAR PORTB.2
S3 VAR PORTB.3
S4 VAR PORTB.4
S5 VAR PORTB.5
PAUSE 500
```

```
Inicio:

    IF S1 = 0  THEN SEROUT PORTB.0,T9600,["A"]
    IF S1 = 1  THEN SEROUT PORTB.0,T9600,["a"]
    PAUSE 50

    IF S2 = 0  THEN SEROUT PORTB.0,T9600,["B"]
    IF S2 = 1  THEN SEROUT PORTB.0,T9600,["b"]
    PAUSE 50

    IF S3 = 0  THEN SEROUT PORTB.0,T9600,["C"]
    IF S3 = 1  THEN SEROUT PORTB.0,T9600,["c"]
    PAUSE 50

    IF S4 = 0  THEN SEROUT PORTB.0,T9600,["D"]
    IF S4 = 1  THEN SEROUT PORTB.0,T9600,["d"]
    PAUSE 50

    IF S5 = 0  THEN SEROUT PORTB.0,T9600,["E"]
    IF S5 = 1  THEN SEROUT PORTB.0,T9600,["e"]
    PAUSE 50

GOTO Inicio

END
```

2.3 CONSTRUCCIÓN ELECTRÓNICA.

La construcción del circuito del módulo emisor fue realizado primeramente en un protoboard o tablero de conexión sin soldadura para poder hacer cualquier modificación al circuito de una manera más sencilla. La figura.18 muestra las conexiones de los diferentes elementos del módulo montados sobre el protoboard.

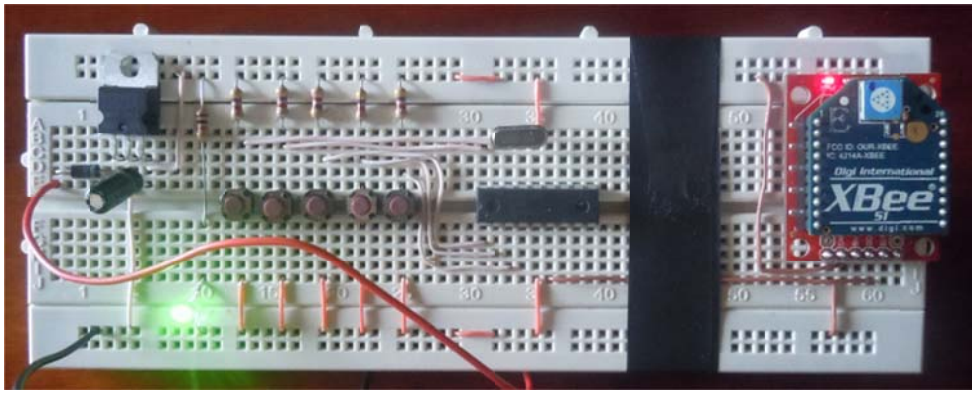


Figura.18 Módulo Emisor en protoboard.

Fuente: Propia, *Módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.*

El diseño del circuito impreso fue realizado tratando de optimizar el espacio, tomando en cuenta la correcta ubicación de cada uno de los elementos para que el dispositivo tenga la mayor robustez posible. En el Anexo 2 se puede observar el diseño final de la tarjeta electrónica con la ubicación de cada uno de sus elementos y también el diseño de las pistas o PCB.

2.4 ESQUEMA DEL MÓDULO RX.

El módulo receptor está constituido por un Xbee serie 1 el cual está encargado de recibir los datos enviados por el Xbee del emisor y pasarlos al PIC 16F628A, el cual procesa los datos y procede a encender los led´s indicadores de la actividad seleccionada por el usuario del dispositivo y también activará un transistor que a su vez energiza el motor vibrador. En la figura 19 se puede observar el circuito de conexión del modulo receptor con más detalle, en donde podemos observar claramente cada una de las conexiones realizadas, y cada uno de los elementos que constituyen el modulo receptor como tal.

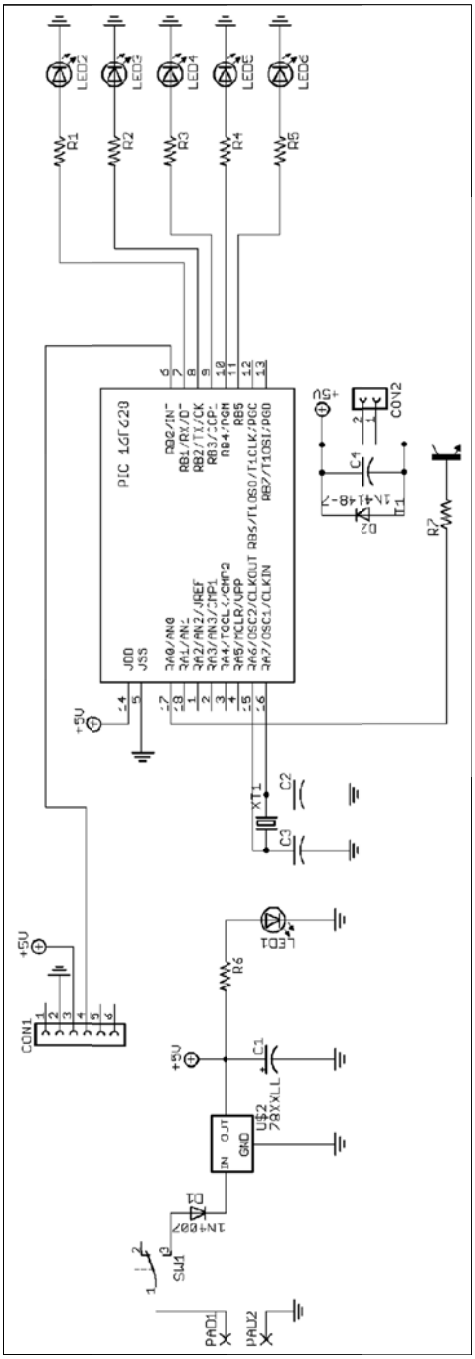


Figura.19 Circuito interno del Módulo Receptor.

Fuente: Propia, *Módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.*

2.5 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR.

La programación del Módulo Receptor fue realizada en MicroCode Studio, es un lenguaje de alto nivel, el cual nos permite realizar la programación de una manera más sencilla como podremos observar a continuación.

El programa hace que el PIC16F628A reciba datos serialmente a una velocidad de 9600 baudios por el puerto RB0 y una vez recibido los datos los compara para poder determinar qué actividad a escogido el usuario, es decir verifica que dato le ha enviado el emisor y según sea el dato activa su led correspondiente al mismo tiempo que activa el motor dos veces por medio segundo, lo que provoca que el modulo vibre dos veces durante medio segundo alertando que una o varias actividades han sido seleccionadas por usuario en el modulo emisor. El PIC constantemente está verificando la activación o desactivación de los 5 pulsantes que corresponden a las 5 actividades que el usuario puede seleccionar.

2.5.1 CODIGO DEL PROGRAMA

```
;  MODULO DE COMUNICACIÓN INALAMBRICO RECEPTOR
;  ISMAEL PINEDA
;  UPS 2012

INCLUDE "modedefs.bas"              ;incluyen los modos de comunicación seriales
@ device pic16F628a, hs_osc, wdt_off, bod_off, lvp_off, mclr_off
DEFINE OSC 10
 ban1 VAR BIT                       ; creo 5 banderas
 ban2 VAR BIT
 ban3 VAR BIT
 ban4 VAR BIT
 ban5 VAR BIT
dat VAR BYTE              ;variable de almacenamiento de 255
CMCON = 7
TRISB = %00000001           ; declaro el pin RB0 como entrada  los demás salidas
TRISA = %00000000
```

```
l1 VAR PORTB.1            ; renombro los pines RB1-RB5 como L para los led´s
l2 VAR PORTB.2
l3 VAR PORTB.3
l4 VAR PORTB.4
l5 var PORTB.5
M  VAR PORTA.0            ; renombro el pin RA0 como M para el motor

 ban1 = 0                   ; pongo en 0 las banderas
 ban2 = 0
 ban3 = 0
 ban4 = 0
 ban5 = 0
LOW l1:LOW l2:LOW l3:LOW l4:LOW l5:LOW M
PAUSE 500

Inicio:
    SERIN PORTB.0,T9600,dat     ;esperar el dato y guardarlo en dat
    IF ban1 = 0 AND dat = "A" THEN HIGH L1:HIGH M :PAUSE 500 :LOW
M:PAUSE 1000:HIGH M :PAUSE 500 :LOW M:ban1 = 1
    IF dat = "a" THEN LOW L1: ban1=0

    IF ban2 = 0 AND dat = "B" THEN HIGH L2:HIGH M :PAUSE 500 :LOW
M:PAUSE 1000:HIGH M :PAUSE 500 :LOW M:ban2 = 1
    IF dat = "b" THEN LOW L2: ban2=0

    IF ban3 = 0 AND dat = "C" THEN HIGH L3:HIGH M :PAUSE 500 :LOW
M:PAUSE 1000:HIGH M :PAUSE 500 :LOW M:ban3 = 1
    IF dat = "c" THEN LOW L3: ban3=0

    IF ban4 = 0 AND dat = "D" THEN HIGH L4:HIGH M :PAUSE 500 :LOW
M:PAUSE 1000:HIGH M :PAUSE 500 :LOW M:ban4 = 1
    IF dat = "d" THEN LOW L4: ban4=0
```

```
    IF ban5 = 0 AND dat = "E" THEN HIGH L5:HIGH M :PAUSE 500 :LOW
M:PAUSE 1000:HIGH M :PAUSE 500 :LOW M:ban5 = 1
    IF dat = "e" THEN LOW L5: ban5=0

GOTO Inicio
END
```

2.6 CONSTRUCCIÓN ELECTRÓNICA.

El módulo receptor implementado en el protoboard para realizar las primeras pruebas de funcionamiento y conectividad se puede observar en la figura.20.

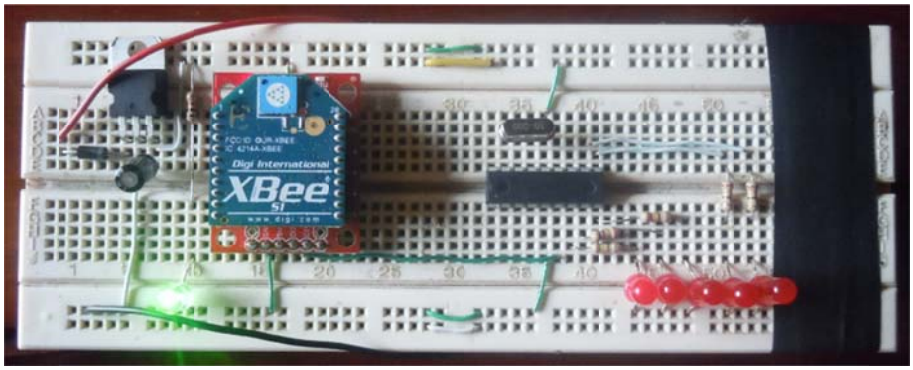


Figura.20 Módulo Receptor en protoboard.

Fuente: Propia, *Módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.*

El diseño del circuito impreso fue realizado tratando de optimizar el espacio, tomando en cuenta la correcta ubicación de cada uno de los elementos para que el dispositivo tenga la mayor robustez posible. En el Anexo 3 se puede observar el diseño final de la tarjeta electrónica con la ubicación de cada uno de sus elementos y también el diseño de las pistas o PCB.

2.7 ENSAMBLAJE.

El montaje de los diferentes elementos en cada una de las placas se pueden observar en las figuras 21 y 22 las cuales muestran los circuitos internos ya implementados en

la tarjeta electrónica tanto del módulo emisor como del módulo receptor respectivamente.

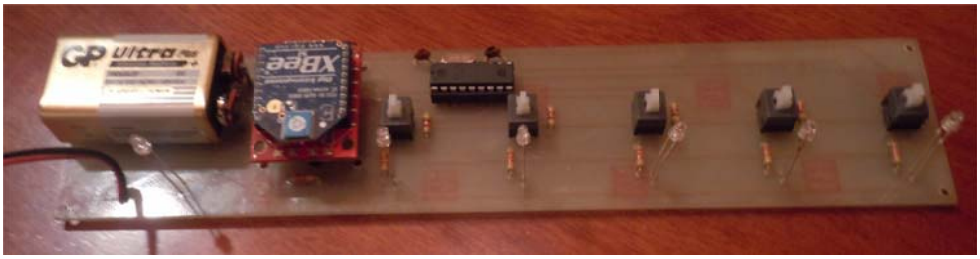


Figura.21 Tarjeta electrónica del Módulo Emisor.

Fuente: Propia, *Módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.*

Figura.22 Tarjeta electrónica del Módulo Receptor.

Fuente: Propia, *Módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.*

De igual forma en la figura 23 se puede observar los módulos terminados y acoplados a su respectiva carcasa.

Figura.23 Módulo Emisor y Receptor terminados

Fuente: Propia, *Módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.*

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 VALIDACIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN.

Al realizar las pruebas finales de funcionamiento del módulo de comunicación se obtuvieron buenos resultados, ya que el módulo cumple con lo planteado al iniciar el desarrollo de este proyecto, lo cual es brindar la oportunidad de que estos niños expresen sus deseos o requerimientos, valiéndose del módulo como una herramienta de comunicación el usuario, en este caso un niño con parálisis cerebral ha logrado solucionar de una u otra manera sus problemas de comunicación, ayudando de esta forma a su desarrollo personal. Las fotografías que evidencian lo dicho anteriormente pueden ser observadas en el anexo 4, al igual que un CD que contiene un video realizado con los niños en el instituto en el anexo 5.

3.2 CONCLUSIONES.

Al construir el módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla, se pudo dar la oportunidad de expresar deseos o requerimientos de estos niños, los cuales forman parte de una población vulnerable en nuestra comunidad.

El diseño original del modulo emisor se planteó con el uso de sensores ópticos infrarrojos como los elementos seleccionadores de las 5 diferentes actividades planteadas, pero al realizar las diferentes pruebas se determinó que el método más optimo para realizar este proceso es con la utilización de botones, los cuales dieron mejores resultados al momento en que los niños seleccionaban alguna actividad. Es

por esto que se modificó esta sección del modulo emisor con el único objetivo de brindar mayor facilidad a los niños a la hora de usar el módulo.

Si bien se plantearon 5 actividades que el niño puede escoger, el módulo no se limita a eso ya que se le podría dar varios usos mas, académicamente por ejemplo para el aprendizaje de las vocales, las cuales se asignarían a los 5 botones. Pues bien he citado un ejemplo que para nosotros suena bien sencillo pero para estos niños es un reto que mediante el uso del módulo tal vez el niño se sienta más motivado y consiga aprender.

Los módulos son sencillos pero brindan una oportunidad de comunicación a estos niños, los cuales sobrellevan diariamente problemas de comunicación y transporte, mediante la implementación de estos módulos se ha logrado aplacar uno de estos problemas, es decir el de la comunicación, ya que valiéndose de esta herramientas podrán expresar de cierta forma sus deseos o requerimientos los cuales podrán ser atendidos por una persona adulta responsable del niño.

El módulo receptor ha sido implementado para que notifique a la persona responsable sobre alguna actividad seleccionada mediante señales luminosas y sensitivas, es decir que la persona podrá observar mediante led´s que actividad se ha seleccionado y también sentirá una vibración del dispositivo, a manera de zumbido, una característica similar a la de los teléfonos celulares.

La utilización de los módulos inalámbricos Xbee fue de gran ayuda para el desempeño del dispositivo, ya que el software X-CTU nos brinda la oportunidad de configurar de una manera más sencilla los Xbee. Mediante la realización del programa y el estudio de estos módulos se pudo dominar completamente a los mismos.

El alcance de estos módulos Xbee serie 1 según el fabricante es de 100 m y 30 m con línea de vista directa y con paredes respectivamente, pero luego de varios ensayos se determino que el alcance real de los módulos es de 100 m y 18 m, por tanto hay que considerar estos resultados para el correcto desempeño del módulo de comunicación,

ya que si a los módulos se los hiciera funcionar fuera de los rangos establecidos tendrán dificultades para transmitir datos.

3.2 RECOMENDACIONES.

Al trabajar con un grupo de niñas y niños que presenten parálisis cerebral con pérdida del habla, se debe tener siempre presente que son parte de la sociedad y de una u otra forma se los debe tratar de incluir y no lo contrario, es por ello que este módulo tratará de conseguir lo expuesto anteriormente, pero para ello se deberá trabajar conjuntamente con las docentes para que el niño tenga un mejor desenvolvimiento a la hora de usar el módulo.

Otro aspecto importante es el diseño de los dispositivos que van a utilizar estos niños deberá ser lo suficientemente robusto como para soportar el trajín y el uso diario del mismo, ya que muchos de estos niños no poseen una control total de sus extremidades, por tanto podrían golpear y dañar el dispositivo involuntariamente, por ello es que se deberá considerar este aspecto a la hora del diseño.

Los materiales escogidos para las cubiertas de los dispositivos deberán ser lo suficientemente robustos para soportar el uso diario, sin olvidar que tampoco deberá lastimar a los niños.

Se recomienda que para un buen desempeño de los módulos se cambie periódicamente las baterías de los mismos, ya que en promedio las baterías dan autonomía a los módulos durante 4 horas continuas, o para prevenir el desgaste innecesario de las baterías es recomendable encenderlo en momentos necesarios como cuando la persona responsable del niño deba alejarse provisionalmente del niño. En lo que respecta al alcance de los módulos se debe tener en cuenta la distancia que se los puede separar, ya que si se sobrepasan las distancias establecidas los módulos pueden fallar en la transmisión de datos.

Para que los módulos tengan un mayor rango de cobertura únicamente se deberán cambiar los Xbee serie 1 por los Xbee PRO los cuales tienen un alcance sumamente mayor, en teoría 1 kilometro.

BIBLIOGRAFÍA.

- **TEXTUAL**

  - REYES, Carlos, *Microcontroladores, Programación en Basic.* - 3ra. Edición, Rispergarf, Quito-Ecuador, 2008

  - USATEGUI, J. Ma. Angulo, Cueva, *Microcontroladores PIC, la solución en un chip*, Editorial Paraninfo, 1997

  - GONZALEZ, José Adolfo, *Introducción a los microcontroladores*, Editorial McGraw Hill, 1997

  - USATEGUI, J. Ma. Angulo, Cueva, *Aplicaciones de los microcontroladores PIC de Microchip*, Editorial McGraw Hill, 1998

  - VIZHAY, Reflective Optical Sensor with Transistor Output. - 4ta. Edición, Vizhay Semiconductors, Heilbronn – Alemania, 2000

  - OYARCE, Andrés, Guía del Usuario XBEE Series 1. – 1ra. Edición, MCI Electronics, Santiago-Chile, 2010

- **VIRTUAL**

  - www.olimex.cl

  - www.electronicamagnabit.com

  - www.microchip.com

  - www.xbee.com

ANEXOS

ANEXO 1

ANTEPROYECTO DE TESIS

“MÓDULO DE COMUNICACIÓN PARA NIÑAS Y NIÑOS QUE PRESENTAN PARÁLISIS CEREBRAL CON PÉRDIDA DEL HABLA”

1. TEMA.

“Módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla”

2. JUSTIFICACIÓN.

La tecnología al servicio de la comunidad y en especial al servicio de las niñas y niños que padecen parálisis cerebral con pérdida total o parcial del habla, motiva el desarrollo del presente trabajo académico, con el objeto de apoyar al desarrollo de este grupo humano vulnerable de nuestra comunidad.

Los problemas que comúnmente aquejan a las personas con parálisis cerebral, son los de motricidad y de comunicación, en la gran mayoría de los casos se ven imposibilitados de moverse sin ayuda y de poder comunicarse con los demás, expresar sus ideas, deseos y parvedades, con este trabajo experimental se pretende mitigar en algo estas necesidades básicas.

El diseño, construcción e implementación de este módulo de comunicación electrónico, académicamente permitirá la obtención del título de Tecnólogo, contribuyendo de esta manera al proceso de aprendizaje personal e institucional.

3. PROBLEMÁTICA.

En la ciudad de Cuenca existen algunos institutos que trabajan con niñas y niños que padecen parálisis cerebral, estos institutos buscan mejorar su calidad de vida, enseñándoles cosas útiles para su desarrollo diario, además de brindarles terapia física para mejorar su motricidad. El personal que labora con estos niños tiene varios inconvenientes, principalmente de transporte y comunicación, por ejemplo: los niños no pueden comunicar sus deseos o requerimientos, de querer comer, dormir, ir al servicio higiénico, etc. Las niñas y niños que padecen parálisis cerebral y que además tienen pérdida del habla son más vulnerables, siendo este el grupo meta con quien se implementará el Módulo de Comunicación.

4. OBJETIVOS.

4.1 OBJETIVO GENERAL.

Brindar una alternativa de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Diseñar un módulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.

- Construir e implementar un modulo de comunicación para niñas y niños que presentan parálisis cerebral con pérdida del habla.

- Realizar las pruebas de funcionamiento del módulo de comunicación.

5. MARCO TEÓRICO.

5.1 SENSORES ÓPTICOS.

Los sensores ópticos se componen de dos elementos principales, un sensor y un emisor de luz, pudiendo estar este ultimo integrado dentro del sensor o estar situado fuera. La fuente de luz genera luz de una cierta frecuencia para que el sensor pueda detectarla más fácilmente y diferenciarla de otras fuentes cercanas. El tipo de luz más usado es el infrarrojo y en este caso, para diferenciar la luz de la fuente se deja una frecuencia fija y lo que se hace es emitir pulsos. El sensor simplemente descartará cualquier luz infrarroja que le llegue y que no sea intermitente, pudiendo así diferenciar la luz de la fuente de radiación infrarroja proveniente de otros objetos que generen calor.

Normalmente el sensor suele ser un dispositivo semiconductor como un fotodiodo, el cual genera una pequeña corriente cuando le impacta energía lumínica o un fototransistor que permite el paso de corriente cundo le llega luz. También hace falta un circuito de control capaz de comparar los pulsos del emisor con los del sensor para discernir posibles interferencias.

Dentro de esta categoría hay dos tipos principales: los sensores basados en la reflexión y los que trabajan en modo barrera. Los primeros tienen el emisor de luz y el detector muy próximos y deducen la distancia a la que está un objeto dependiendo del ángulo que forma la luz al rebotar sobre este. Esto hace que su rango sea bastante limitado. En cambio, los que trabajan en modo barrera tienen la fuente a cierta distancia enfrente del sensor y solo pueden saber si el rayo se obstruye o no, aunque también se pueden configurar para detectar una pérdida de cantidad de luz, utilizable esto para algún proceso de control de nivel de liquido en algún recipiente como en una cinta transportadora de botellas.

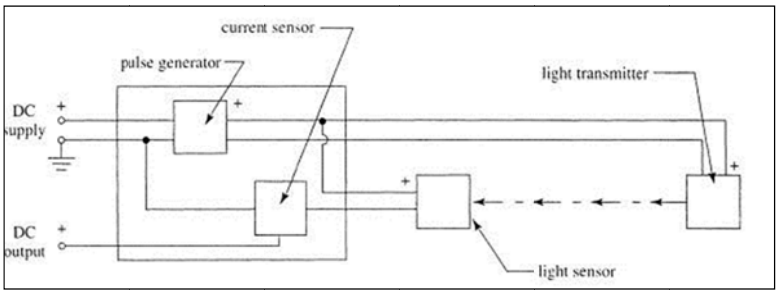


Fig.1 Esquema de un sensor óptico en modo barrera.

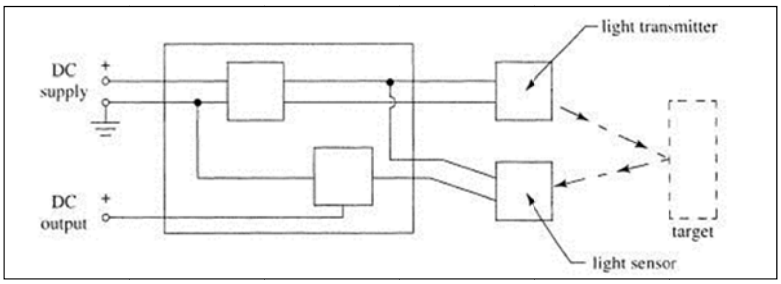


Fig.2 Esquema de un sensor óptico basado en reflexión.

El CNY70 es un sensor óptico reflexivo que tiene una construcción compacta dónde el emisor de luz y el receptor se colocan en la misma dirección para detectar la presencia de un objeto utilizando la reflexión del infrarrojo sobre el objeto.

La longitud de onda de trabajo es 950nm. El detector consiste en un fototransistor.

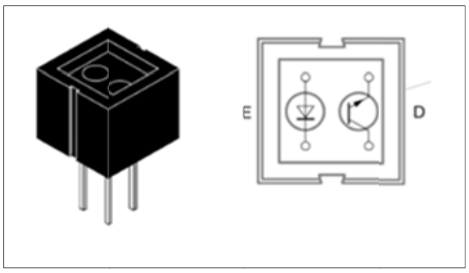


Fig.3 Esquema de un sensor óptico CNY 70.

5.2 MÓDULOS INALÁMBRICOS XBee.

Este módulo XBee proporciona conectividad inalámbrica, puede ser utilizado con cualquier dispositivo con capacidad de comunicación en serie. De forma

predeterminada, los paquetes de serie se envían en el siguiente formato: 9600 baudios, 8 bits de datos, sin paridad, 1 bit de parada, no invertida.

El XBee 802.15.4 OEM RF es un módulo compatible IEEE 802.15.4, solución que satisface las necesidades de bajo costo, bajo consumo de potencia para redes inalámbricas. Es fácil de usar, requiere poca energía y ofrece la entrega confiable de datos críticos entre los dispositivos. Su pequeño tamaño ahorra espacio valioso.

Los módulos XBee son económicos, poderosos y fáciles de utilizar. Algunas sus principales características son:

- Buen Alcance: hasta 300ft (100m) en línea vista para los módulos XBee y hasta 1 milla (1.6 Km) para los módulos XBee Pro.
- Poseen 9 entradas/salidas con entradas analógicas y digitales.
- Bajo consumo 50mA cuando están en funcionamiento y 10uA cuando están en modo sleep.
- Interfaz serial.
- 65,000 direcciones para cada uno de los 16 canales disponibles. Se pueden tener muchos de estos dispositivos en una misma red.

Existen 2 series de estos módulos. La serie 1 y la serie 2 o también conocida como 2.5. Los módulos de la Serie 1 y la Serie 2 tienen el mismo pin-out, sin embargo, No son compatibles entre sí ya que utilizan distintos chipset y trabajan con protocolos diferentes.[1]

Fig.4 Módulo de comunicación XBee.

[1] www.xbee.com

6. METODOLOGÍA.

- El proyecto se basará en un método científico-práctico.
- Se realizará diseños con software apropiado.
- La fabricación del proyecto se hará según se avance con el diseño.
- Se implementaran los circuitos en placas.
- Al final se harán pruebas de funcionamiento.

7. ESQUEMA DEL INFORME.

INTRODUCCIÓN.

CAPÍTULO 1.

ANÁLISIS DE TECNOLOGÍA DEL SISTEMA.

1.1 Sensores Ópticos Infrarrojos.

1.1.1 Principio de Funcionamiento.
1.1.2 Tipos de Sensores.
1.1.3 Características de los Sensores.
1.1.4 Circuitos de conexión.

1.2 Microcontroladores PIC

1.2.1 Generalidades.
1.2.2 Familias.
1.2.3 Comunicación Serial.

1.3 Módulos inalámbricos XBee

1.3.1 Generalidades.

1.3.2 Características.

1.3.3 Comunicación serial.

CAPÍTULO 2.

DESARROLLO DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN.

4.1 Esquema del Módulo Tx.

4.2 Programación del Microcontrolador.

4.3 Construcción electrónica.

4.4 Esquema del Módulo Rx.

4.5 Programación del Microcontrolador.

4.6 Construcción electrónica.

4.7 Ensamblaje.

CAPÍTULO 3.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Validación del módulo de comunicación.

5.2 Conclusiones.

5.2 Recomendaciones.

BIBLIOGRAFÍA.

ANEXOS.

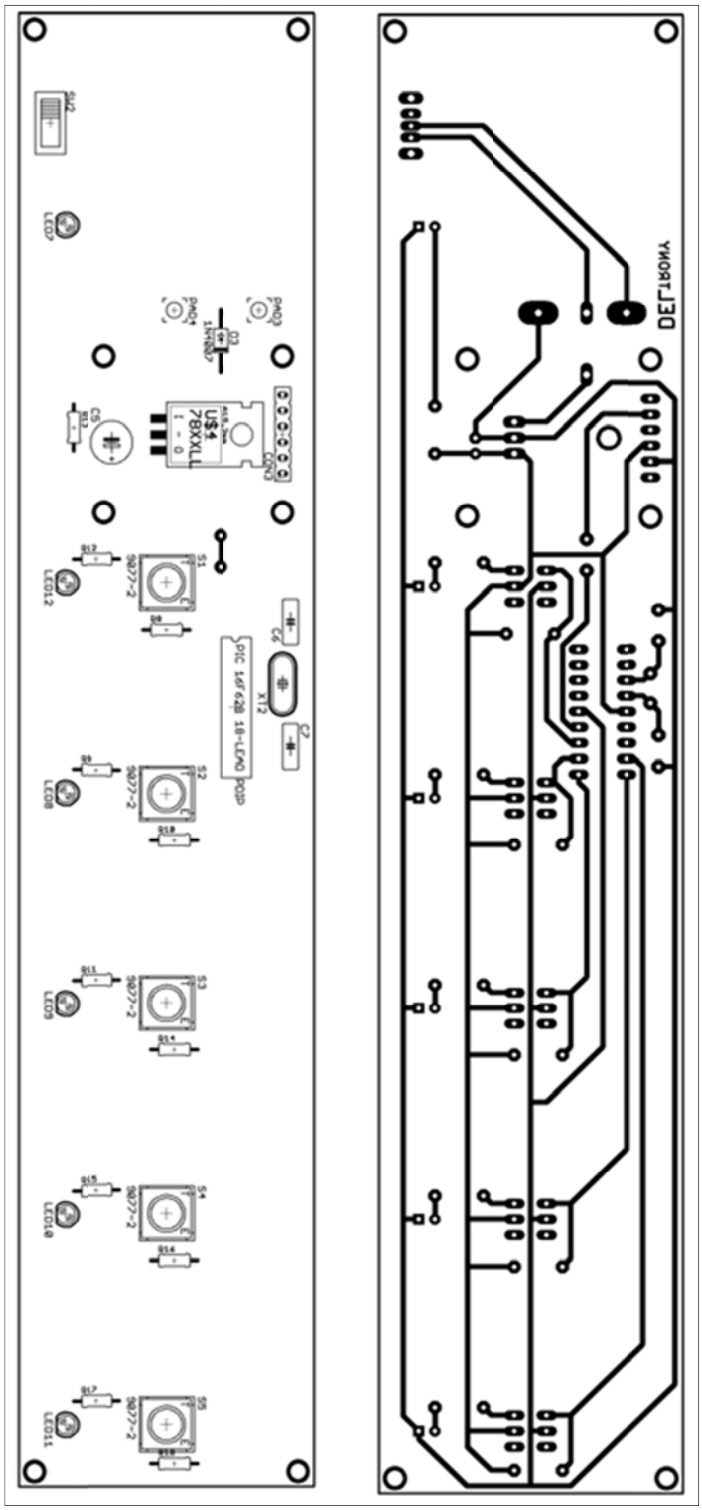
8. CRONOGRAMA.

Nº	ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Recolección y procesamiento de la información	■	■																						
2	Diseño y programación del PIC para los sensores		■	■																					
3	Diseño y programación para la interface				■	■																			
4	Manejo de Módulos Xbee						■	■	■	■															
5	Programación del Módulo Tx									■	■														
6	Programación del Módulo Rx											■	■												
7	Diseño y Construcción de los Prototipos												■	■	■	■									
9	Pruebas de interacción entre los Módulos Tx y Rx														■	■									
10	Construcción de tarjetas electrónicas																■	■							
12	Ensamblaje																		■	■					
13	Pruebas de funcionamiento																				■				
14	Redacción del Capítulo 1					■	■																		
15	Revisión del Capítulo 1						■	■																	
16	Redacción del Capítulo 2							■	■																
17	Revisión del Capítulo 2								■	■															
18	Redacción del Capítulo 3									■	■														
19	Revisión del Capítulo 3										■	■													
24	Anexos												■	■											
25	Revisión de toda la monografía														■	■									
26	Reproducción de la monografía																■	■	■						
27	Presentación de la monografía																						■	■	

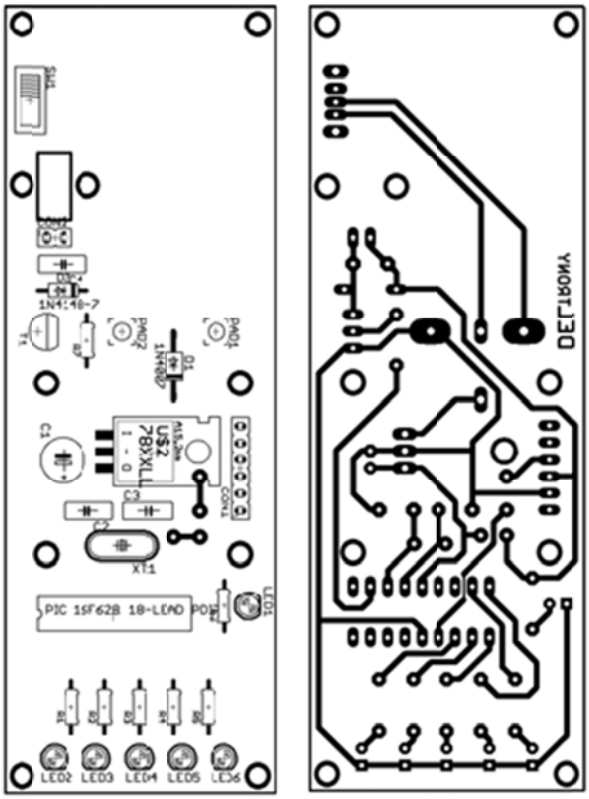
9. BIBLIOGRAFÍA.

- http://www.all-robotics.com/Electronica
- http://www.decelectronics.com/html/XBEE/XBEE.pdf
- http://www.digi.com/es/xbee/?utm_source=ElectronicosOnline&utm_mdium=banner&utm_campaign=ElectronicosOnline-0510
- http://www.antirrobo.net/sensores/sensores-opticos.html
- http://www.nortecnica.com.ar/pdf/teoria_opticos_2_2.pdf
- http://www.mitecnologico.com/Main/SensoresOpticos

ANEXO 2


DEJTRONX
US4
78XXLL
PIC 16F628 18-LEAD PDIP
X12
C2
C3
C1
S1
S2
S3
S4
S5
SW2
LED7
LED8
LED9
LED10
LED11
LED12
PAD3
PAD4
GND

ANEXO 3


DELTRONIX
PIC 16F628 18-LEAD
LED1
LED2
LED3
LED4
LED5
LED6
PWR01
PWR02
D1
1N4148-7
C1
C2
C3
XT1
CON1
USZ
78XXLL
1 - 0
SW1

ANEXO 4

pa

pa

ni
ra
nu

ni
ra
nu

a

ANEXO 5