

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELECTRICA Y ELECTRONICA

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA,
AUTOMATIZACION Y CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALERTA
VISUAL Y AUDIBLE DE PRÓXIMA PARADA DIRIGIDO AL
TRANSPORTE PÚBLICO UTILIZANDO UN MÓDULO GPS”**

Diego Mauricio Escobar Sevilla.

SANGOLQUÍ - ECUADOR

2008

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALERTA VISUAL Y AUDIBLE DE PRÓXIMA PARADA DIRIGIDO AL TRANSPORTE PÚBLICO UTILIZANDO UN MÓDULO GPS” ha sido desarrollado en su totalidad por el Sr. Diego Mauricio Escobar Sevilla con C.I. 171564195-5, bajo nuestra dirección.

Ing. Jaime Andrango
DIRECTOR

Ing. Julio Larco
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A mi madre quien se ha sacrificado y ha hecho un gran esfuerzo para ayudarme a realizar mis metas con el único objetivo de brindarme una carrera y verme feliz.

A mis tíos y primos quienes me han ayudado con sus consejos los cuales me han guiado en esta etapa de mi vida.

A mis profesores y amigos quienes siempre me han apoyado en todas las circunstancias no solo académicas sino humanas.

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo a mi madre como muestra de agradecimiento infinito, no solo por su apoyo y ánimo sino por la persona que me ha ayudado a ser. GRACIAS MAMÁ.

PRÓLOGO

El proyecto titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALERTA VISUAL Y AUDIBLE DE PRÓXIMA PARADA DIRIGIDO AL TRANSPORTE PÚBLICO UTILIZANDO UN MÓDULO GPS”, muestra el diseño, desarrollo e implementación de un sistema que permite recolectar datos de posición (latitud y longitud), mediante un circuito portátil GPS con comunicación RS232. Estos datos son comparados con posiciones definidas y finalmente se reproducirán mensajes visuales y auditivos dependiendo del dato comparado.

El sistema está compuesto de dos partes fundamentales, una de hardware y una de software.

El hardware está formado por un microcontrolador PIC16F877A acoplado a: un módulo GPS el cual proporciona los datos de latitud y longitud por medio de comunicación RS232, un chip de audio que permite la grabación/reproducción de audio, una matriz de leds para proveer mensajes visuales por medio de comunicación RS232 y una memoria EEPROM que permite el almacenamiento de datos por medio de comunicación I2C.

El software del sistema es un programa desarrollado en MicroCode Studio con librerías PICBASIC PRO, que permite realizar la comunicación RS232 con el hardware y recolectar los datos mediante un Interfaz Hombre-Máquina (HMI) y almacenarlos en una memoria mediante comunicación I2C.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

PROLOGO

ÍNDICE

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN AL GPS.....	1
1.1 SISTEMA GPS.....	1
1.1.1 Antecedentes.....	2
1.2 DATOS QUE PROVEE EL GPS.....	3
1.3 APLICACIONES	4
1.3.1 Agricultura.....	5
1.3.2 Navegación en Tierra y Mar	5
1.3.3 Usos Militares.....	6
1.3.3 Mapas y Agrimensura.....	6
1.3.3 Ciencias	6
1.3.3 Recreación	6
1.3.3 Referencia de Tiempo.....	7
1.4 TENDENCIAS.....	7

CAPÍTULO 2

LEVANTAMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	9
2.1 NECESIDADES, PROBLEMAS Y PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS DEL SISTEMA	9
2.1.1 Conductor.....	9
2.1.2 Pasajeros	10
2.1.2.1 Usuarios	10
2.1.2.2 Turistas.....	11

2.1.2.3 Discapacitados	11
2.2 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS	11
CAPÍTULO 3	
DISEÑO DEL PROTOTIPO.....	23
3.1 ENUMERACIÓN DE LAS FUNCIONES QUE BRINDA EL PRESENTE SISTEMA	23
3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES	24
3.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES A USAR.....	25
3.3.1 Latitud	25
3.3.2 Longitud	25
3.4 SISTEMA GPS	26
3.5 SISTEMA DE AUDIO.....	26
3.6 MATRIZ DE LEDS	27
3.7 PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO LCD	27
3.8 MEMORIA EEPROM.....	27
3.9 MICROCONTROLADOR.....	28
3.10 TRAMAS NMEA	29
3.10.1 Trama de datos GGA.....	30
3.11 DIAGRAMA DE FLUJO.....	31
3.12 DIAGRAMA DE FLUJO DE GRABAR/REPRODUCIR MENSAJES DE AUDIO.....	34
3.13 DIAGRAMA DE FLUJO DE GRABACIÓN DE POSICIONES.....	35
3.14 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA GRABACIÓN DE MENSAJES DE TEXTO .	36
CAPÍTULO 4	
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	38
4.1 IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE.	38
4.1.1 Módulo GPS HPM103H-6.....	38
4.1.2 Chip de audio ISD25120	40
4.1.3 Matriz de leds.....	44
4.1.4 Pantalla de cristal líquido LCD Hitachi HD44780	45

4.1.5 Memoria EEPROM 24LC128.....	46
4.1.6 Microcontrolador PIC16F877A.....	49
4.1.7 Comunicación Serial RS232 e I2C	50
4.1.7.1 Comunicación Serial.....	50
4.1.7.2 Comunicación Serial RS232.....	50
4.1.7.3 Comunicación serial con el C.I. MAX232.....	51
4.1.7.4 Comunicación serial sincrónica I2C	51
4.1.8 Interconexión entre microcontrolador y periféricos	52
4.1.8.1 Adquisición de datos desde el GPS.....	52
4.1.8.2 Escritura/Lectura de datos en la memoria EEPROM 24LC128.....	52
4.1.8.3 Grabación/Reproducción de mensajes de voz en el chip ISD25120.....	54
4.1.8.4 Reproducción de mensajes visuales en matriz de leds.....	55
4.1.8.5 Visualización de datos en LCD.....	57
4.2 DESARROLLO DEL SOFTWARE.....	58
4.2.1 Comunicación entre microcontrolador y periféricos	58
4.2.1.1 Comunicación entre microcontrolador y el GPS	58
4.2.1.2 Escritura/Lectura de datos en la memoria EEPROM 24LC128.....	63
4.2.1.3 Grabación/Reproducción de mensajes de voz en el chip ISD25120.....	64
4.2.1.4 Reproducción de mensajes visuales en matriz de leds.....	65
4.2.1.5 Visualización de datos en LCD.....	76
4.3 PRUEBAS Y AJUSTES	76
CAPÍTULO 5	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
5.1 CONCLUSIONES.....	79
5.2 RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS	84
A1: ESQUEMA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO	85
A2: PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR	88
FECHA DE ENTREGA	

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN AL GPS

En este capítulo se verá la introducción al sistema GPS, los datos que provee, sus aplicaciones y las tendencias que servirán como punto de partida para el desarrollo del presente proyecto.

1.1 Sistema GPS

El *Global Positioning System* (GPS) o Sistema de Posicionamiento Global más conocido con las siglas GPS (aunque su nombre correcto es NAVSTAR-GPS), es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) el cual permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros usando GPS diferencial, aunque lo habitual son unos pocos metros. El sistema fue desarrollado e instalado, y actualmente es operado, por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.[1]

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites (21 operativos y 3 de respaldo) en órbita sobre el globo terrestre a 20.200 km con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la tierra. Cuando se desea determinar la posición, el aparato que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo cuatro satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. En base a estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el retraso de las señales, es decir, la distancia al satélite. Por "triangulación" calcula la posición en que éste se

encuentra. La triangulación en el caso del GPS se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta (latitud y longitud) o coordenadas reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites.

La antigua Unión Soviética tenía un sistema similar llamado GLONASS, ahora gestionado por la Federación Rusa. Actualmente la Unión Europea intenta lanzar su propio sistema de posicionamiento por satélite, denominado 'Galileo'.

1.1.1 Antecedentes

En 1957, la Unión Soviética lanzó al espacio el satélite Sputnik I, el cual era monitorizado mediante la observación del Efecto Doppler de la señal que este transmitía. Debido a este hecho, se comenzó a pensar que, de igual modo, la posición de un observador podría ser establecida mediante el estudio de la frecuencia doppler de una señal transmitida por un satélite cuya órbita estuviera precisamente determinada.

La marina estadounidense rápidamente aplicó esta tecnología para proveer a los sistemas de navegación de sus flotas de observaciones de posición actualizadas y precisas. Así surgió el sistema TRANSIT, que quedó operativo en 1964 y hacia 1967 estuvo disponible, además, para el uso comercial.

Las actualizaciones de posición, en ese entonces, se encontraban disponibles cada 40 minutos y el observador debía permanecer casi estático para poder obtener información adecuada.

Posteriormente en esa misma década y gracias al desarrollo de los relojes atómicos, se diseñó una constelación de satélites que portaban cada uno de ellos uno de estos relojes y estando todos sincronizados en base a una referencia de tiempo determinada.

En 1973, se combinaron los programas de la Marina de EE.UU. y el de la USAF (*United States Air Force*) este último consistente en una técnica de transmisión codificada que proveía data precisa usando una señal modulada con un código de sonidos pseudo-random (PRN = *Pseudo-Random Noise*), en lo que se conoció como *Navigation Technology Program*, posteriormente devenido en el NAVSTAR GPS.

Entre 1978 y 1985 se desarrollaron y lanzaron once satélites prototipo experimentales NAVSTAR, a los que siguieron otras generaciones de satélites, hasta completar la constelación actual, a la que se declaró con «capacidad operacional inicial» en diciembre de 1993 y con «capacidad operacional total» en abril de 1995.

En 1994, EE.UU. ofreció el servicio normalizado de determinación de la posición para apoyar las necesidades de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), y ésta aceptó el ofrecimiento.

1.2 Datos que provee el GPS

Los datos recibidos por un receptor GPS son transferidos por el protocolo NMEA. NMEA (*National Marine Electronics Association*) es un protocolo estándar, prácticamente incorporado en todos los receptores GPS y admitido por la gran mayoría de los programas que permiten conexión a un GPS. Algunos de los datos que provee el GPS son: posición, altitud, latitud, longitud, velocidad, satélites en cobertura, intensidad de su señal, hora, fecha, etc.[2]

La mayor parte de los receptores envían de forma continua sentencias NMEA 0183, normalmente un grupo por segundo. Dichas sentencias, comienzan siempre por el signo “\$” y están formadas por caracteres ASCII. La velocidad típica de este protocolo es 4800 bps, 8 bits de datos, y un bit de parada (8N1), aunque puede operar a otras velocidades.

La salida NMEA es compatible con RS-232. Todos los datos son transmitidos a través de sentencias con caracteres ASCII, cada sentencia comienza con “\$” y termina con <CR><LF> (CR: *Carriage Return*, LF: *Line Feed*). Los primeros dos caracteres después de “\$” son los que identifican el equipo, y los siguientes tres caracteres es el identificador del tipo de sentencia que se está enviando. Los tres tipos de sentencias NMEA que existen son los de envío (*Talker Sentences*), Origen del equipo (*Proprietary Sentences*) y consulta (*Query Sentences*). Los datos están delimitados por coma, deben incluirse todas las comas, ya que actúan como marcas. Una suma de verificación adicional es agregada opcionalmente (aunque para algunos tipos de instrumento es obligatoria).[3]

Después del signo \$ está la dirección del campo **aaccc**. **aa** es un dispositivo id. Por ejemplo “GP” que se usa para identificar los datos GPS. La transmisión del dispositivo ID por lo general es opcional. **ccc** da formato a la sentencia, también conocido con el nombre de la sentencia.

1.3 Aplicaciones

El desarrollo de posicionadores GPS precisos y a precios razonables, y la miniaturización de componentes electrónicos, han hecho que el GPS se encuentre disponible a casi todo el mundo, lo cual ha facilitado que el GPS esté convirtiéndose en una necesidad en muchas facetas de la vida cotidiana.[4]

Enumerar todas las aplicaciones para el GPS sería una labor imposible. Seguido se dan solo algunos ejemplos de aplicaciones de GPS en el mundo moderno.

1.3.1 Agricultura

La navegación por satélite puede ayudar a los agricultores a aumentar su producción y a mejorar la eficiencia de sus métodos de cultivo. Sistemas de GPS ubicados en los tractores y en otros vehículos agrícolas, junto con sofisticados sistemas de información geográficos utilizan varios métodos para recoger datos sobre las condiciones del suelo, humedad, temperatura y muchas otras variables. Con esta información, el sistema puede controlar muchos aspectos de la operación agrícola, por ejemplo, la intensidad de siembra por terreno, la aplicación de fertilizantes e insecticidas, los patrones de riego y mucho más. Estos sistemas también pueden ayudar a los agricultores a mantenerse al tanto de la operación de sus fincas, manteniendo registros de rendimiento, historia de aplicación de productos químicos, análisis del suelo, registros de pérdidas y ganancias por terreno, y muchos otros. Aplicaciones modernas de la tecnología GPS también incluyen el posicionamiento y la operación de equipos de agricultura robóticas en el campo.

1.3.2 Navegación en tierra y mar

Además de sus usos directos para determinar posición usando sistemas de navegación a bordo, el GPS se utiliza para mejorar la precisión de cartas marinas, para guiar sistemas de auto-piloto, para marcar objetos sumergidos como obstrucciones o su sitio favorito de pesca, y para determinar la posición exacta de naves en alta mar. Agencias de socorro y primeros auxilios dependen de sistemas de GPS para reducir el tiempo en tránsito a emergencias. Empresas de fletes y mudadas usan sistemas de GPS para mantenerse al tanto de la ubicación de sus vehículos, para planificar más eficientemente sus horarios de recogidas y entregas, y para determinar las tablas de mantenimiento para los vehículos. El GPS también se está usando para mantenerse al tanto de la posición de vehículos y otras propiedades móviles, y en sistemas para ayuda directa al motorista como el OnStar (Sociedad anónima filial de General Motors que provee comunicaciones basadas en suscripción).

1.3.3 Usos militares

Además de las aplicaciones más comunes tal como la navegación general, los servicios militares utilizan el GPS en gran variedad de aplicaciones incluyendo dirigir proyectiles y "bombas inteligentes" a sus blancos, para organizar el despliegue de tropas, para la coordinación en el campo y muchas otras.

1.3.4 Mapas y agrimensura¹

El GPS permite la construcción de mapas y cartas más precisas, y es usado rutinariamente por agrimensores para planear proyectos y localizar marcadores catastrales, límites, estructuras, y rasgos naturales.

1.3.5 Ciencias

Las aplicaciones de GPS en las ciencias son innumerables. El GPS es especialmente valioso para investigadores de campo, para construir mapas y localizar sus estaciones de muestreo, para definir límites de habitáculos, para análisis espacial de rasgos naturales, para seguir a poblaciones de animales, y muchas otras. GPS también es usado ampliamente en la sismología, física, ciencias del espacio y en muchas otras ramas de la ciencia.

1.3.6 Recreación

GPS es usado por operadores de embarcaciones para mantener el curso y para regresar a sitios favoritos, por ciclistas y naturistas para mantenerse al tanto de sus posiciones y rutas, y por grupos de viaje para compartir información sobre viajes y rutas. Un nuevo "deporte" es el "geocaching" lo cual es básicamente una búsqueda de tesoros guiada por GPS. Los jugadores utilizan el GPS para viajar a coordenadas geográficas específicas y encontrar objetos escondidos por otros jugadores.

¹ Más información sobre Agrimensura en <http://es.wikipedia.org/wiki/Agrimensura>

1.3.7 Referencia de tiempo

GPS se usa frecuentemente como un cronómetro fiable. Por ejemplo, el GPS puede ser usado para sincronizar múltiples instrumentos científicos desplegados en el campo, o para cualquier experimento que requiera sincronización precisa. La tecnología de GPS también se está usando para sincronizar torres de comunicaciones celulares, redes de telecomunicación y muchas otras. Cronometraje por GPS se usó en las olimpiadas por primera vez en los juegos del 2000.

1.4 Tendencias

El GPS está evolucionando hacia un sistema más sólido (GPS III), con una mayor disponibilidad y que reduzca la complejidad de las aumentaciones GPS. Algunas de las mejoras previstas comprenden:[1]

- Incorporación de una nueva señal en L2 (frecuencia portadora de uso militar – 1227.60 MHz, utiliza el código de precisión (P), cifrado) para uso civil.
- Adición de una tercera señal civil (L5 – frecuencia portadora de uso civil): 1176.45 MHz.
- Protección y disponibilidad de una de las dos nuevas señales para servicios de SOL (Seguridad Para la Vida).
 - Mejora en la estructura de señales.
 - Incremento en la potencia de señal (L5 tendrá un nivel de potencia de -154 dB).
 - Mejora en la precisión (1 – 5 m).
 - Aumento en el número de estaciones monitorizadas: 12 (el doble).
 - Permitir mejor interoperabilidad con la frecuencia L1 (frecuencia portadora de uso civil – 1575.42 MHz, utiliza el código de adquisición aproximativa (C/A)) de Galileo.

El programa GPS III persigue el objetivo de garantizar que el GPS satisfará requisitos militares y civiles previstos para los próximos 30 años. Este programa se está desarrollando para utilizar un enfoque en 3 etapas (una de las etapas de transición es el

GPS II) muy flexible, permite cambios futuros y reduce riesgos. El desarrollo de satélites GPS II comenzó en 2005, y el primero de ellos estará disponible para su lanzamiento en 2012, con el objetivo de lograr la transición completa de GPS III en 2017. Los desafíos son los siguientes:

- Representar los requisitos de usuarios tanto civiles como militares en cuanto a GPS.
- Limitar los requisitos GPS III dentro de los objetivos operacionales.
- Proporcionar flexibilidad que permita cambios futuros para satisfacer requisitos de los usuarios hasta 2030.
- Proporcionar solidez para la creciente dependencia en la determinación de posición y de hora precisa como servicio internacional.

CAPÍTULO 2

LEVANTAMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

En este capítulo se van a mostrar los requerimientos del sistema, tanto de los usuarios de transporte público como de los conductores de transporte público, para ello fueron utilizadas encuestas con el propósito de conocer la opinión de usuarios y conductores que se verán a continuación.

2.1 Necesidades, problemas y percepción de los usuarios del sistema

El presente proyecto pretende dar alertas visuales y auditivas de próxima parada dirigida al transporte público utilizando un módulo GPS, con el fin de brindar un mejor servicio a los pasajeros.

El servicio de información de próxima parada es importante porque ayudaría a deficientes visuales, deficientes auditivos, analfabetas, pasajeros que desconocen la ciudad, apoyaría a los turistas y facilitaría la conducción del automotor dado que el conductor no tendría que desviar su atención para informar de la próxima parada.

2.1.1 Conductor

Los conductores de autobús de transporte público desarrollan una labor que, desde el punto de vista de los pasajeros, es muy importante para la ciudadanía, ya que todos tienen necesidad de transportarse de un lugar a otro, ya sean profesionales que deben ir a su

trabajo, estudiantes que deben ir a sus instituciones o personas en general que necesitan desplazarse por la ciudad.

Para brindar un mejor servicio, a los conductores de autobús les gustaría proveer el servicio de aviso de próxima parada porque ayudaría a los pasajeros a tener información de su ubicación, evitaría que los usuarios de transporte público pregunten constantemente el recorrido de la unidad de transporte y sería una mejora significativa en la calidad del servicio.

2.1.2 Pasajeros

2.1.2.1 Usuarios.

Nadie discute la necesidad de que los usuarios recurran cada vez más al transporte público urbano y dejen el vehículo privado para menesteres distintos de los desplazamientos en la ciudad. Los argumentos sobran: se reduce la contaminación atmosférica y acústica, disminuye el consumo de combustible, mejora el tráfico en las ciudades e incluso su propia habitabilidad.

Respecto al aviso de próxima parada a muchos usuarios les gustaría ser proveídos de este servicio el cual les facilitaría saber los lugares donde desean quedarse sin necesidad de preguntar al conductor o al controlador de las próximas paradas, porque al contar con este servicio solo tienen que esperar el aviso visual o auditivo para informarse de las paradas. Esta información fue recopilada de las encuestas realizadas a conductores y usuarios del transporte público, véase la sección 2.2.

Mediante el aviso visual pueden estar pendientes para saber el nombre de la parada, o mediante el aviso auditivo pueden no tener contacto visual y simplemente ser informados por medio de un mensaje de voz, lo cual agrada al usuario porque cuentan con alternativas.

2.1.2.2 Turistas.

Para informar mejor a los turistas todas las paradas deberían contar con información sobre los trayectos y frecuencias de los autobuses.

Además los autobuses deberían tener información en su interior del recorrido que realizan y el costo por el servicio de transporte.

No estaría demás conocer cual es la siguiente parada, con un aviso visual y audible, este último si es posible en el idioma inglés.

2.1.2.3 Discapacitados.

La gran necesidad de los pasajeros discapacitados es la accesibilidad en el transporte público. Aunque como no acostumbran a hacer uso de éste frecuentemente sería bueno disponer del servicio de alerta de próxima parada, para cuando usen el transporte público puedan estar informados de las paradas del recorrido.

En cuanto a los pasajeros invidentes, los buses deben dotarse de un sistema acústico de aviso de próxima parada, además de dispositivos para que se orienten en el autobús que pueden ser táctiles o sonoros que los guíen dentro de la unidad de transporte.

Los pasajeros sordos requieren un cartel, mapa u otro elemento visible que informe de la próxima parada, puesto que no les es útil el aviso auditivo.

Aunque muchas personas discapacitadas pueden acceder al sistema de transporte público, muchas veces no lo hacen porque el autobús esta colapsado de personas, por lo cual tienen que recurrir a medios de transporte privados.

2.2 Resultados de las encuestas

Los resultados de las encuestas muestran las necesidades que tienen conductores y usuarios de transporte público. El análisis de las encuestas servirá para garantizar un buen servicio en lo referente a las alertas visuales y auditivas de próxima parada.

FORMULARIO PARA CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO

Total de encuestas realizadas: 20 encuestas de forma aleatoria en la ciudad de Quito en Mayo del 2008.

1. ¿Durante el recorrido de su autobús se informa a los usuarios la próxima parada? (véase la figura 2.1).

- a) Si Hablada Con micrófono Cartel electrónico Otro
- b) No

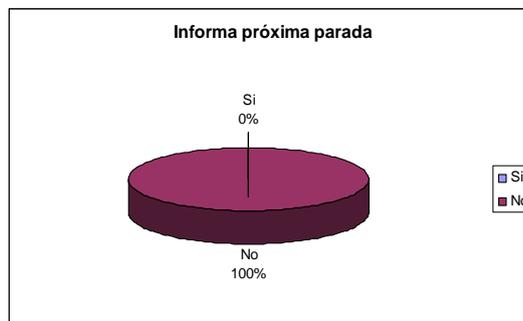


Figura. 2.1. Diagrama de información de próxima parada

El resultado indica que el 100% de los conductores de transporte público no informa a los usuarios cual es la próxima parada.

2. ¿Le gustaría contar con un dispositivo electrónico que brindase la información de próxima parada por usted automáticamente? (véase la figura 2.2).

- a) Si
- b) No

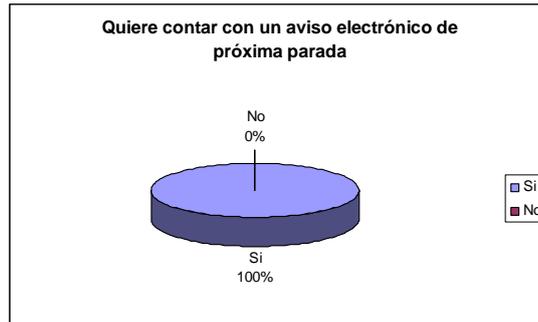


Figura. 2.2. Aceptación del aviso electrónico de próxima parada

El resultado indica que al 100% de los conductores de transporte público les gustaría contar con un dispositivo electrónico que brindase la información de próxima parada.

3. ¿Cómo le gustaría que se produjesen los mensajes de próxima parada? (véase la figura 2.3).

- a) Visualmente (Cartel electrónico)
- b) Auditivamente (Mensaje de voz)
- c) Ambos

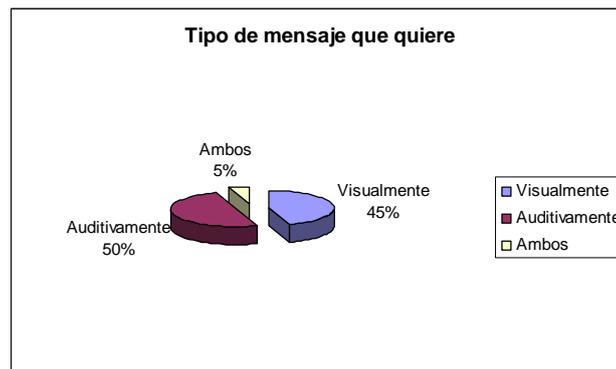


Figura. 2.3. Aceptación del tipo de mensaje

El resultado indica que al 50% de los conductores de transporte público les gustaría que los mensajes de próxima parada se produjesen auditivamente, al 45% que se produjesen visualmente y al 5% que se produjesen ambos.

4. ¿A qué distancia antes de llegar a la parada le parecería conveniente que el usuario reciba los mensajes de llegada a la parada? (véase la figura 2.4).

- a) 1 cuadra
- b) 1 ½ cuabras
- c) 2 cuabras

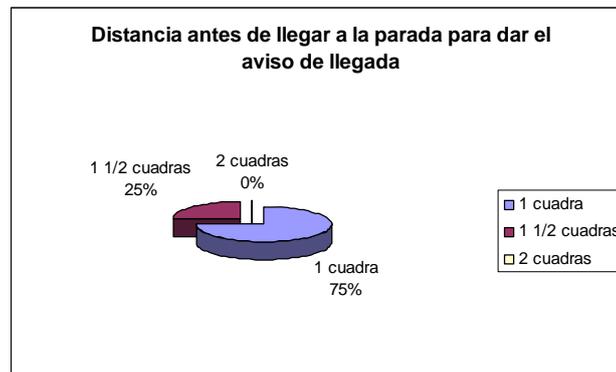


Figura. 2.4. Distancia antes de llegar a la parada para dar el aviso de llegada a la parada

El resultado indica que al 75% de los conductores de transporte público les gustaría que el usuario reciba los mensajes 1 cuadra antes de llegar a la parada y al 25 % que reciba los mensajes 1½ cuabras antes de llegar a la parada.

5. ¿Dónde le gustaría que estuviera ubicado en el autobús el cartel electrónico que muestra el nombre de la parada? (véase la figura 2.5).

- a) Frente
- b) Medio
- c) Atrás

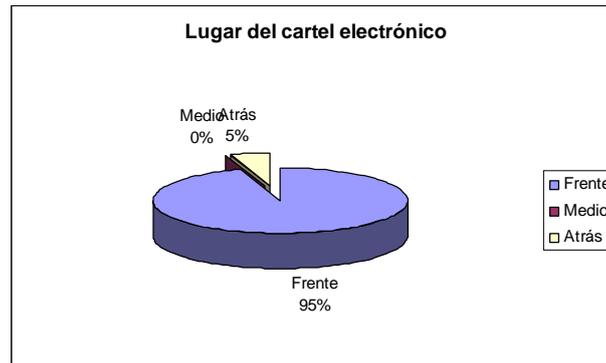


Figura. 2.5. Lugar del cartel electrónico

El resultado indica que al 95% de los conductores de transporte público les gustaría que el cartel electrónico estuviese ubicado en la parte del frente del autobús y al 5% que estuviese ubicado en la parte del medio del autobús.

6. ¿Le gustaría disponer de un sistema de alerta visual y auditivo que informe a los usuarios de la próxima parada en su unidad de transporte? (véase la figura 2.6).

- a) Si
- b) No



Figura. 2.6. Aceptación de la alerta visual y auditiva de próxima parada

El resultado indica que el 100% de los conductores de transporte público les gustaría disponer de un sistema visual y auditivo que informe a los usuarios de la próxima parada.

7. ¿Qué valor estaría dispuesto a pagar por un sistema electrónico que avise respecto a la próxima parada mediante mensaje auditivo y con un cartel electrónico el cual puede ser utilizado para mostrar publicidad propia, publicidad externa pagada o la hora y que detecta automáticamente las paradas? (véase la figura 2.7).

- a) \$450.00 solo mensaje visual
- b) \$630.00 solo mensaje auditivo
- c) \$950.00 mensaje visual y auditivo

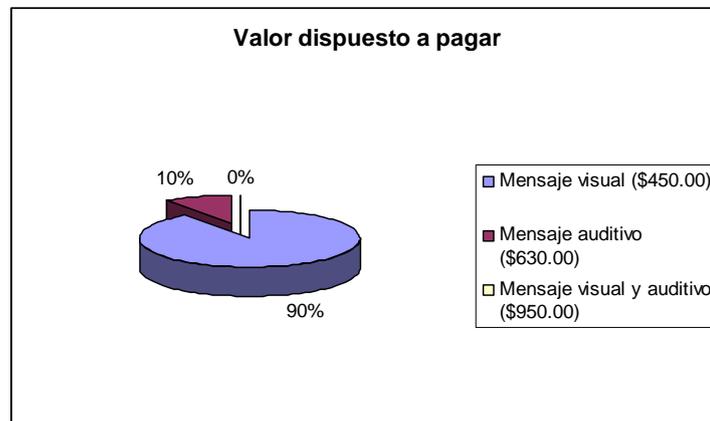


Figura. 2.7. Valor dispuesto a pagar

El resultado indica que el 95% de los conductores de transporte público estaría dispuesto a pagar por el sistema electrónico que avise respecto a la próxima parada mediante mensaje visual y el 10% estaría dispuesto a pagar por el sistema electrónico que avise respecto a la próxima parada mediante mensaje auditivo.

Los resultados indican lo que se esperaba como respuesta por parte de los conductores de transporte público, en cuanto a que ellos no dan la información a los usuarios de la próxima parada y que les gustaría disponer de un sistema de alerta visual y auditivo que informe a los usuarios cual es la próxima parada, y que a pesar de que el

sistema de alerta visual y auditivo es más completo ellos solo estarían dispuestos a pagar por el sistema que ofrece solo el mensaje visual ya que es el más barato.

ENCUESTA A USUARIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Total de encuestas realizadas: 20 encuestas (10 hombres y 10 mujeres) de forma aleatoria en la ciudad de Quito en Mayo del 2008.

1. ¿Durante su recorrido en el autobús se ha visto en la necesidad de informarse de la parada en la que se desea quedar preguntándole al conductor o al controlador? (véase la figura 2.8).

a) Si

b) No

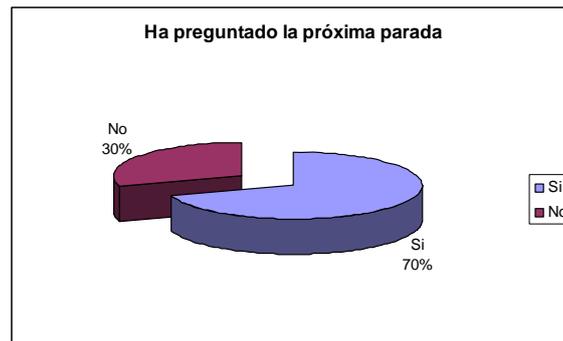


Figura. 2.8. Ha preguntado cual es la próxima parada

El resultado indica que el 70% de los usuarios de transporte público se han visto en la necesidad de informarse de la próxima parada y el 30% no se han visto en la necesidad de informarse de la próxima parada.

2. ¿Se sentiría más cómodo si el autobús brindase la información de próxima parada automáticamente? (véase la figura 2.9).

a) Si

b) No



Figura. 2.9. Aceptación del aviso electrónico de próxima parada

El resultado indica que al 100% de los usuarios de transporte público les gustaría que se brinde la información de próxima parada automáticamente.

3. ¿Cómo le gustaría que los mensajes de próxima parada se produjesen? (véase la figura 2.10).

- a) Visualmente (Cartel electrónico)
- b) Auditivamente (Mensaje de voz)
- c) Ambos

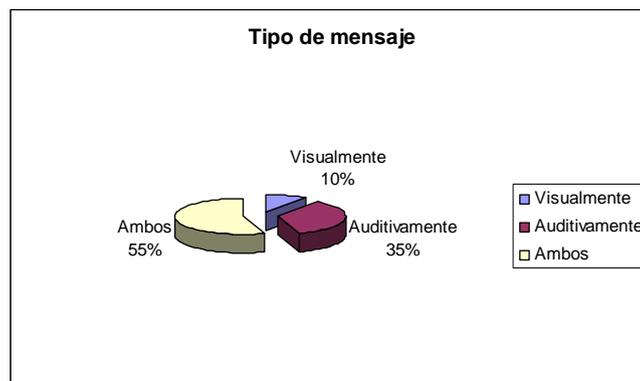


Figura. 2.10. Tipo de Mensaje

El resultado indica que al 55% de los usuarios de transporte público les gustaría que los mensajes de próxima parada se produjesen visual y auditivamente, al 35% que el mensaje se produjese auditivamente y al 10% que el mensaje se produjese visualmente.

4. ¿A qué distancia antes de llegar a la parada le parecería conveniente recibir los mensajes de llegada a la parada? (véase la figura 2.11).

- a) 1 cuadra
- b) 1 ½ cuabras
- c) 2 cuabras



Figura. 2.11. Distancia antes de llegar a la parada para dar el aviso de llegada a la parada

El resultado indica que al 35% de los usuarios de transporte público les gustaría recibir los mensajes 1½ cuadra antes de llegar a la parada, al 35% les gustaría recibir los mensajes 1 cuadra antes de llegar a la parada y al 30% les gustaría recibir los mensajes 2 cuabras antes de llegar a la parada.

5. ¿A qué distancia después de salir de la parada le parecería conveniente recibir los mensajes de la próxima parada? (véase la figura 2.12).

- a) ¼ cuadra
- b) ½ cuadra
- c) 1 cuadra



Figura. 2.12. Distancia después de salir de la parada para dar el aviso de próxima parada

El resultado indica que al 40% de los usuarios de transporte público les gustaría recibir los mensajes 1 cuadra después de abandonar la parada actual, al 30% les gustaría recibir los mensajes 1/2 cuadras después de abandonar la parada actual y al 30% les gustaría recibir los mensajes 2 cuadras después de abandonar la parada actual.

6. ¿Dónde le gustaría que estuviera ubicado el cartel electrónico que muestra el nombre de la parada? (véase la figura 2.13).

- a) Frente
- b) Medio
- c) Atrás

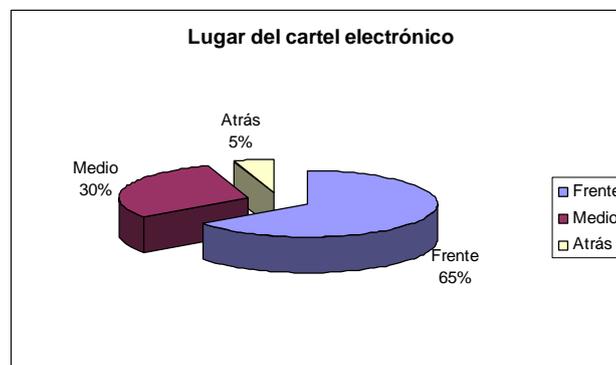


Figura. 2.13. Lugar del cartel electrónico

El resultado indica que al 65% de los usuarios de transporte público les gustaría que el cartel electrónico estuviese ubicado en el frente del autobús, al 30% les gustaría que estuviese ubicado en la parte del medio del autobús y al 5% que estuviese ubicado en la parte de atrás del autobús.

7. ¿Qué tipo de voz le gustaría que de el mensaje auditivo? (véase la figura 2.14).

- a) Masculina
- b) Femenina



Figura. 2.14. Aceptación del tipo de voz del mensaje auditivo

El resultado indica que al 80% de los usuarios de transporte público les gustaría que el mensaje de voz sea dado por una voz femenina y al 20% les gustaría que el mensaje de voz sea dado por una voz masculina.

8. ¿Le gustaría disponer de un sistema de alerta visual y auditivo que le informe de la próxima parada en el transporte público? (véase la figura 2.15).

- a) Si
- b) No

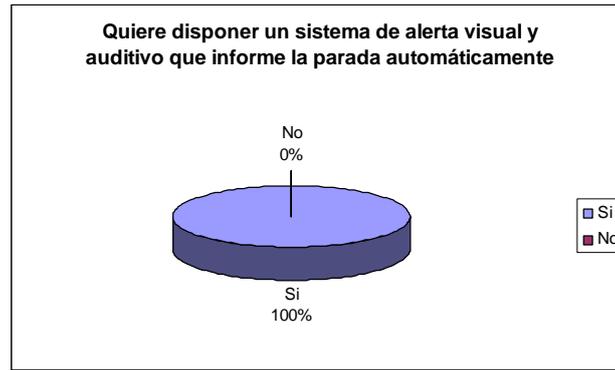


Figura. 2.15. Aceptación de la alerta visual y auditiva de próxima parada

El resultado indica que al 100% de los usuarios de transporte público les gustaría disponer de un sistema de alerta visual y auditivo que informe de la próxima parada automáticamente.

Los resultados indican lo que se esperaba como respuesta por parte de los usuarios de transporte público, en cuanto a que les gustaría disponer de un sistema de alerta visual y auditivo en los medios de transporte público que les informe cual es la próxima parada porque les ayudaría a ubicarse mejor en la ciudad.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL PROTOTIPO

En este capítulo se van a ver las funcionalidades del prototipo, las características que deben presentar los dispositivos electrónicos que cumplan con los requerimientos del sistema y los diagramas de flujo que permitirán entender el funcionamiento del sistema.

3.1 Enumeración de las funciones que brinda el presente sistema

El sistema brinda alertas visuales y audibles de próxima parada dirigida a usuarios de transporte público. El sistema de alerta visual y auditivo de próxima parada está dirigido mayormente a usuarios turistas y discapacitados, quienes lo necesitan para ubicarse dentro de la ciudad. Y para los usuarios normales es una mejora en el servicio de los medios de transporte públicos.

El proceso total está sintetizado en forma breve en los siguientes pasos:

- Obtención de la posición (**latitud y longitud**) mediante un módulo GPS.
- Grabación de la posición actual.
- Visualización de la posición y la configuración mediante una pantalla LCD.
- Procesamiento de verificación de la posición.
- Grabación y reproducción de mensajes de voz mediante el chip ISD25120.
- Grabación y visualización de posición mediante una matriz de leds.

3.2 Diagrama de bloques

El funcionamiento del sistema comienza por la adquisición de posiciones del módulo GPS al microcontrolador mediante comunicación serial RS232, por medio del teclado se puede grabar las posiciones en una memoria EEPROM mediante comunicación serial I2C, estas posiciones son donde se quiere que los mensajes de llegada a la parada y de próxima parada se reproduzcan visual y auditivamente, el teclado también se utiliza para grabar los mensajes auditivos en un chip de audio, y para grabar los mensajes de texto en la memoria EEPROM, todas estas opciones de interacción con el usuario son visualizadas en una pantalla LCD.

Cuando se hayan grabado las posiciones, los mensajes auditivos y los mensajes de texto, el microcontrolador compara las posiciones que le entrega el módulo GPS con las posiciones grabadas, si una de estas posiciones es correcta, entonces se reproduce el mensaje visual y auditivo relacionado con esa posición, ya sea de llegada a la parada o de próxima parada. En la figura 3.1 se puede observar el diagrama de bloques.

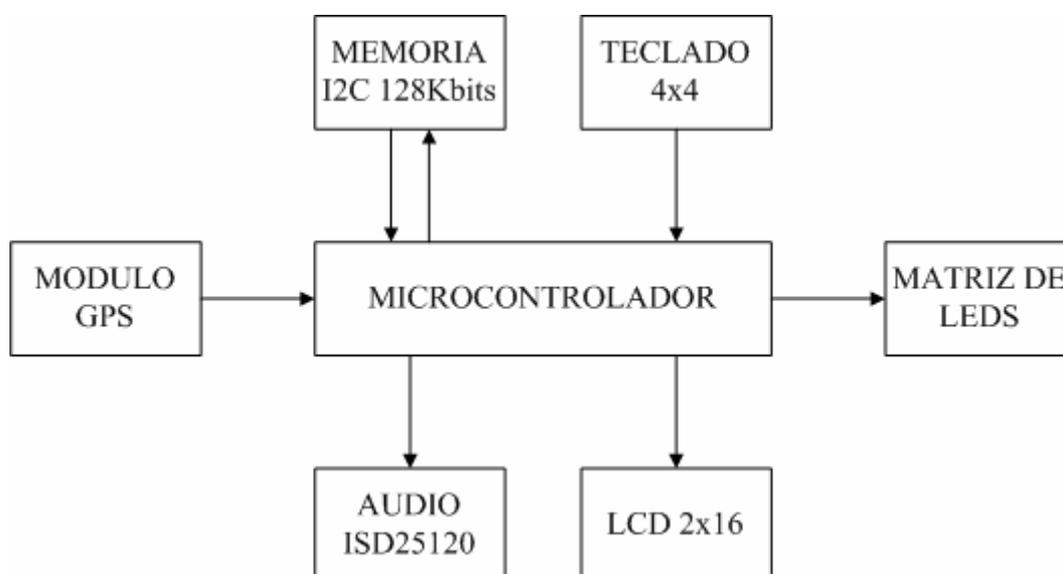


Figura. 3.1. Diagrama de bloques del prototipo

3.3 Identificación de las variables a usar

El Sistema de coordenadas geográficas expresa todas las posiciones sobre la Tierra usando dos de las tres coordenadas de un sistema de coordenadas esféricas que está alineado con el eje de rotación de la Tierra. Este define dos ángulos medidos desde el centro de la Tierra: latitud y longitud, tal como se muestra en la figura 3.2.[5]

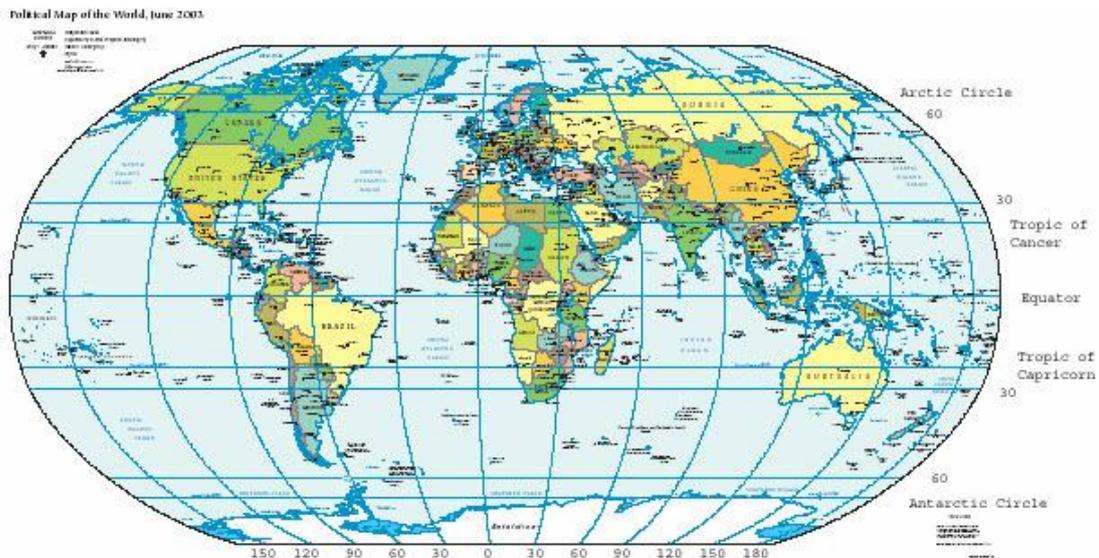


Figura. 3.2. Mapa de la Tierra mostrando las líneas de latitud (horizontales) y longitud (verticales)

3.3.1 Latitud

La latitud mide el ángulo entre cualquier punto y el Ecuador. Las líneas de latitud se llaman paralelos y son círculos paralelos al ecuador en la superficie de la Tierra.

3.3.2 Longitud

La longitud mide el ángulo a lo largo del ecuador desde cualquier punto de la Tierra. Se acepta que Greenwich en Londres es la longitud 0 en la mayoría de las sociedades modernas. Las líneas de longitud son círculos máximos que pasan por los polos y se llaman meridianos.

3.4 Sistema GPS

Los mensajes de alerta de próxima parada deben producirse $\frac{1}{2}$ cuadra después de que el autobús salga de la parada y los mensajes de alerta de llegada a la parada deben producirse $\frac{1}{2}$ cuadra antes de que el autobús llegue a la parada. Tomando en cuenta que el promedio de una cuadra es de 100 metros, los mensajes de próxima parada se producirán 50 metros después de salir de la parada y los mensajes de llegada a la parada se producirán 50 metros antes de llegar a la parada. Además debe poseer comunicación RS-232 para poder comunicarse con el microcontrolador y funcionar con una tensión menor o igual a 12 voltios que es lo que suministra una batería normal de automóvil.

Se necesita entonces de un módulo GPS con las siguientes características:

- Resolución de 20 m/s (metros por cada segundo).
- Salida de nivel serial RS-232.
- Tensión de alimentación de 5V.

El dispositivo que cumple con estas características es el módulo GPS HPM103H-6.

3.5 Sistema de audio

Los mensajes auditivos deben ser grabados, para posteriormente ser reproducidos indicando el nombre de la parada. El sistema está diseñado para un mínimo de 30 paradas que cumpliría con el recorrido normal de un autobús, para poder nombrar una parada son necesarios 3 segundos máximo, haciendo la multiplicación 3 segundos x 30 mensajes tenemos un total de 90 segundos que se deben almacenar en el chip de audio.

Se necesita entonces un chip de audio con las siguientes características:

- Duración de grabación/reproducción de mensajes mínima de 90 segundos.
- Tensión de alimentación 5V.

El dispositivo que cumple con estas características es el chip de audio ISD25120.

3.6 Matriz de leds

Los mensajes visuales deben ser presentados en una matriz de leds en la que se pueda observar claramente los mensajes que indican el nombre de la parada.

Se necesita entonces del cartel electrónico con las siguientes características:

- Tamaño del cartel de 7 filas por 50 columnas.
- Comunicación RS-232.
- Tensión de alimentación 5V.

3.7 Pantalla de cristal líquido LCD

Para conocer las coordenadas geográficas del punto en el que nos encontramos y hacer uso de las opciones de interacción con el usuario se requiere de un elemento de visualización pequeño como el LCD.

Se necesita entonces de un LCD con las siguientes características:

- Tamaño del LCD 2x16.
- Tensión de alimentación 5V.

El dispositivo que cumple con estas características es el LCD Hitachi HD44780.

3.8 Memoria EEPROM

Cada posición que se desea guardar ocupa 17 bytes (8 bytes de la latitud hhmm.ssS y 9 bytes de la longitud hhhmm.ssW) que se obtienen del módulo GPS, se deben guardar 30 pares de posiciones por parada, es decir, 60 posiciones en total, cada par indica el momento en que el autobús está por llegar a la parada y el momento en que se está alejando de la parada para reproducir los mensajes de llegada a la parada y de próxima parada respectivamente, de tal manera que se deben guardar 17 bytes x 60 posiciones lo que resulta 1020 bytes.

Además se deben guardar los nombres de cada parada, para lo que se ha dispuesto un tamaño de 200 bytes por nombre, que equivalen a 200 caracteres suficientes para almacenar cualquier texto, entonces 30 mensajes x 200 bytes igual a 6000 bytes.

El total de espacio requerido entonces es de 1020 bytes de las posiciones más 6000 bytes de los mensajes que se mostraran en el cartel electrónico y es igual 7020 bytes.

Se necesita entonces de una memoria EEPROM con las siguientes características:

- Capacidad de 128 kbits equivalente a 16000 bytes.
- Comunicación serial I2C.
- 1000000 de ciclos de escritura/borrado.
- Tensión de alimentación 5V.

El dispositivo que cumple con estas características es la memoria serial EEPROM 24LC128.

3.9 Microcontrolador

Debido a la gran cantidad de dispositivos que se desea integrar en un solo sistema se necesita un microcontrolador que disponga de una gran cantidad de puertos, alta velocidad de procesamiento, que posea comunicación serial RS-232 y comunicación I2C.

Se necesita entonces un microcontrolador con las siguientes características:

- Frecuencia de operación de 0 a 20 MHz (DC a 200 nseg de ciclo de instrucción).
- Hasta 8k x 14 bits de memoria Flash de programa.
- Hasta 368 bytes de memoria de datos RAM.
- Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM.
- Opciones de selección del oscilador.
- Lectura/escritura de la CPU a la memoria flash de programa.

- Rango de voltaje de operación de 2.0 a 5.5 V.
- Comunicación serial RS-232.
- Comunicación serial I2C.
- Cantidad de puertos 5 (33 entradas/salidas total).

El dispositivo que cumple con estas características es el microcontrolador PIC16F877A.

3.10 Tramas NMEA

NMEA (*National Marine Electronics Association*) consiste de tramas, la primera palabra de las cuales, llamada tipo de dato, define la interpretación del resto de la trama. Cada tipo de datos tiene su propia única interpretación y está definida en el estándar NMEA. La trama GGA muestra un ejemplo que provee datos fijos esenciales. Otras tramas pueden repetir alguna de la misma información pero también proporcionarán nueva. En cualquier aparato o programa que lea los datos se puede mirar el dato de la trama que interesa y simplemente ignorar otras tramas que no importan. Cuando la trama esta siendo leída incorrectamente, la unidad receptora recibe los datos nuevamente.

Hay muchas tramas en el estándar NMEA para todas las clases de aparatos que pueden ser usados en aplicaciones para receptores GPS, algunas están listadas a continuación: (todo mensaje empiezan con GP).[6]

- *APA - Auto Pilot A sentence*
- *APB - Auto Pilot B sentence*
- *BOD - Bearing Origin to Destination*
- *BWC - Bearing using Great Circle route*
- *DTM - Datum being used*
- *GGA - Fix information*
- *GLL - Lat/Lon data*
- *GRS - GPS Range Residuals*
- *GSA - Overall Satellite data*

- *GST - GPS Pseudorange Noise Statistics*
- *GSV - Detailed Satellite data*
- *MSK - Send control for a beacon receiver*
- *MSS - Beacon receiver status information*
- *RMA - Recommended Loran data*
- *RMB - Recommended navigation data for gps*
- *RMC - Recommended minimum data for gps*
- *RTE - Route message*
- *TRF - Transit Fix Data*
- *STN - Multiple Data ID*
- *VBW - Dual Ground / Water Speed*
- *VTG - Vector track an Speed over the Ground*
- *WCV - Waypoint closure velocity (Velocity Made Good)*
- *WPL - Waypoint Location information*
- *XTC - Cross track error*
- *XTE - Measured cross track error*
- *ZTG - Zulu (UTC) time and time to go (to destination)*
- *ZDA - Date and Time*

3.10.1 Trama de datos GGA

Las tramas NMEA más importantes incluyen la GGA la cual provee datos fijos corrientes, la RMC la cual provee las tramas de información mínima GPS, y la GSA la cual provee el dato de estado del Satélite. Como se vio anteriormente, las variables que se van a utilizar son latitud y longitud y la trama GGA es la que proporciona esa información.

GGA – Datos fijos esenciales los cuales proveen ubicación 3D y datos exactos.

```
$GPGGA,123519,4807.038,N,01131.000,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M,,*47
```

Donde:

GGA	Datos fijos del Sistema de Posicionamiento Global
123519	Hora en 12:35:19 UTC

4807.038,N	Latitud 48 grados 07.038' N
01131.000,E	Longitud 11 grados 31.000' E
1	Calidad fija: 0 = Invalido 1 = GPS fijo (SPS) 2 = DGPS fijo 3 = PPS fijo 4 = Tiempo Real Cinemático 5 = Flotante RTK 6 = Estimado (cálculo muerto) (2.3 rasgo) 7 = Modo de entrada manual 8 = Modo simulación
08	Número de satélites siendo rastreados
0.9	Dilución horizontal de posición
545.4,M	Altitud, Metros, sobre el nivel medio del mar
46.9,M	Altura de la geoide (nivel del mar) sobre elipsoide WGS84
(Campo vacío)	Tiempo en segundos desde la última actualización DGPS
(Campo vacío)	Número ID de la estación DGPS
*47	Dato suma de verificación, siempre comienza con *

3.11 Diagrama de Flujo

El funcionamiento del prototipo empieza por la obtención de datos de la trama GGA, por lo que primero se verifica la recepción de ésta trama, es decir que hayan suficientes satélites para que el GPS reciba los datos de la trama GGA, una vez verificada la trama GGA se adquieren los datos de latitud y longitud que posteriormente son comparados con datos de posición guardados. Se tienen dos eventos dependiendo de la posición verificada, si la posición es de llegada a la parada, se producirán los mensajes visual y auditivo de llegada a la parada; y si la posición es de próxima parada, se producirá el mensaje auditivo de próxima parada y el mensaje visual indicando el mensaje “Bienvenidos”.

Para la utilización de éste prototipo se dispondrá de un teclado en el que se usarán 3 botones: uno para grabar posiciones, otro para grabar/reproducir mensajes de audio y otro para grabar mensajes de texto.

En la opción de grabar/reproducir mensajes se usarán 3 botones del teclado para la grabación/reproducción de mensajes: el primer botón direcciona el puntero del chip de audio al inicio y se usa para empezar la grabación/reproducción desde el inicio, el segundo botón se usa para reproducir el mensaje grabado, y el tercer botón se usa para grabar un mensaje. Una vez grabados los mensajes, mediante el programa en el microcontrolador se encarga de reproducir los mensajes automáticamente.

También se utilizarán 4 botones del teclado para la opción de grabación de posiciones: el primer botón se usa para ingresar a la opción de grabar posición, el segundo botón incrementa el número de posición a ser guardada en este caso de 1 a 60 posiciones, el tercer botón decrementa el número de posición a ser guardada entre 1 y 60 y el cuarto botón se encarga de guardar la posición, una vez hecho esto se pulsa el primer botón para salir de la opción de grabar posición.

Finalmente se utilizarán 15 botones del teclado para la opción de grabación de mensajes de texto: 8 teclas contendrán el abecedario como en el teclado de un teléfono celular y con el mismo funcionamiento, al presionar por primera vez una tecla se mostrará la letra A, al segundo pulso de la misma tecla se mostrará la letra B y al tercer pulso de la misma tecla se mostrará la letra C, si se vuelve a presionar la misma tecla regresa a la letra A y así secuencialmente, una tecla sirve para ingresar a la opción de grabar un mensaje y para saltar una posición de una letra a otra en el mensaje, dos teclas sirven para escoger el número de posición donde se desea guardar el mensaje (una tecla sirve para incrementar la posición, otra tecla sirve para decrementar la posición), una tecla sirve para dar un espacio entre una letra y otra, una tecla sirve para borrar letras, una tecla que sirve para guardar la posición y una tecla sirve para salir de la opción de grabar mensaje.

La explicación y distribución de los botones se lo vera en el capítulo 4, en la parte de interconexión entre microcontrolador y periféricos, (ver sección 4.1.8).

En la figura 3.3 se puede observar el diagrama de flujo del prototipo.

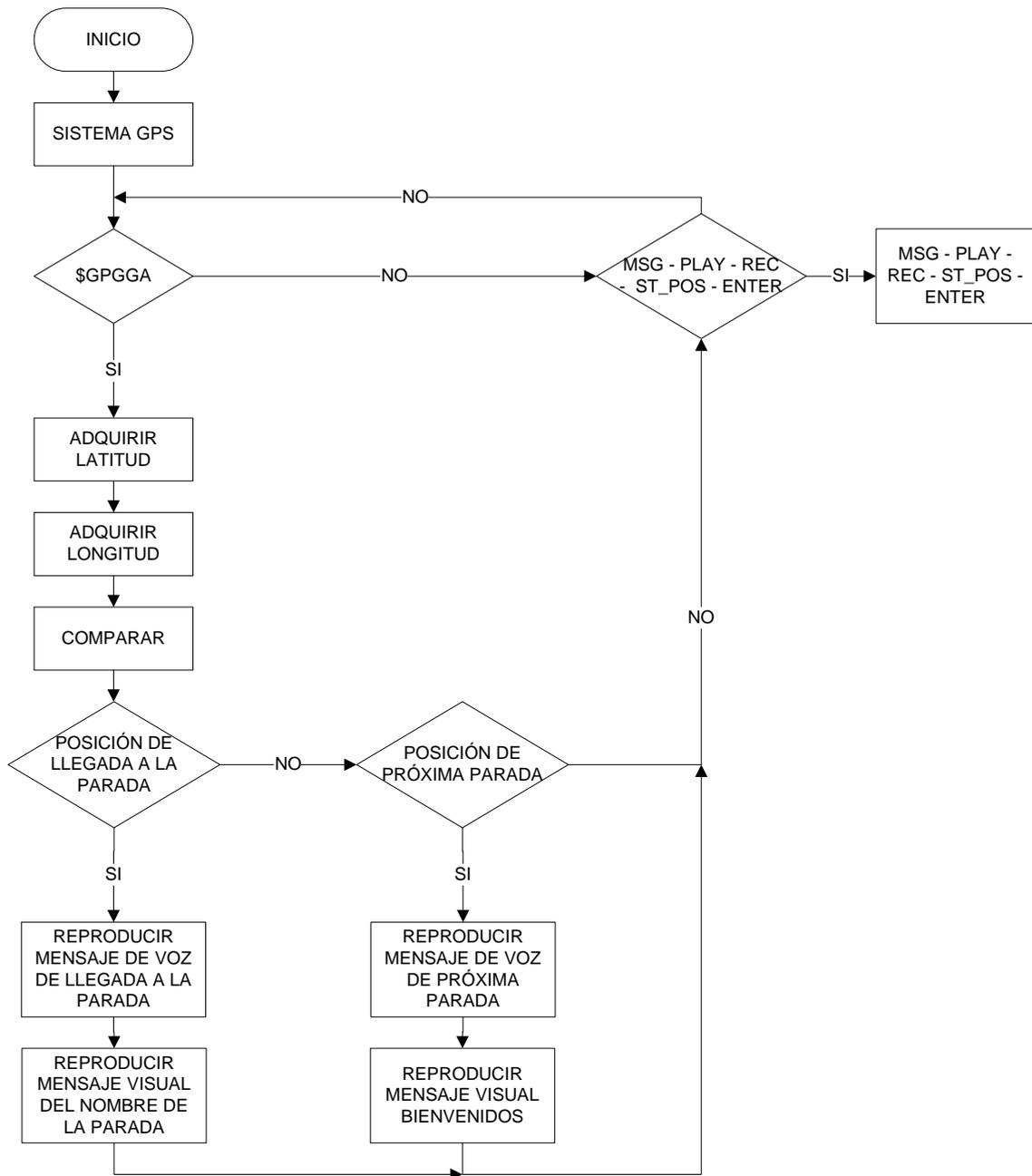


Figura. 3.3. Diagrama de flujo del prototipo

3.12 Diagrama de flujo de grabar/reproducir mensajes de audio

En esta opción se pueden grabar/reproducir mensajes de audio, primero se pulsa el botón para reiniciar la grabación/reproducción para que los mensajes sean grabados o reproducidos desde el principio y en orden, luego se presiona el botón para grabar, al hacer esto se espera 1 segundo para estar listo para grabar el mensaje que se quiere, si se quieren grabar más mensajes se pulsa nuevamente el botón para grabar y ese mensaje será grabado a continuación del anterior, si se quiere escuchar la grabación se presiona el botón para reproducir el mensaje y se empezará la reproducción desde el principio, la reproducción es en orden y se irán escuchando los mensajes uno por uno a cada pulso del botón para reproducir el mensaje. Los mensajes pueden ser borrados y grabados nuevamente las veces que se desee.

Se pueden grabar hasta 32 mensajes de audio, los dos primeros mensajes están destinados para la grabación de (“llegando a”) y (“próxima parada”), los 30 mensajes restantes se utilizarán para los nombres de las paradas.

En la figura 3.4 se puede observar el diagrama de flujo de grabar/reproducir mensajes de audio.

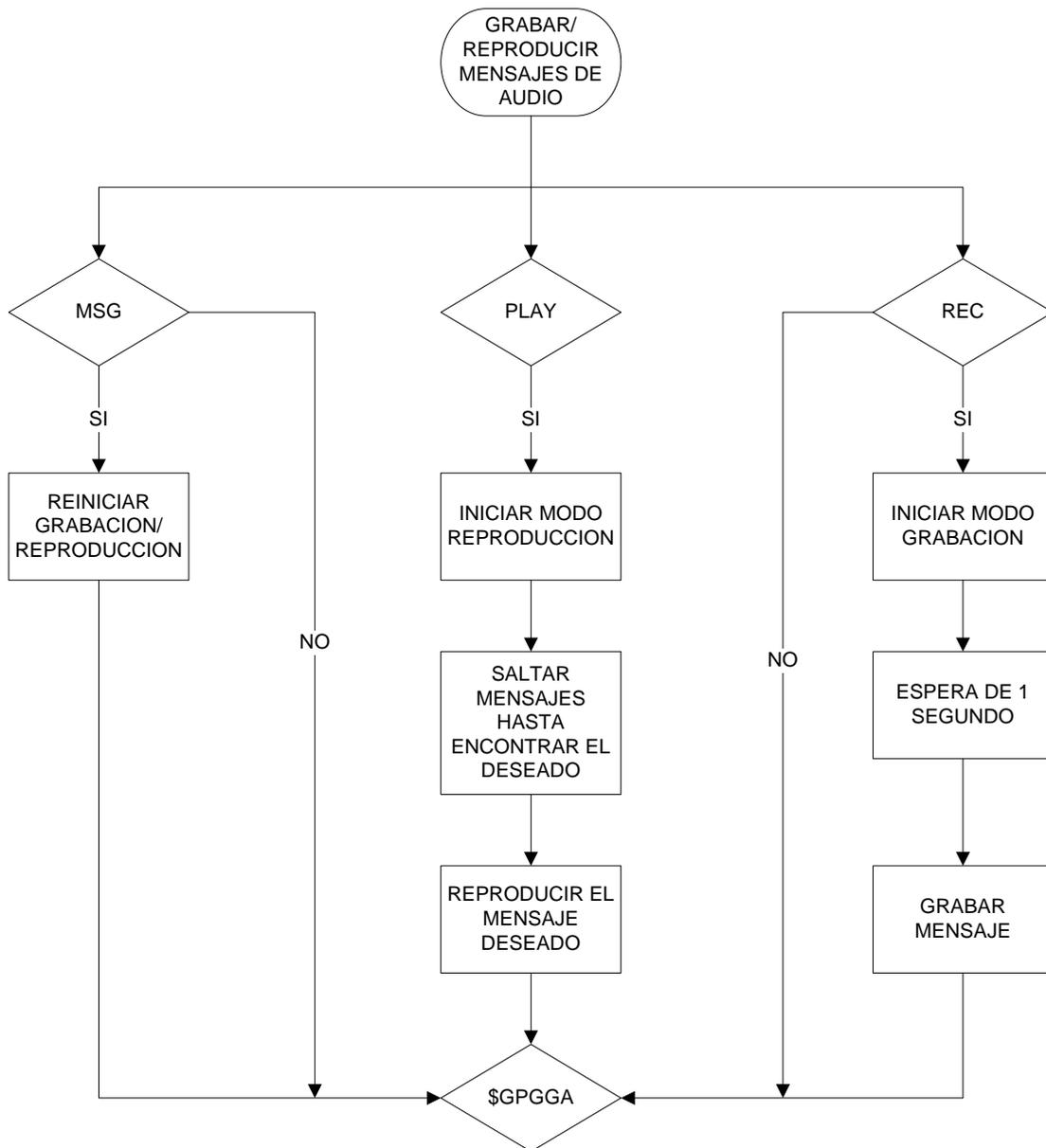


Figura. 3.4. Diagrama de flujo de grabar/reproducir mensajes de audio

3.13 Diagrama de flujo de grabación de posiciones

En esta opción se pueden grabar las posiciones en las que se van a reproducir los mensajes visuales y auditivos, solo basta con presionar el botón para grabar posición para grabar la posición que indica el módulo GPS. Las posiciones tienen que ser grabadas en intervalos de 100 metros, como se vio anteriormente la posición de llegada a la parada tiene que estar 50 metros antes de la parada y la posición de próxima parada tiene que estar

50 metros después de la parada. Para grabar las posiciones se tienen dos botones que nos ayudan a indicar en que orden se quiere grabar la posición a ser comparada.

Con lo expuesto antes, se entiende que se necesitan grabar 2 posiciones por parada, una que indique que se llega a la parada y la otra que indica cual es la próxima parada, entonces se deben grabar 60 posiciones para las 30 paradas.

En la figura 3.5 se puede observar el diagrama de flujo de grabación de posiciones.

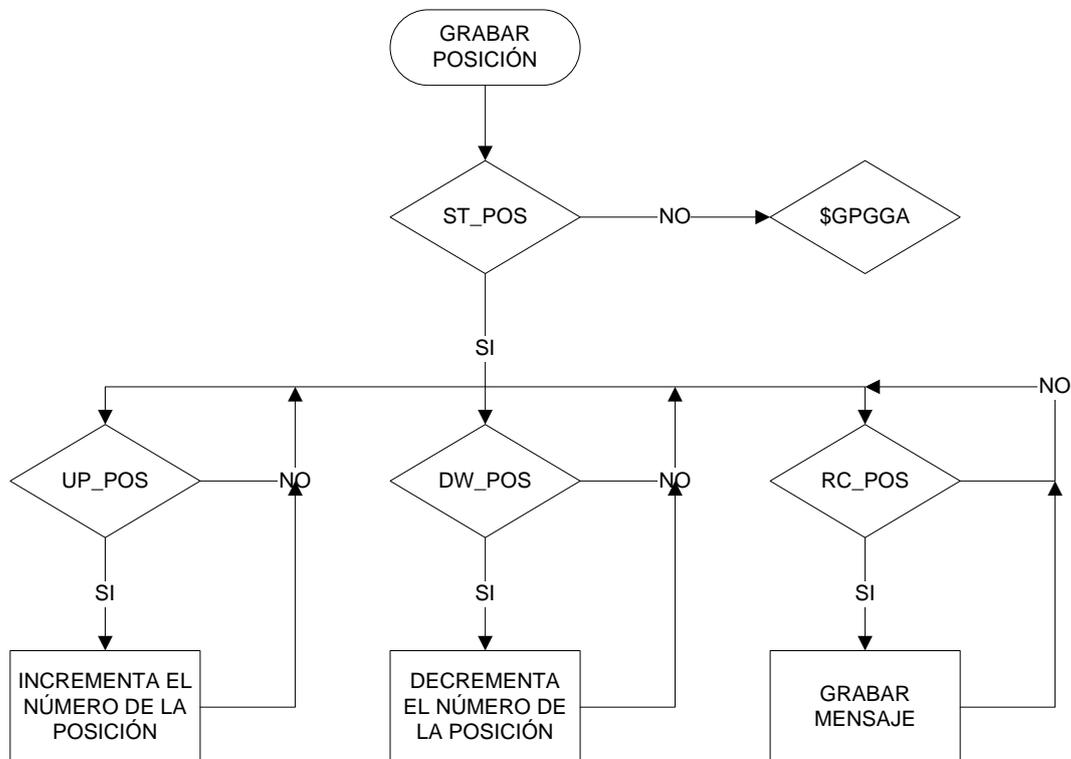


Figura 3.5. Diagrama de flujo de la grabación de posiciones

3.14 Diagrama de flujo de la grabación de mensajes de texto

Con esta opción se puede grabar mensajes de texto, se presionan los botones como en el teclado de un celular para ir formando el texto que uno desea, en este caso nombres de paradas de autobús. Se pueden grabar hasta 30 mensajes de 200 caracteres cada uno, para

esto hay dos botones que nos ayudan a indicar en que orden se quiere grabar el mensaje para su reproducción. Los mensajes pueden ser borrados y grabados nuevamente.

En la figura 3.6 se puede observar el diagrama de la grabación de mensajes de texto.

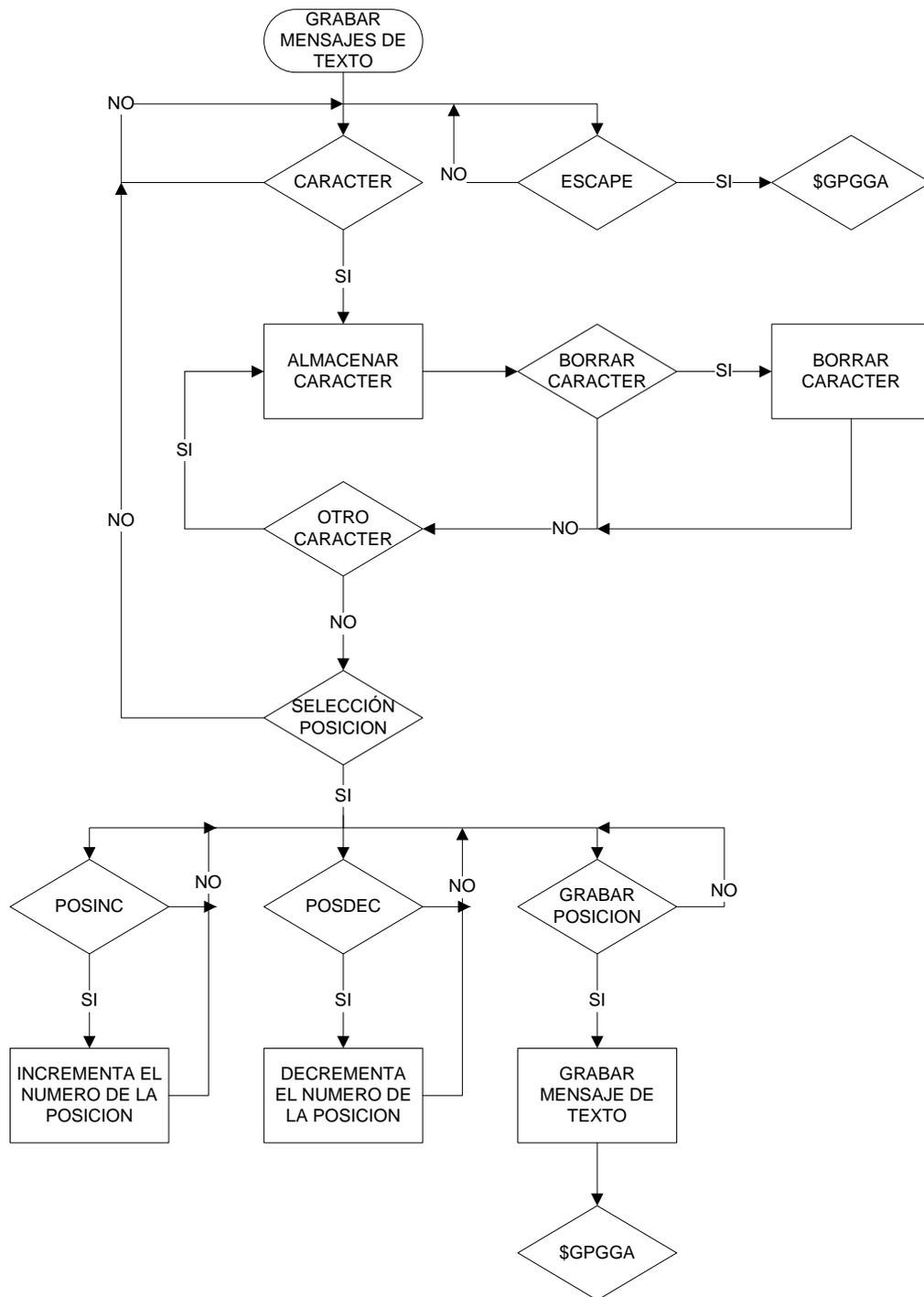


Figura. 3.6. Diagrama de flujo de la grabación de mensajes de texto

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

En este capítulo se van a mostrar las especificaciones técnicas de los diversos dispositivos empleados para el desarrollo de la alerta visual y auditiva de próxima parada, la interconexión entre ellos y el software que constituyen la especificación funcional del proyecto.

4.1 Implementación del hardware

4.1.1 Módulo GPS HPM103H-6

Esta es una tarjeta de prueba GPS que los diseñadores pueden usar para rastrear vehículos, ver velocidad, o para cualquier aplicación que requiera de coordenadas.[7]

Con una antena activa estándar y una fuente de energía de 5V recibe posición (latitud y longitud) en horas, minutos y segundos; además se cuenta con una batería de respaldo para los datos. La tarjeta tiene el convertor IC (Max232) de TTL a RS-232. La salida es de nivel serial RS-232 en formato NMEA y puede ser conectado a la PC directamente.

En la figura 4.1 se puede observar el módulo GPS HPM103H-6 y accesorios.

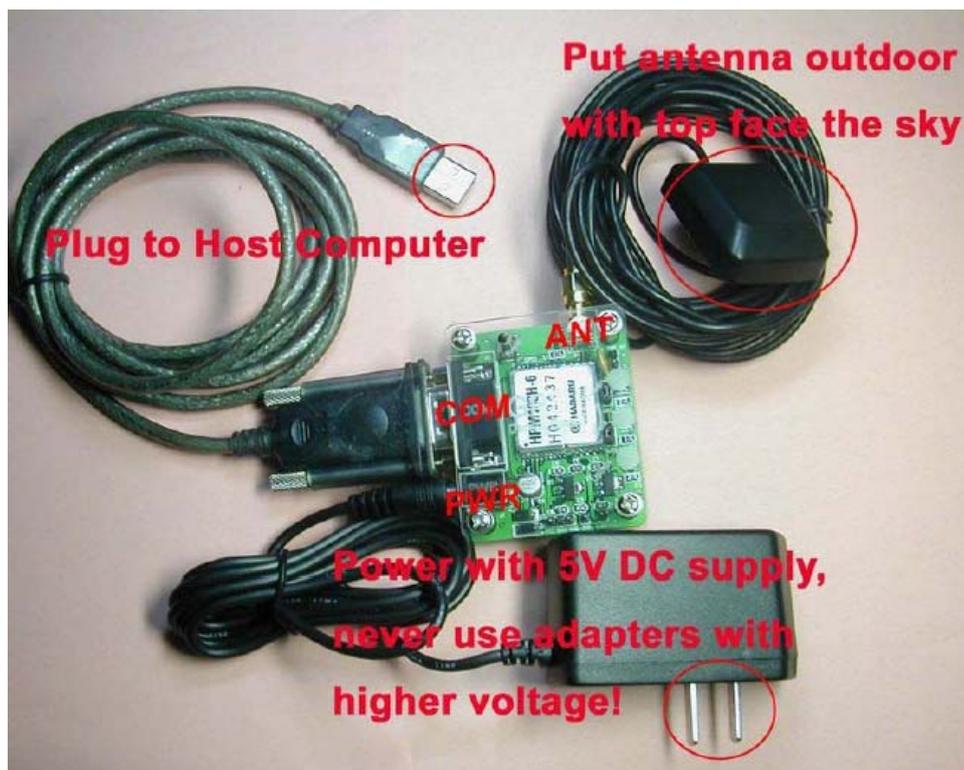


Figura. 4.1. Módulo GPS HPM103H-6 y accesorios

El módulo GPS HPM103H-6 recibe tres tramas de datos NMEA cada segundo, como se ve a continuación: (más información sobre éstas tramas en la sección 3.18)

```
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,2.2,1.6,1.6*30
```

```
$GPGGA,035926.073,3200.1155,N,11847.2487,E,0,04,1.6,44.8,M,0.5,M,,*5F
```

```
$GPRMC,035926.073,V,3200.1155,N,11847.2487,E,0.00,0.00,310107,4.5,W,N*06
```

Esta trama de datos se recibe a 4800 bps, 8 bits de datos, sin paridad y un bit de parada (8N1). Como vimos en el capítulo 3 sobre las tramas NMEA, mediante programa podemos obtener la trama de datos que es de nuestro interés por lo que nos enfocamos en la trama \$GPGGA, que contiene datos de posición (latitud y longitud).

En la figura 4.2 se puede observar el diagrama de bloques del módulo GPS HPM103H-6.

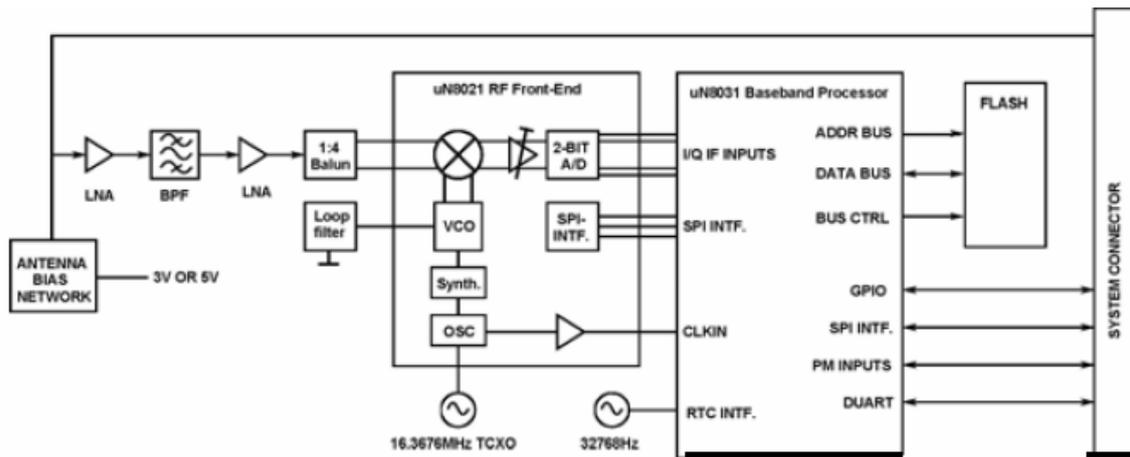


Figura. 4.2. Diagrama de bloques del receptor GPS HPM103H-6

4.1.2 Chip de audio ISD25120

El ISD25120 provee alta calidad en la grabación/reproducción de sonidos o mensajes con una duración máxima de 120 segundos.

Este dispositivo incluye en su estructura interna un oscilador, un preamplificador para micrófono, un módulo de control automático de ganancia, un amplificador para la salida y entre otras cosas una gran capacidad de memoria no volátil para el almacenamiento de los mensajes.[8]

El ISD25120 es compatible con cualquier microcontrolador, permitiendo una operación compleja con mensajes y direcciones.

Los mensajes son almacenados en celdas de memoria no volátil, es decir, las grabaciones permanecen aun sin alimentación. Este chip ha hecho posible que voz y señales de audio sean directamente almacenadas en la memoria en una forma muy natural, para su posterior reproducción.

En la figura 4.3 se puede observar la descripción de pines del chip de audio ISD25120.

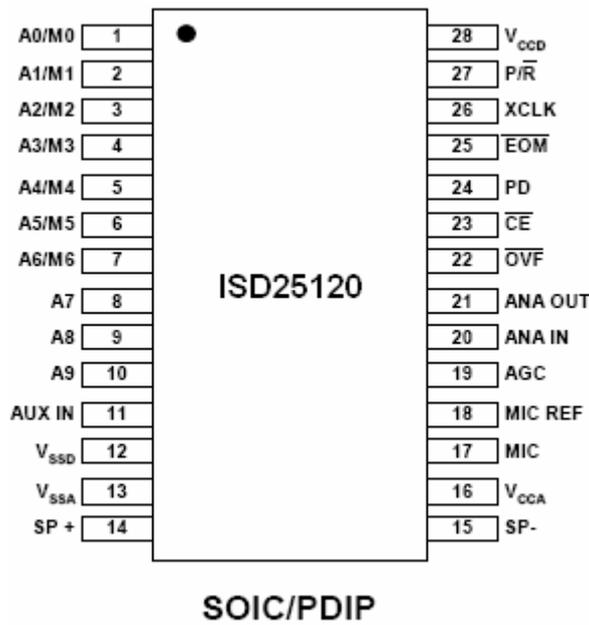


Figura. 4.3. Descripción de pines del chip de grabación/reproducción de audio ISD25120

En la figura 4.4 se puede observar el diagrama de bloques del chip de audio ISD25120.

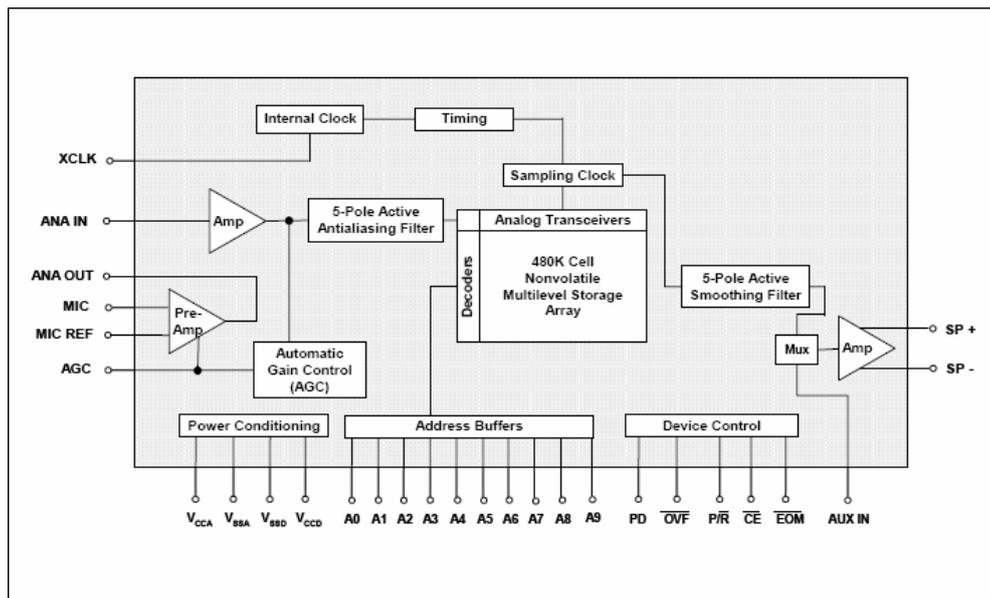


Figura. 4.4. Diagrama de bloques del chip de grabación/reproducción de audio ISD25120

Existen principalmente dos modos de operación:

- Modo grabación
- Modo reproducción

Modo grabación

Se deben seguir los siguientes pasos:

- 1 Colocar el pin PD (*power down*) en estado bajo. Normalmente se utiliza un *pull-down*.
- 2 El pin P/R (*playback/record*) debe estar en estado bajo.
- 3 Asignar el modo de operación M0-M6 (ver sección 4.1.8.3), en este caso M6 (*push-button control*).
- 4 El pin CE (*chip enable*) es dado un pulso en flanco descendente para iniciar la grabación de un determinado mensaje.
- 5 El pin EOM (*end of message*) va a estado alto, indicando que la operación está en proceso. Una marca EOM es insertada a final del mensaje, que indica la terminación del mismo.
- 6 El pin CE es dado un pulso en flanco descendente para pausar la grabación de un determinado mensaje.

En la figura 4.5 podemos observar la secuencia de grabación de mensajes.

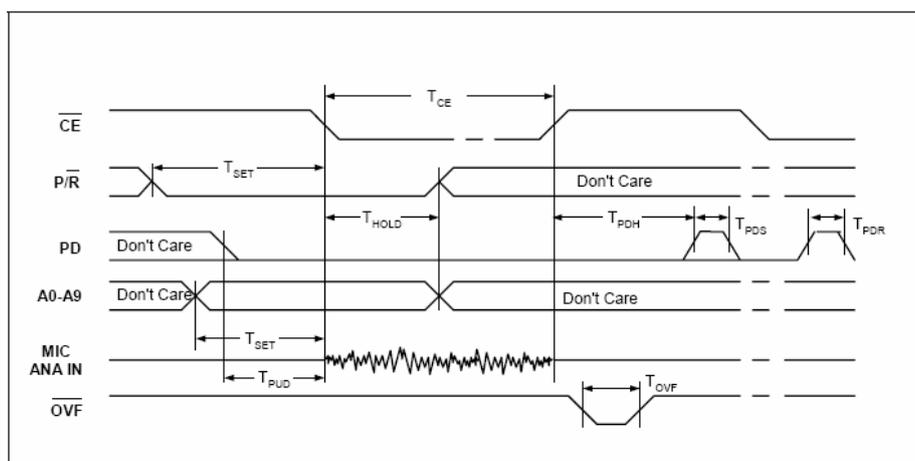


Figura. 4.5. Secuencias de grabación de mensajes

Modo reproducción

Se deben seguir los siguientes pasos:

- 1 Colocar el pin PD en estado bajo.
- 2 El pin P/R debe estar en estado alto.
- 3 Asignar el modo de operación M0-M6, en este caso M0 (*message cueing*) y M6.
- 4 El pin CE es dado un pulso en flanco descendente para iniciar la reproducción de un determinado mensaje y dura hasta encontrar una marca EOM o cuando el pin PD se coloque en estado alto.

En la figura 4.6 podemos observar la secuencia de reproducción de mensajes.

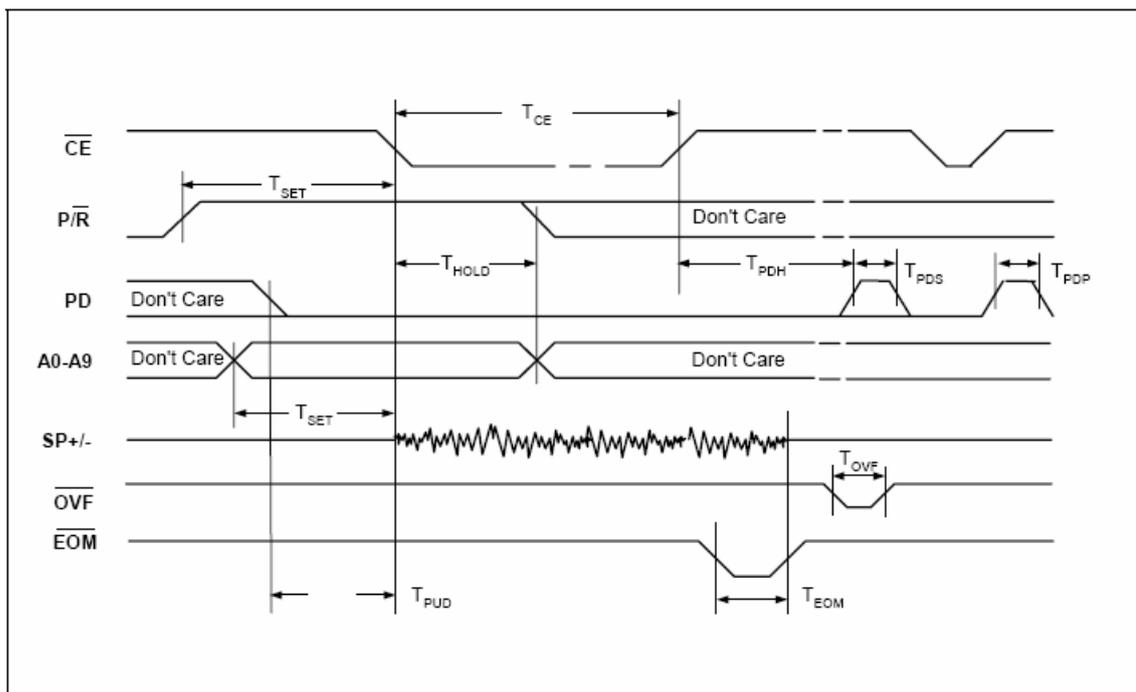


Figura. 4.6. Secuencias de reproducción de mensajes

4.1.3 Matriz de leds

Corresponde a un cartel electrónico comúnmente utilizado para presentar mensajes de texto, realizado en base a una matriz de 50 columnas y 7 filas de leds de color rojo. Permite mostrar en desplazamiento horizontal de derecha a izquierda textos de 200 caracteres cada uno. Si se carga un texto cuyo largo es menor del display (8 caracteres condensados) no se desplazara sino que se mantendrá quieto. Si se desea mostrar en movimiento textos cortos, se deben agregar espacios al principio y al final del mensaje.[9]

Los textos se pueden mostrar en siete tipos de fuentes; caracteres cortos 5x6, caracteres cortos y anchos 5x11, caracteres estándar 7x6, caracteres anchos 7x11, caracteres 7x9, caracteres extra anchos 7x17 y caracteres de fuente pequeña, en algunos casos solo mayúsculas. El mensaje a mostrar se puede ingresar por medio de un teclado creado en una PC y luego enviado por medio de una conexión RS232 cuya interfase esta incluido en este modelo.

En la figura 4.7 se puede observar el diagrama de un cartel electrónico.



Figura. 4.7. Diagrama de un cartel electrónico

Características:

- Programación directa por medio de software bajo Windows
- 7 tipos de fuentes
- Fuente incluida lo que le permite una alimentación de 5 V

- Construcción robusta apta para vehículos en movimiento
- Leds rojos de alto brillo para uso exterior
- Matriz de 7 filas x 50 columnas
- Conector serie RS-232

Para iniciar la transferencia de datos primero se tiene que enviar esta cadena de datos [\$00,\$FF,\$FF,\$00,\$0B,\$01,\$FF,\$01,\$30,\$31,\$EF,\$B0,\$EF,\$A2] del microcontrolador por comunicación serial RS232 al cartel electrónico, el cual se configura para recibir datos, luego de esto se puede enviar cualquier cadena de datos que se quiera que se muestre en el cartel, por ejemplo, ["Bienvenidos"], y finalmente se cierra el envío de datos con la cadena [\$FF,\$FF,\$00], la cual finaliza la transmisión.

4.1.4 Pantalla de cristal líquido LCD Hitachi HD44780

Los LCD de texto son los más baratos y simples de utilizar. Solamente permiten visualizar mensajes cortos de texto. Existen algunos modelos estandarizados en la industria, en función de su tamaño medido en número de líneas y columnas de texto. Existen modelos de una, dos y cuatro filas únicamente. El número de columnas típico es de ocho, dieciséis, veinte y cuarenta caracteres.

En la figura 4.8 se puede observar el diagrama de un LCD.

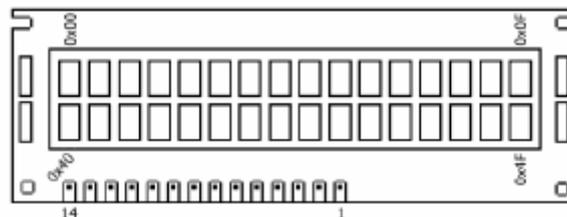


Figura. 4.8. Diagrama de un LCD

El controlador **Hitachi HD44780** se ha convertido en un estándar de industria cuyas especificaciones funcionales son imitadas por la mayoría de los fabricantes. Este controlador cuenta con los siguientes interfaces eléctricos:

- **D0-D7**: ocho señales eléctricas que componen un bus de datos.
- **R/W**: una señal que indica si se desea leer o escribir en la pantalla (generalmente solamente se escribe).
 - 0 = Escribe, 1 = Lee
 - Solo la instrucción “*Get LCD Status*” es de lectura. El resto es de Escritura
- **RS**: una señal que indica si los datos presentes en D0-D7 corresponden a una instrucción de datos.
 - 0 = Instrucción (*Write*), *Busy Flag (Read)* o *Address Counter (read)*
 - 1 = Dato (*read/write*)
- **E**: Habilita la escritura de una instrucción o Dato en el LCD.
 - Se debe seguir la siguiente secuencia:
 - E = 0
 - Poner información en DB0 – DB7, R/W, y RS
 - E = L
- **V0**: señal eléctrica para determinar el contraste de la pantalla. Generalmente en el rango de cero a cinco voltios. Cuando el voltaje es de cero voltios se obtienen los puntos más oscuros.
- **Vss y Vdd**: señales de alimentación. Generalmente a cinco voltios. La señal Vss sirve para encender la luz trasera de la pantalla en algunos modelos.

4.1.5 Memoria EEPROM 24LC128

Se ha escogido la memoria EEPROM 24LC128 de Microchip, que poseen una capacidad de 128 kbits, equivalente a 16000 bytes lo cual es suficiente para esta aplicación que usa aproximadamente 7020 bytes. Estas memorias funcionan bajo el protocolo bus I2C, lo que permite su fácil comunicación con el microcontrolador. Permiten realizar 1000000 de ciclos de escritura y lectura. Se pueden colocar hasta 8 memorias en el mismo bus, con lo que la capacidad aumenta hasta los 1024 kbits, equivalente a 128000 bytes.[11]

En la figura 4.9 se puede observar la descripción de pines de la memoria EEPROM 24LC128.

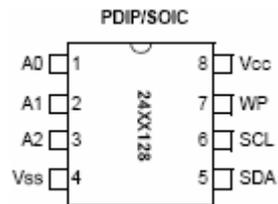


Figura. 4.9. Descripción de pines de la memoria EEPROM 24LC128

En la figura 4.10 se puede observar el diagrama de bloques de la memoria EEPROM 24LC128.

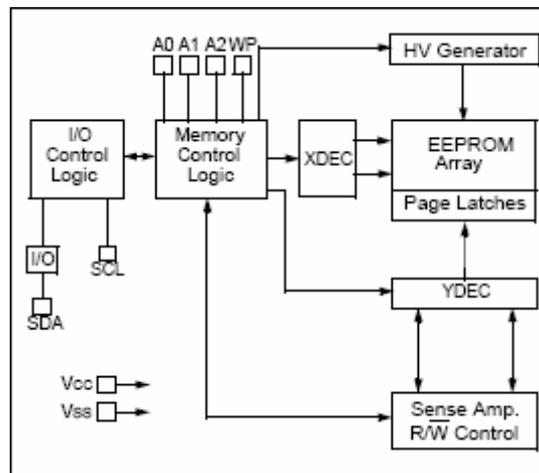


Figura. 4.10. Diagrama de bloques de la memoria EEPROM 24LC128

El proceso de comunicación con este dispositivo es el siguiente. Para escribir un byte en la memoria, la comunicación comienza por enviar por el canal I2C la dirección del dispositivo en modo escritura. A continuación se envía otro byte en el que se indica la parte alta de la dirección de la memoria en la que se va a guardar el dato. El siguiente byte

debe indicar la parte baja de esta dirección. Ahora, el cuarto byte enviado será el dato que se desea escribir.

En la figura 4.11 se puede observar el protocolo para la escritura de datos en la memoria EEPROM.

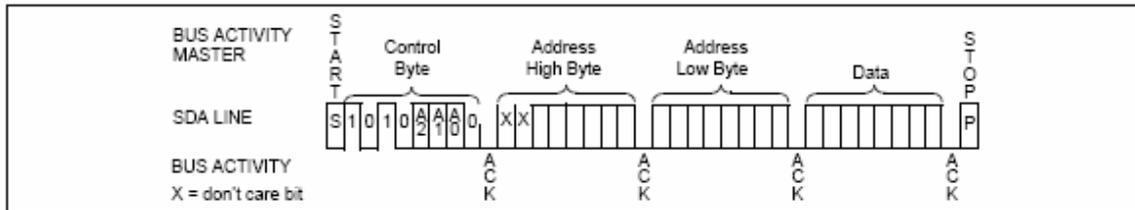


Figura. 4.11. Protocolo para la escritura de datos en la memoria EEPROM

Para leer datos de la memoria EEPROM hay que realizar la siguiente secuencia. Primero se envía la dirección del dispositivo en modo escritura. A continuación los dos siguientes bytes indican la parte alta y la parte baja de la dirección de la memoria EEPROM que deseamos leer. Ahora se debe enviar como cuarto byte la dirección del dispositivo pero en modo lectura. El siguiente byte que aparece en el bus de datos será enviado por la memoria EEPROM y contendrá el valor del byte que estaba almacenado.

En la figura 4.12 se puede observar el protocolo para la lectura de datos en la memoria EEPROM.

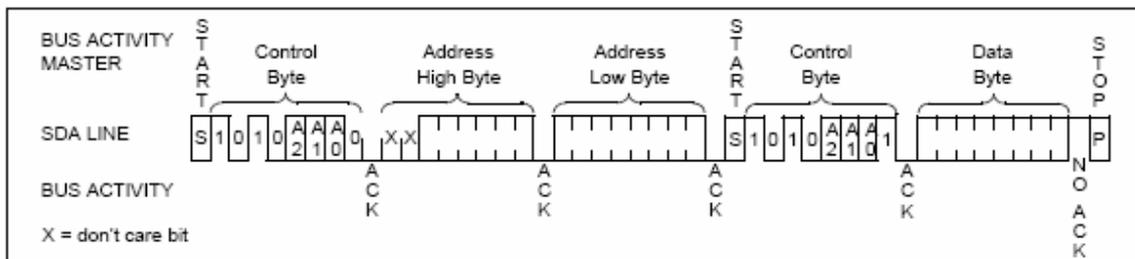


Figura. 4.12. Protocolo para la lectura de datos en la memoria EEPROM

4.1.6 Microcontrolador PIC16F877A

El microcontrolador PIC16F877A de Microchip pertenece a una gran familia de microcontroladores de 8 bits (bus de datos) que tienen las siguientes características:[10]

- Frecuencia de operación de 0 a 20 MHz (DC a 200 nseg de ciclo de instrucción).
- Hasta 8k x 14 bits de memoria Flash de programa.
- Hasta 368 bytes de memoria de datos RAM.
- Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM.
- Opciones de selección del oscilador.
- Lectura/escritura de la CPU a la memoria flash de programa.
- Rango de voltaje de operación de 2.0 a 5.5 V.
- Comunicación serial RS-232 asíncrona.
- Comunicación serial I2C.
- Cantidad de puertos 5 (33 entradas/salidas total).

En la figura 4.13 se puede observar la distribución de pines del microcontrolador PIC16F877A.

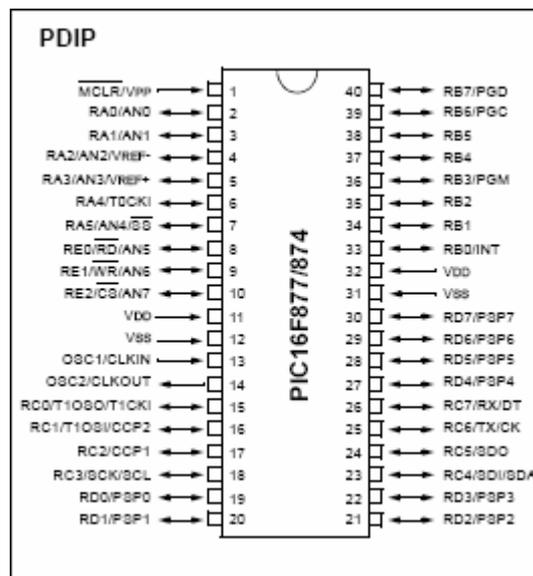


Figura. 4.13. Distribución de pines del microcontrolador PIC16F877A

4.1.7 Comunicación serial RS232 e I2C

4.1.7.1 Comunicación serial.

La comunicación serial es lenta debido a que transmite bit por bit pero tiene la ventaja de necesitar la menor cantidad de hilos, y además se puede extender la comunicación a mayor distancia, por ejemplo; en la norma RS232 a 15 mts., en la norma RS422/485 a 1200 mts. y utilizando un MODEM, pues a cualquier parte del mundo.[11]

La comunicación serial asincrónica no necesita pulsos de reloj, en su lugar utiliza mecanismo como referencia tierra (RS232) o voltajes diferenciales (RS422/485), en donde la duración de cada bit es determinada por la velocidad de transmisión de datos que se debe definir previamente entre ambos equipos.

Modo de Transmisión

El modo de transmisión que se utiliza en este proyecto es:

Simplex: Es la transmisión que puede ocurrir en un solo sentido, sea solo para recibir o solo para transmitir.

4.1.7.2 Comunicación serial RS232.

La comunicación serial RS232 asincrónica es utilizada para la recepción de datos por parte del microcontrolador desde el módulo GPS que también posee comunicación serial, para este caso hacemos uso del circuito integrado MAX232, que convierte los niveles RS232 del módulo GPS en niveles TTL para el PIC16F877A, utilizando los pines 25 (RC6 - TX) para la transmisión de datos y 26 (RC7 - RX) para la recepción de datos.

Puesto que la matriz de leds posee comunicación serial también es controlada con comunicación serial asíncrona mediante el pin 15 (RC0) del microcontrolador.

4.1.7.3 Comunicación serial con el C.I. MAX 232.

El CI. MAX 232 es la solución para transmitir a mayor distancia, ya que incrementa los niveles de voltaje de 5V a +/- 10V gracias a un juego de capacitores que le ayuda a doblar los voltajes, por lo que para su alimentación solo requiere una fuente de 5V que puede ser la misma que utiliza el microcontrolador. El MAX 232 dispone de dos juegos de transmisores y receptores.

El MAX 232 en este caso sirve para convertir los voltajes de la norma RS232 del módulo GPS en voltajes TTL del microcontrolador.

En la figura 4.14 se puede observar el diagrama del circuito básico con el MAX232.

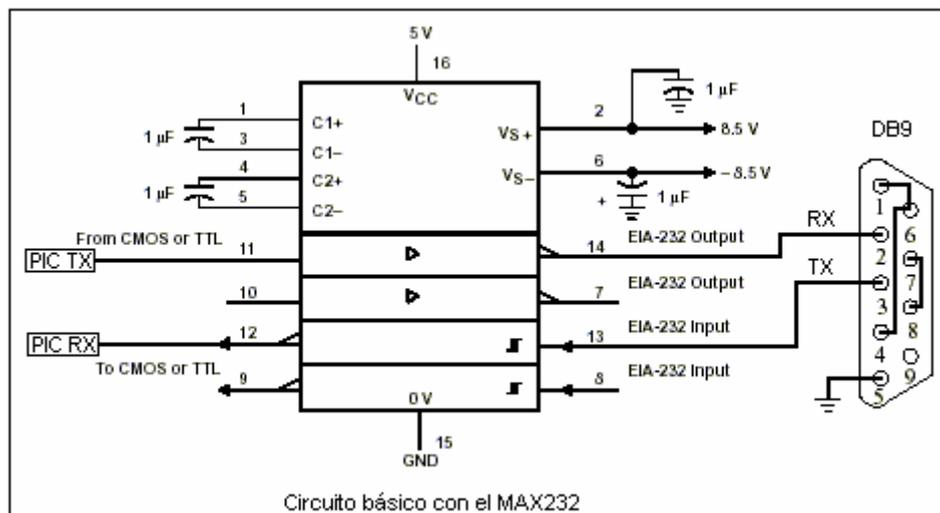


Figura. 4.14. Circuito básico con el MAX232

4.1.7.4 Comunicación serial sincrónica I2C.

La comunicación serial sincrónica I2C es utilizada para el almacenamiento y la lectura de datos desde el microcontrolador a la memoria EEPROM 24LC128 que también posee comunicación serial sincrónica I2C. Los datos que se almacenan y leen son los de posición (latitud y longitud) y los mensajes visuales, para esto se utilizan los pines 18 (RC3 - SCL) para la señal de reloj y 23 (RC4 - SDA) para los datos. El tipo de transferencia de datos en el bus que se utiliza es el modo rápido aproximadamente a 400kbts/seg.[12]

4.1.8 Interconexión entre microcontrolador y periféricos

4.1.8.1 Adquisición de datos desde el GPS

El módulo GPS dispone de comunicación serial lo cual permite la recepción de datos por parte del microcontrolador que también posee comunicación serial, para este caso hacemos uso del circuito integrado MAX232, que convierte los niveles RS232 del módulo GPS en niveles TTL para el PIC16F877A.

En la figura 4.15 se puede observar la conexión entre el GPS y el PIC16F877A.

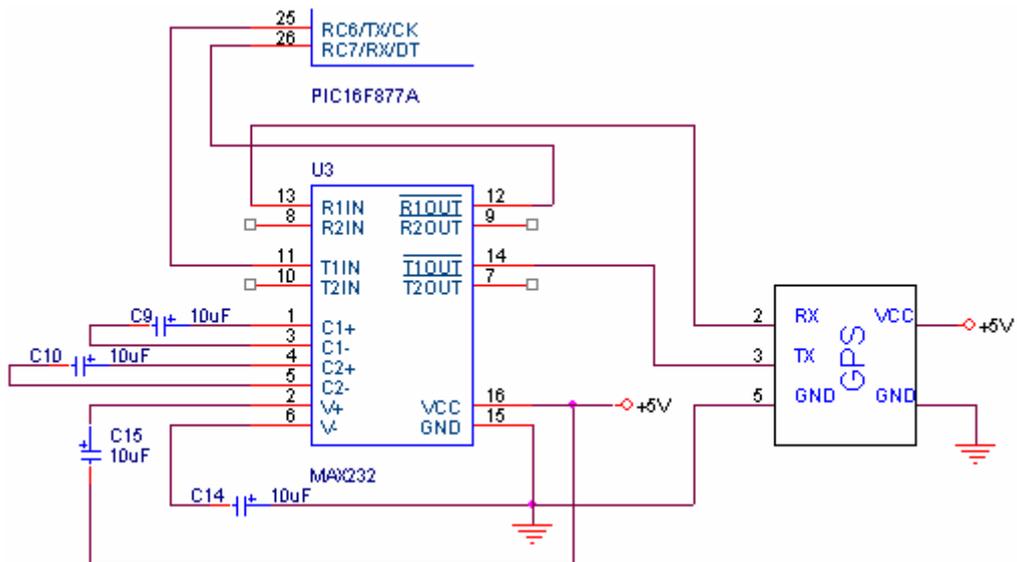


Figura. 4.15. Conexión entre el GPS y el PIC16F877A

4.1.8.2 Escritura/Lectura de datos en la memoria EEPROM 24LC128

La memoria EEPROM 24LC128 incluye el bus I2C el cual necesita solo dos líneas para transmitir y recibir datos, estos son: para datos (SDA) y para la señal de reloj (SCL), esta forma de comunicación utiliza una sincronía con un tren de pulsos que viaja en la línea SCL, de tal manera que en los flancos negativos se revisan los datos RX y TX. La velocidad de transmisión es de 400 Kbits/seg. en modo rápido. Este dispositivo tiene un

código de dirección seleccionable mediante software, por lo que existe una relación permanente *Master/Slave* entre la memoria y el microcontrolador.

Se tiene una serie de botones que permiten la grabación de la posición en la memoria y son los siguientes:

- **UP_POS (0)** - Incrementa el número de posición a ser guardada entre 1 y 60 posiciones.
- **DW_POS (F)** - Decrementa el número de posición a ser guardada entre 1 y 60 posiciones.
- **RC_POS (D)** - Guarda la posición.
- **ST_POS (E)** - Ingresa a la opción de grabar posición y una vez guardada la posición se lo pulsa nuevamente para abandonar esta opción.

En la figura 4.16 se puede observar la conexión entre la memoria EEPROM 24LC128 y el PIC16F877A.

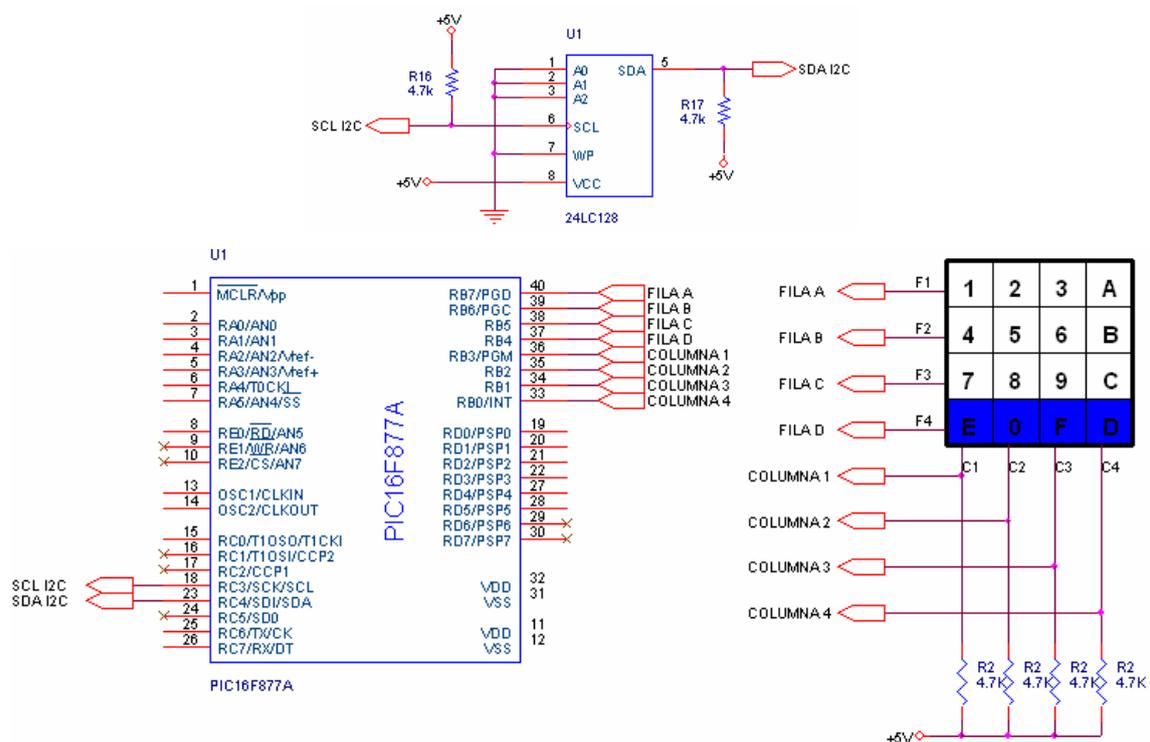


Figura. 4.16. Conexión entre memoria EEPROM 24LC128 y el PIC16F887A

4.1.8.3 Grabación/Reproducción de mensajes de voz en el chip ISD25120

Para el manejo del chip de audio ISD25120 se necesitan algunas líneas de control para la grabación/reproducción de mensajes. Dos líneas para la selección de modos:

Message Cueing (M0): Este modo permite al usuario saltar a través de los mensajes, sin conocer la dirección física actual de cada mensaje. Cada pulso en bajo en CE causa que el puntero de dirección interno salte al siguiente mensaje. Este modo es usado para la reproducción solamente y es compatible con el modo operacional M6.

Push-Button Mode (M6): El modo Push-Button es usado en primer lugar en aplicaciones de muy bajo costo y está diseñado para reducir la circuitería y componentes externos, así se reduce costos. Para configurar el ISD25120 en modo operacional M6 los dos bits de dirección más significativos deben estar en ALTO (A8 y A9), y el pin de modo M6 también debe estar en ALTO. En este modo siempre se apaga al final de cada ciclo de reproducción o grabación después de que CE vaya a estado ALTO.

Se tiene una serie de botones que permiten la grabación/reproducción de mensajes en el ISD25120 y son los siguientes:

- **MSG (A)** – Permite encerrar el puntero de dirección de memoria para empezar a grabar o reproducir desde el principio.
- **PLAY (B)** – Reproduce un mensaje grabado, y cada vez que se pulse se reproduce el mensaje siguiente.
- **RECORD (C)** – Graba un mensaje, y cada vez que se pulse se graba un mensaje en la siguiente dirección.

En la figura 4.17 se puede observar la conexión entre el chip de audio ISD25120 y el PIC16F877A.

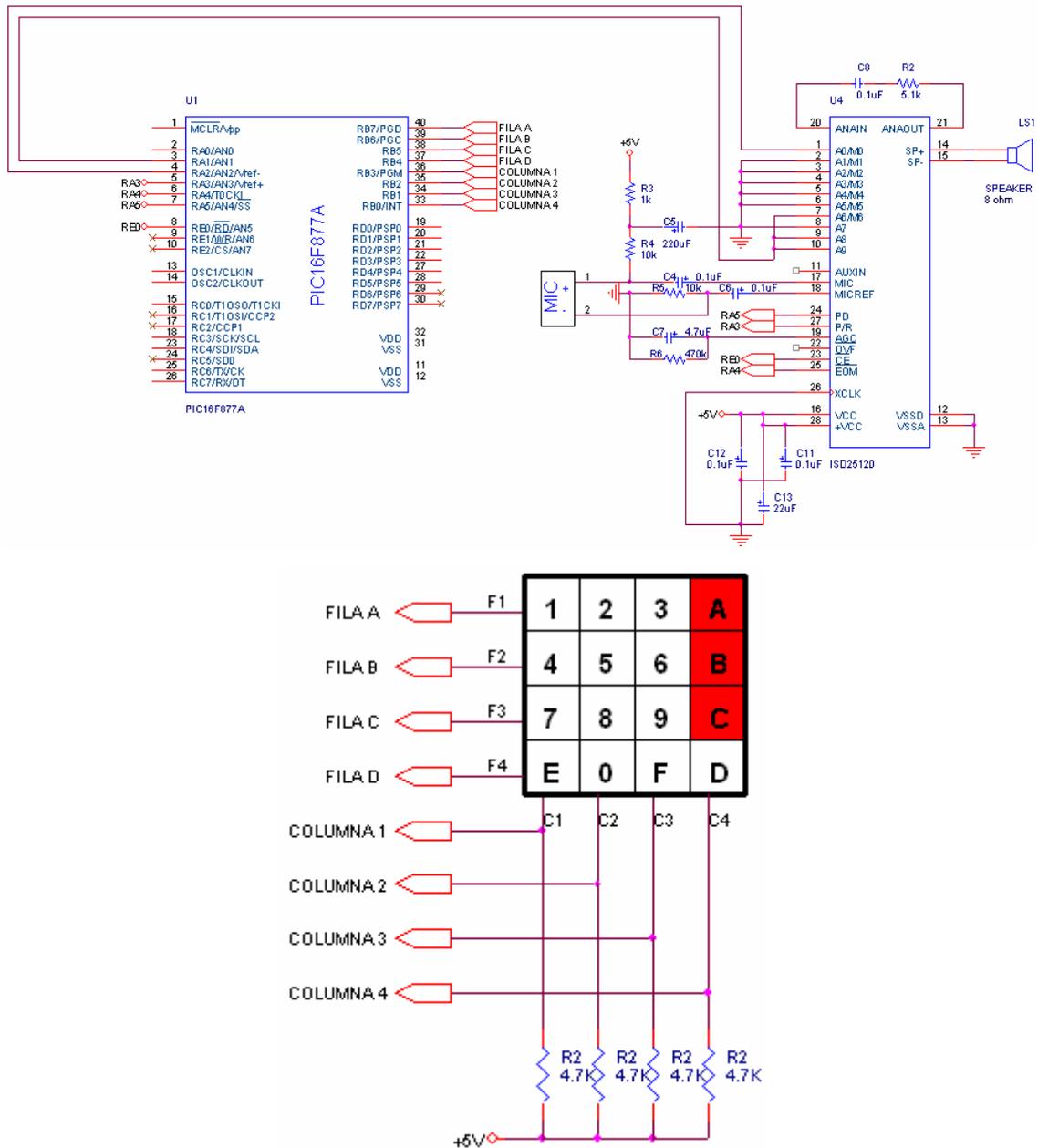


Figura. 4.17. Conexión entre el chip de audio ISD25120 y el PIC16F877A

4.1.8.4 Reproducción de mensajes visuales en matriz de leds

La matriz de leds puede ser controlada de manera serial para la reproducción de mensajes, como la conexión es directamente al microcontrolador se debe colocar una resistencia de 1K para no dañar el puerto del microcontrolador.

En la figura 4.18 se puede observar la conexión entre la matriz de leds 7x50 y el PIC16F877A.



Figura. 4.18. Conexión entre la matriz de leds 7x50 y el PIC16F877A

Se tienen una serie de botones que permiten la grabación de datos en la memoria y son los siguientes:

- **ABC (2)** - Representa las letras A, B y C.
- **DEF (3)** - Representa las letras D, E y F.
- **GHI (4)** - Representa las letras G, H e I.
- **JKL (5)** - Representa las letras J, K y L.
- **MNO (6)** - Representa las letras M, N y O.
- **PQRS (7)** - Representa las letras P, Q, R y S.
- **TUV (8)** - Representa las letras T, U y V.
- **WXYZ (9)** - Representa las letras W, X, Y y Z.
- **ESPACIO (0)** - Representa el carácter espacio.
- **POSINC (A)** - Incrementa el número de posición a ser guardada entre 1 y 30 posiciones.
- **POSDEC (B)** - Decrementa el número de posición a ser guardada entre 1 y 30 posiciones. También borra cualquier carácter si es necesario.
- **POSMEN (C)** - Ingresa a la opción de posiciones de mensaje.
- **RECMEN (D)** - Graba el mensaje y regresa al programa principal.
- **ESCAPE (E)** - Abandona la opción de grabar mensaje.
- **ENTER (F)** - Ingresa a la opción de grabar mensaje. También salta al espacio siguiente para escribir un carácter de la misma tecla o una diferente a continuación.

En la figura 4.19 se puede observar la conexión entre la memoria EEPROM 24LC128 y el PIC16F877A.

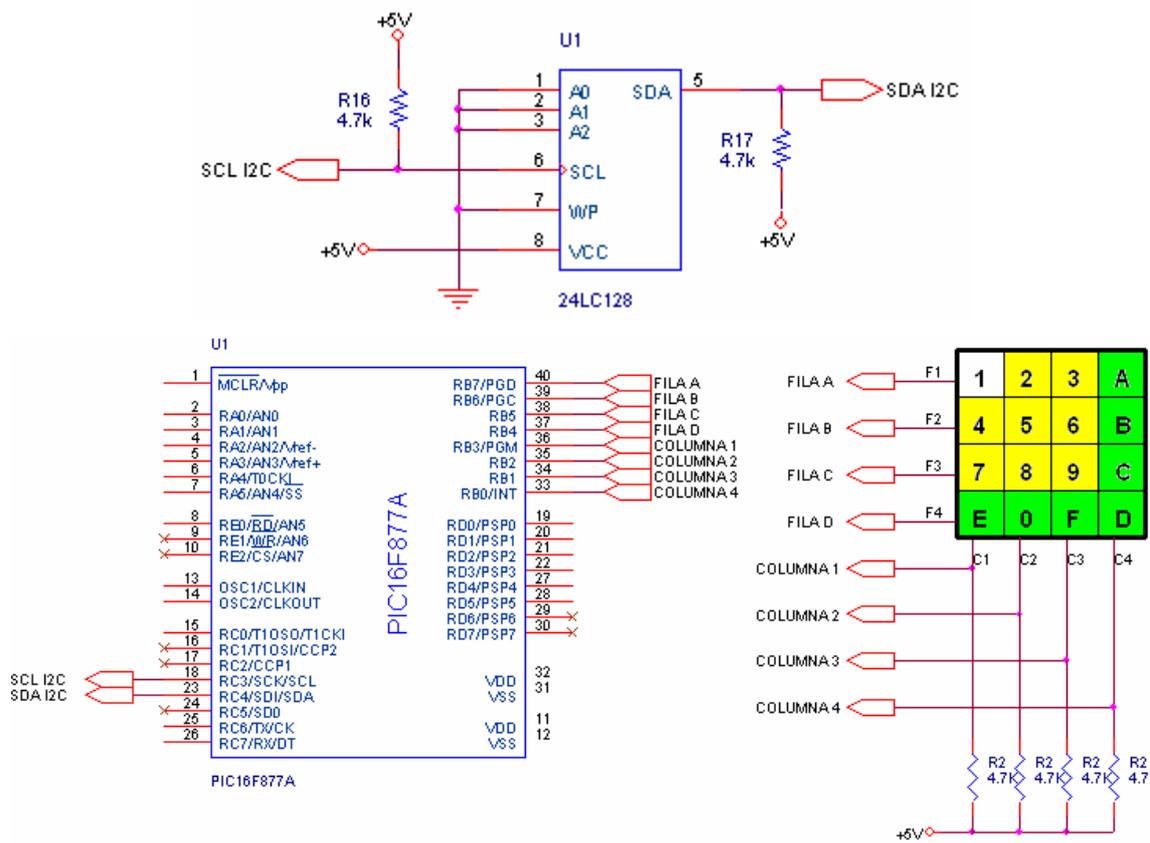


Figura. 4.19. Conexión entre la memoria EEPROM 24LC128 y el PIC16F877A

4.1.8.5 Visualización de datos en LCD

Para la visualización de datos en LCD se hace uso de la configuración típica, se disponen los 4 bits más significativos del LCD para escribir datos y las líneas de control RS y E para confirmar datos y habilitar/deshabilitar el LCD respectivamente.

En la figura 4.20 se puede observar la conexión entre el LCD y el PIC16F877A.

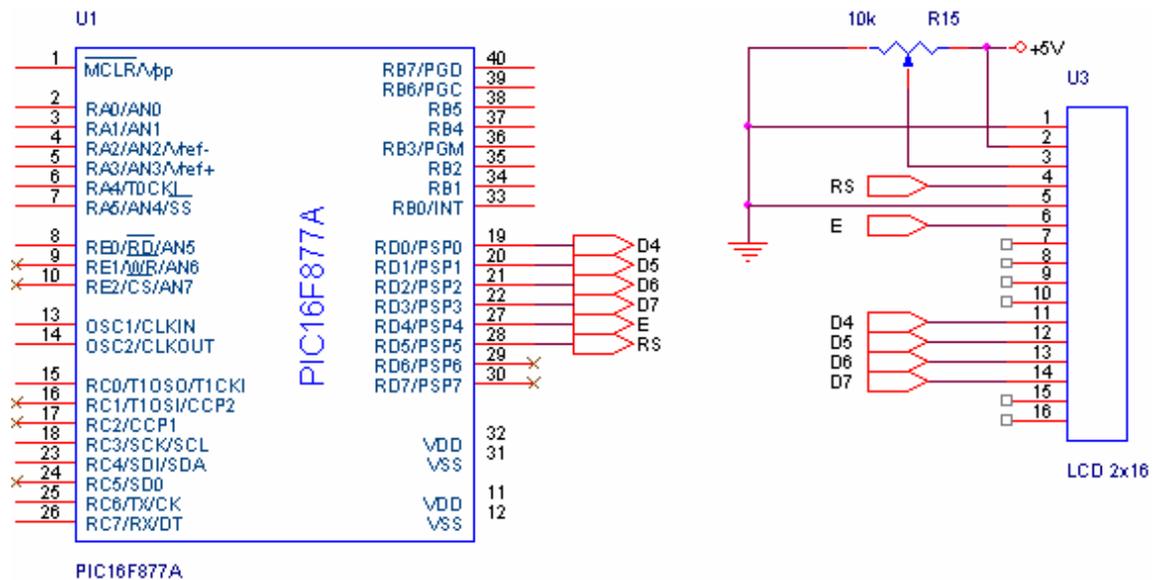


Figura. 4.20. Conexión del LCD 2x16 y el PIC16F877A

4.2 Desarrollo del software

En esta parte se verá la configuración y la programación necesaria para la comunicación entre el microcontrolador y sus periféricos.

4.2.1 Comunicación entre microcontrolador y periféricos

4.2.1.1 Comunicación entre el microcontrolador y el GPS

Para conocer cuales son los datos que recibe el módulo GPS se usa un programa de comunicación entre dispositivos como es el HyperTerminal de la PC.

Lo primero que se hace es configurar una conexión nueva de HyperTerminal, para esto, diríjase a Inicio, Todos los programas, Accesorios, Comunicaciones, HyperTerminal y de un clic en esta opción. (Véase la figura 4.21).

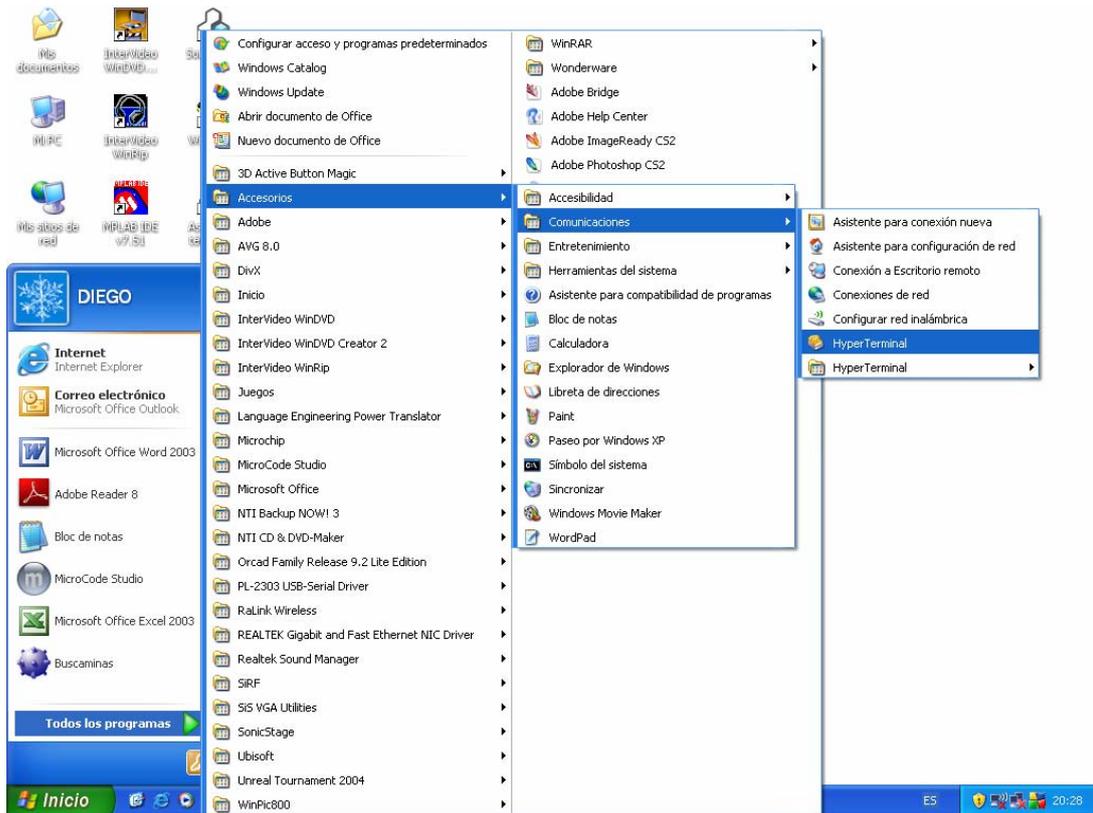


Figura. 4.21. Opción HyperTerminal

Al hacer esto se verá una pantalla como la de la figura 4.22, en la que se escribe un nombre y se escoge un icono cualquiera.

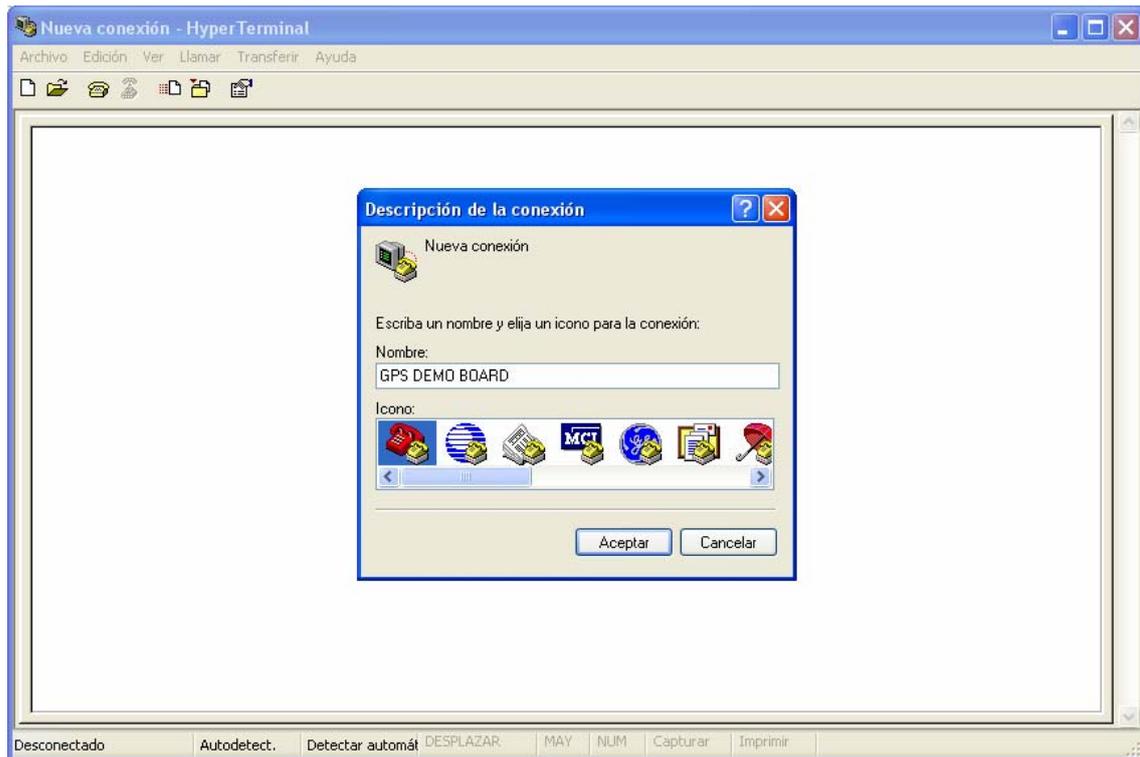


Figura. 4.22. Nueva conexión HyperTerminal

Luego de esto diríjase al menú Archivo y seleccione la opción Propiedades, y presione el botón inferior Configurar en donde se configura la recepción de datos del GPS en 4800 bps, 8 bits de datos, sin paridad y 1 bit de parada (8N1), como se muestra en la figura 4.23.

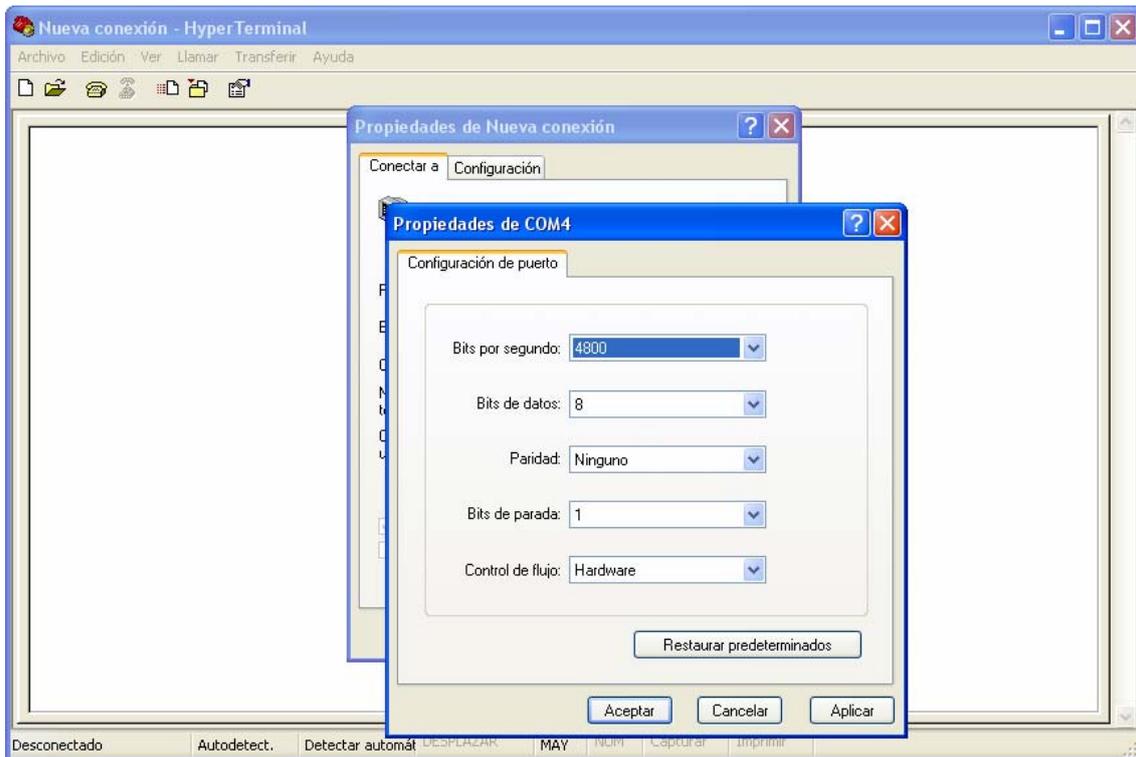


Figura. 4.23. Configuración del HyperTerminal

Finalmente diríjase al menú Llamar y escoja la opción Llamar, en ese momento empezará la recepción de datos desde el módulo GPS a la ventana HyperTerminal, en donde se verá los datos que recibe el GPS (véase la figura 4.24), y en base a esto se escoge la trama de datos GGA que se vio anteriormente para adquirir los datos de latitud y longitud.

```

$GPGGA,013328.769,0008.2248,S,07829.1953,W,0,03,5.4,2797.7,M,22.9,M,,*68
$GPRMC,013328.769,V,0008.2248,S,07829.1953,W,0.00,0.00,270608,1.6,W,N*01
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,5.4,5.4,1.0*31
$GPGGA,013329.765,0008.2248,S,07829.1953,W,0,03,5.4,2797.7,M,22.9,M,,*65
$GPRMC,013329.769,V,0008.2248,S,07829.1953,W,0.00,0.00,270608,1.6,W,N*00
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,5.4,5.4,1.0*31
$GPGGA,013330.765,0008.2248,S,07829.1953,W,0,03,5.4,2797.7,M,22.9,M,,*6D
$GPRMC,013330.769,V,0008.2248,S,07829.1953,W,0.00,0.00,270608,1.6,W,N*08
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,5.4,5.4,1.0*31
$GPGGA,013331.761,0008.2248,S,07829.1953,W,0,03,5.4,2797.7,M,22.9,M,,*68
$GPRMC,013331.765,V,0008.2248,S,07829.1953,W,0.00,0.00,270608,1.6,W,N*05
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,5.4,5.4,1.0*31
$GPGGA,013332.761,0008.2248,S,07829.1953,W,0,03,5.4,2797.7,M,22.9,M,,*6B
$GPRMC,013332.765,V,0008.2248,S,07829.1953,W,0.00,0.00,270608,1.6,W,N*06
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,5.4,5.4,1.0*31
$GPGGA,013333.761,0008.2248,S,07829.1953,W,0,03,5.4,2797.7,M,22.9,M,,*6A
$GPRMC,013333.765,V,0008.2248,S,07829.1953,W,0.00,0.00,270608,1.6,W,N*07
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,5.4,5.4,1.0*31
$GPGGA,013334.765,0008.2248,S,07829.1953,W,0,03,5.4,2797.7,M,22.9,M,,*69
$GPRMC,013334.765,V,0008.2248,S,07829.1953,W,0.00,0.00,270608,1.6,W,N*00
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,5.4,5.4,1.0*31
$GPGGA,013335.765,0008.2248,S,07829.1953,W,0,03,5.4,2797.7,M,22.9,M,,*68
$GPRMC,013335.765,V,0008.2248,S,07829.1953,W,0.00,0.00,270608,1.6,W,N*01

```

Figura. 4.24. Datos recibidos desde el GPS

Ahora para comunicar el módulo GPS con el microcontrolador se tiene que configurar la recepción de datos como se vio anteriormente a 4800 bps, 8 bits de datos, sin paridad y 1 bit de parada (8N1) en el microcontrolador y se lo hace de la siguiente manera:

DEFINE OSC 20	‘ Especifica el valor del oscilador en 20 MHz
DEFINE HSER_BAUD 4800	‘ Comunicación serial por hardware 4800 bps
DEFINE HSER_CLROERR 1	‘ Limpia el overflow automáticamente
DEFINE HSER_RCSTA 90h	‘ Registro receptor en receptor habilitado
DEFINE HSER_TXSTA 20h	‘ Registro de transmisión en transmisión habilitada

De esta manera el microcontrolador esta listo para recibir datos desde el módulo GPS y se lo hace utilizando el siguiente formato:

```
HSERIN 100,ETIQUETA,[variable]
```

Donde:

HSERIN	Es una función de recepción serial asíncrona
100	Tiempo de espera en milisegundos, si en 100 milisegundos no se recibe un dato, salta a la ETIQUETA para permitir continuar el programa si un carácter no es recibido en este límite de tiempo, y si recibe el dato lo almacena en la variable
ETIQUETA	Lazo con rutinas de programación
variable	Variable de tipo bit, byte o word

4.2.1.2 Escritura/Lectura de datos en la memoria EEPROM 24LC128

Las funciones que se utilizan para realizar la lectura y escritura de la memoria desde el microcontrolador están configuradas para realizar la comunicación I2C.

Para la escritura se usa la función:

```
I2CWRITE portc.4,portc.3,% 10100000,0,[dato]
```

Lo que quiere decir que almacena la variable dato en la dirección de memoria 0.

Para la lectura se usa la función:

```
I2CREAD portc.4,portc.3,% 10100000,0,[dato]
```

Lo que quiere decir que lee la dirección de memoria 0 y almacena en la variable dato.

Donde:

I2CWRITE	Función de escritura I2C
I2CREAD	Función de lectura I2C
portc.4	Pin de dato SDA
portc.3	Pin de reloj SCL
%10100000	Código de fábrica de memorias 24LCXX

4.2.1.3 Grabación/Reproducción de mensajes de voz en el chip ISD25120

Como se vio anteriormente para la grabación de mensajes se tienen tres opciones, las cuales son:

MSG (A) – Permite encerrar el puntero de dirección de memoria para empezar a grabar o reproducir desde el principio.

```
pd=1          ' Power down en estado alto
PAUSE 25     ' Pausa de 25 milisegundos
pd=0          ' Power down en estado bajo
```

Un pulso en flanco descendente de *Power down* produce el encere del puntero de dirección de memoria.

PLAY (B) – Reproduce un mensaje grabado, y cada vez que se pulse se reproduce el mensaje siguiente.

```
mode=1          ' Modo push button para reproduccion automatica
PAUSEUS 8
pd=0            ' Habilitación power down
PAUSE 25
pr=1            ' Modo reproducción
ce=1
m0=1            ' Modo 0 para saltar mensajes
PAUSE 100
FOR k=0 TO (q-1) ' Salta mensajes para reproducir el requerido
    ce=0          ' Pulsos en flanco descendente de CE
    PAUSEUS 8
    ce=1
    PAUSEUS 8
    WAIT_CUE:
        IF eom=1 THEN GOTO WAIT_CUE ' Espera la reproducción
    PAUSE 100
NEXT k
```

```

m0=0          ' Termina salto de mensajes
PAUSE 100
ce=0          ' Inicia reproducción del mensaje deseado
PAUSE 6
ce=1
PAUSE 3000    ' Duración de reproducción
pd=1          ' Termina reproducción

```

Con este lazo de instrucciones podemos reproducir un mensaje guardado.

RECORD (C) – Graba un mensaje, y cada vez que se pulse se graba un mensaje en la siguiente dirección.

```

m0=0          ' Sin salto de mensajes
pd=0          ' Habilitación power down
pr=0          ' Modo grabación
mode=1        ' Modo push button para grabacion automatica
ce=0          ' Inicia grabación
PAUSE 6
ce=1
PAUSE 3000    ' Duracion mensaje grabado
ce=0          ' Pausa la grabación
PAUSE 1
ce=1

```

Con este lazo de instrucciones se puede grabar un mensaje.

4.2.1.4 Reproducción de mensajes visuales en matriz de leds

Para conocer cuales son los datos que recibe la matriz de leds se usa el programa Editor para escribir mensajes desde la PC en la matriz de leds y el programa *Free Serial Port Monitor* para monitorear los datos enviados por el puerto serie de la PC.

Lo primero que se hace es abrir el programa *Free Serial Port Monitor* para esto hay que dirigirse a Inicio, Archivos de programa, HHD *Free Serial Port Monitor* y se hace clic en *Free Serial Port Monitor* como se muestra en la figura 4.25.

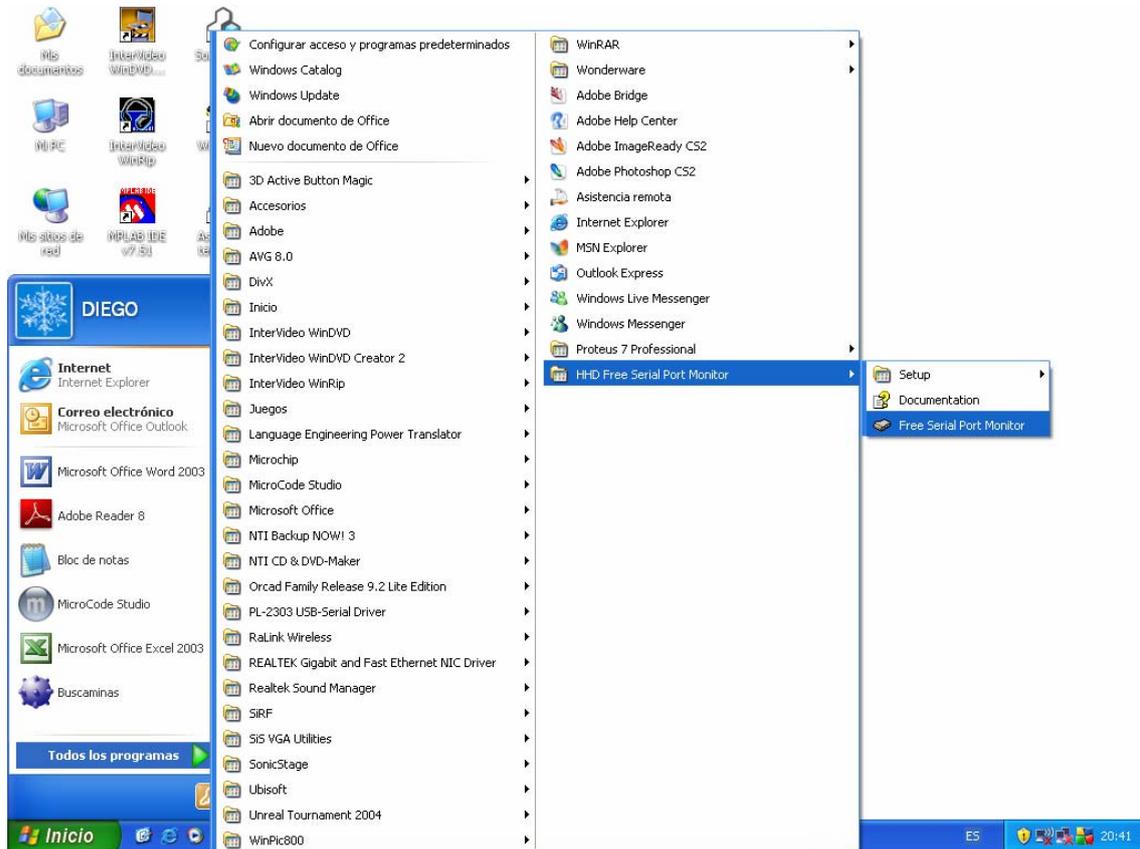


Figura. 4.25. Programa de monitoreo de puerto serial *Free Serial Port Monitor*

Luego se va al menú Fichero y se escoge la opción Nueva Sesión, figura 4.26, ahí se verá la pantalla Asistente de Nueva Sesión, figura 4.27, en la que se presiona el botón siguiente, veremos la pantalla Tipo de Sesión de Monitoring, figura 4.28, se escoge la opción El monitor de Puertos y se presiona el botón siguiente, se verá la pantalla Personalización del Monitor de Puertos, en el que se escoge el puerto al que esta conectado la matriz de leds, figura 4.29, y se presiona el botón siguiente, se verá la pantalla Aplicación de Elaboración de Datos y se escoge los siguientes ficheros, figura 4.30, se presiona el botón siguiente, se verá la pantalla Total, figura 4.31, y se presiona el botón

finalizar, finalmente se presiona el botón Inicio, figura 4.32, y listo, el programa *Free Serial Port Monitor* monitoreara los datos que se envíen o reciban desde el puerto Serial.

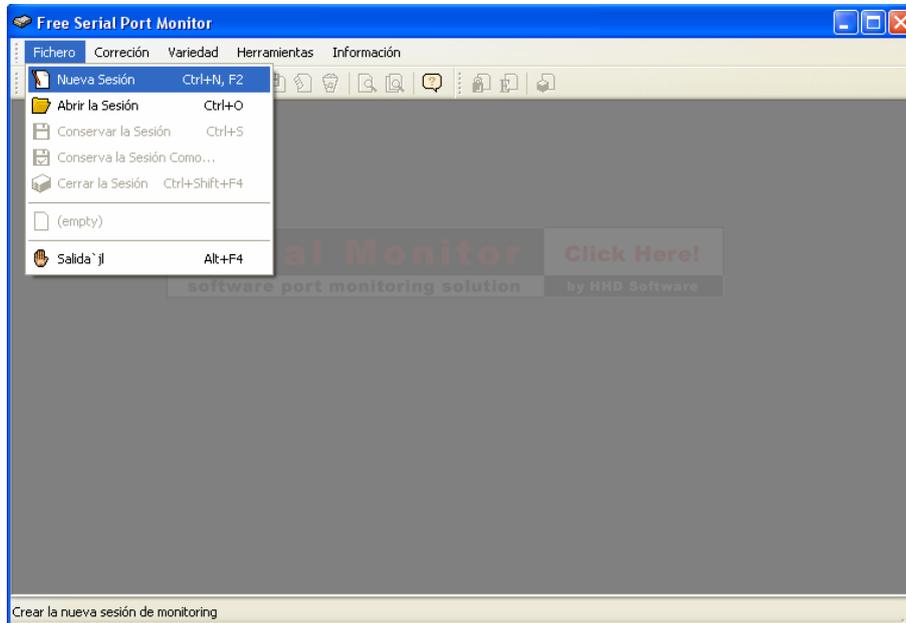


Figura. 4.26. *Free Serial Port Monitor*

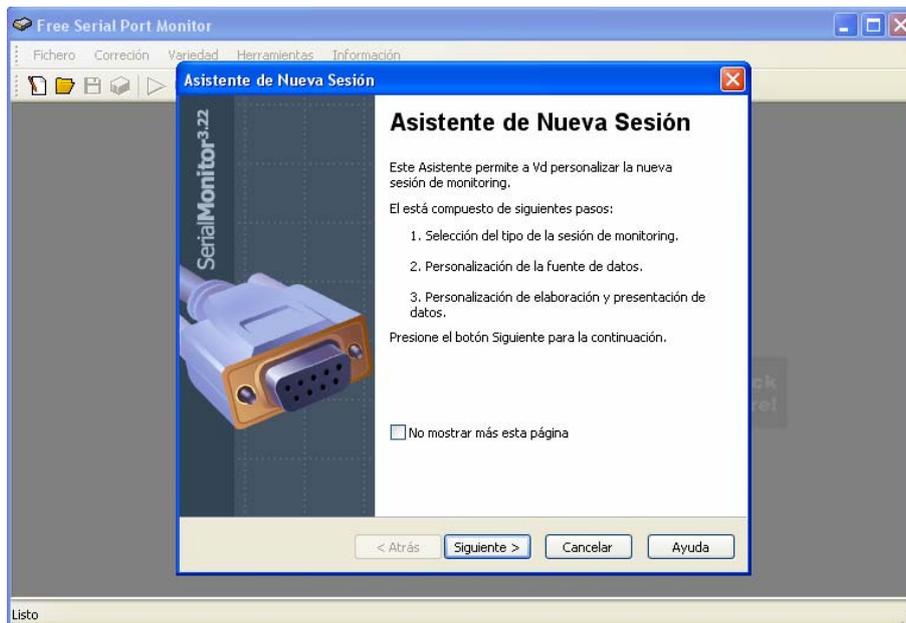


Figura. 4.27. Asistente de Nueva Sesión

En esta ventana se elige El Monitor de Puertos para interceptar todos los pedidos y los datos enviados y recibidos por el driver, por otra parte El Análisis de protocolo permite establecer la comunicación virtual entre dos dispositivos RS-232 conectados a su PC y La Reproducción del Libro recoge los datos desde el fichero existente del libro y los presenta a otros módulos del mismo.

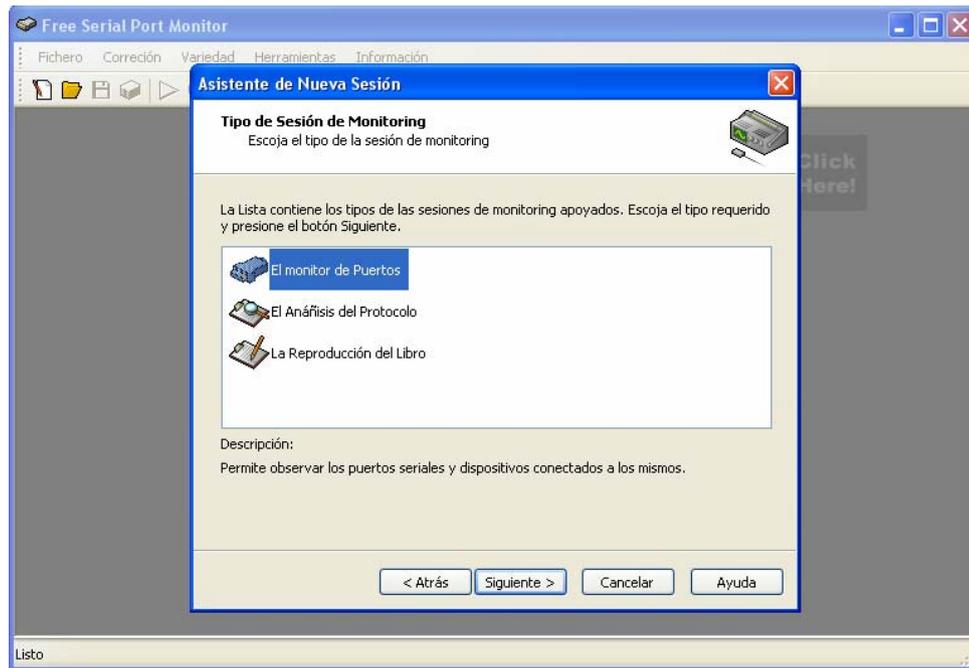


Figura. 4.28. Tipo de Sesión de Monitoring

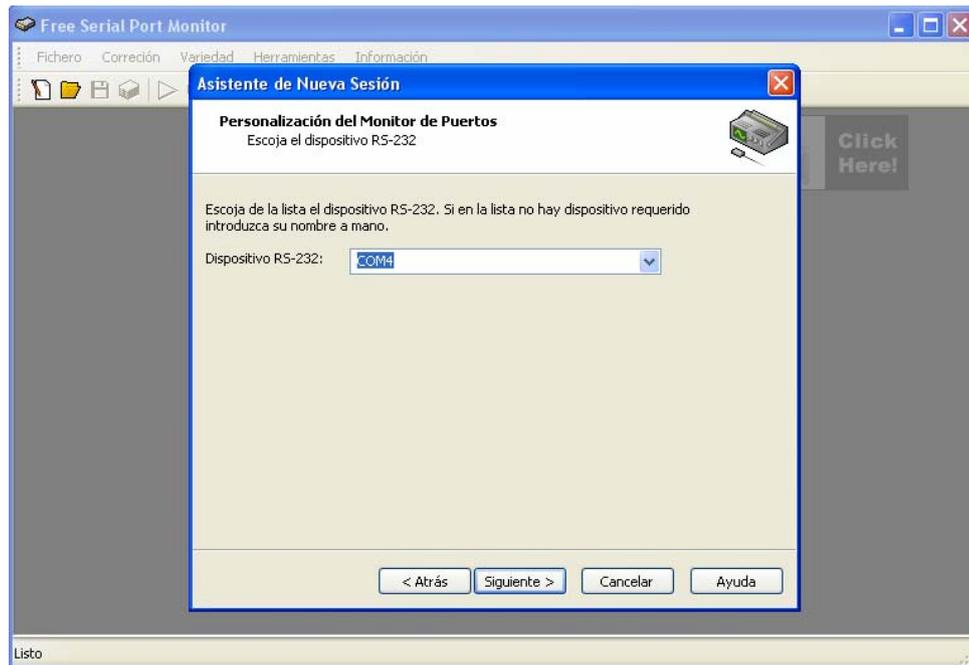


Figura. 4.29. Personalización del Monitor de Puertos

El visualizador Datos está compuesto de dos partes. En una parte de la ventana del visualizador se muestran los bytes enviados, en otra parte los recibidos. Los datos comunes se muestran en ambas partes del visualizador.

El visualizador Pedidos muestra todos los pedidos de gestión, datos recibidos y enviados. El también divide los pedidos y las respuestas correspondientes, mide el tiempo entre los mismos y muestra todo con diferentes colores.

El visualizador Consola no tiene su propia página de configuración, en vez de esto el agrega las categorías de formato en la página de parámetros de visualizadores.

El visualizador Tabla muestra los datos recibidos del punto de vista del procesador.

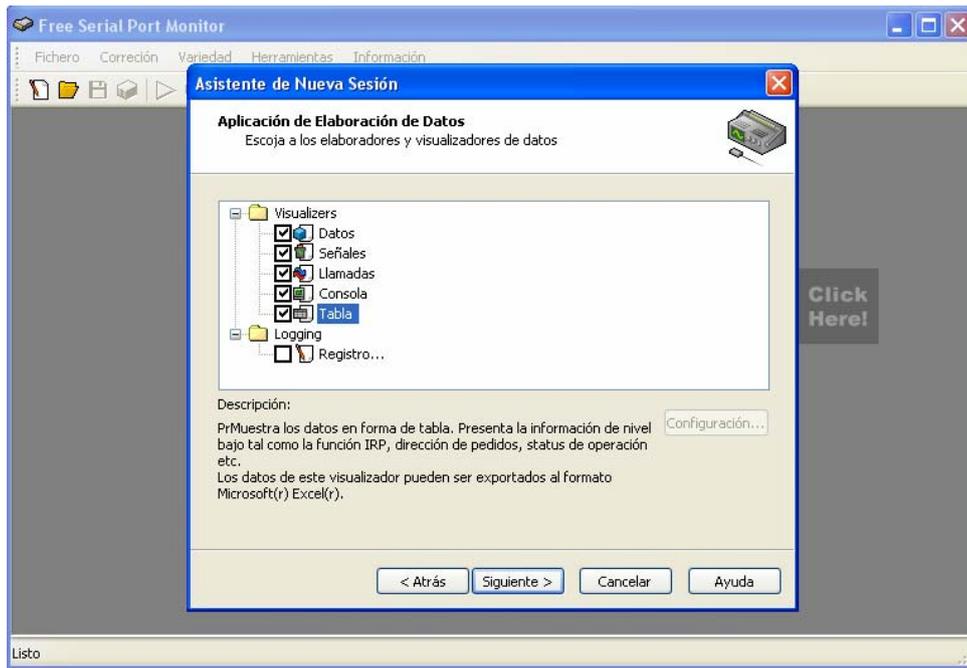


Figura. 4.30. Aplicación de Elaboración de Datos

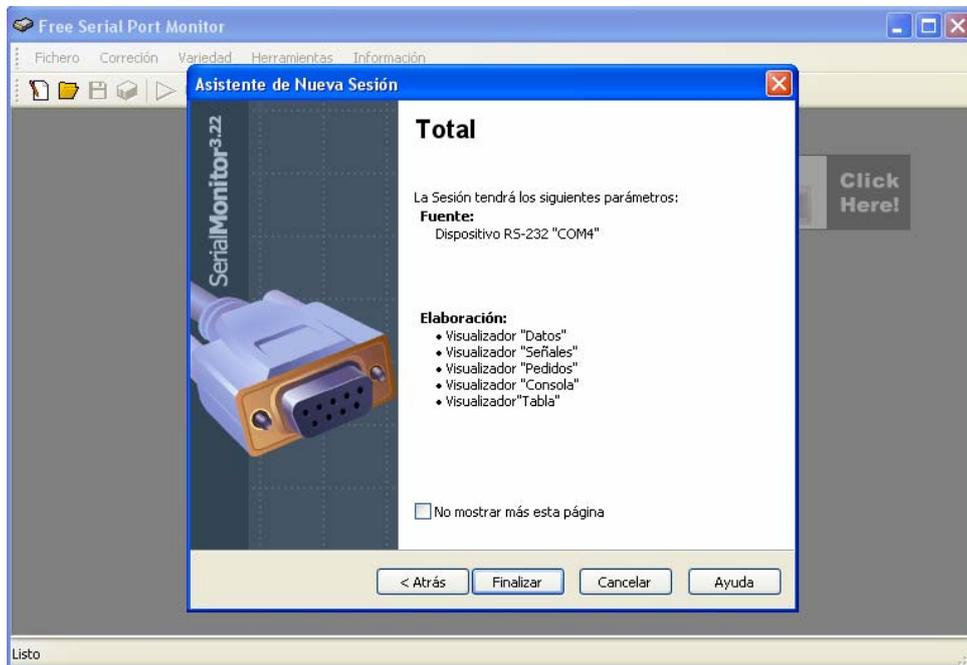


Figura. 4.31. Total

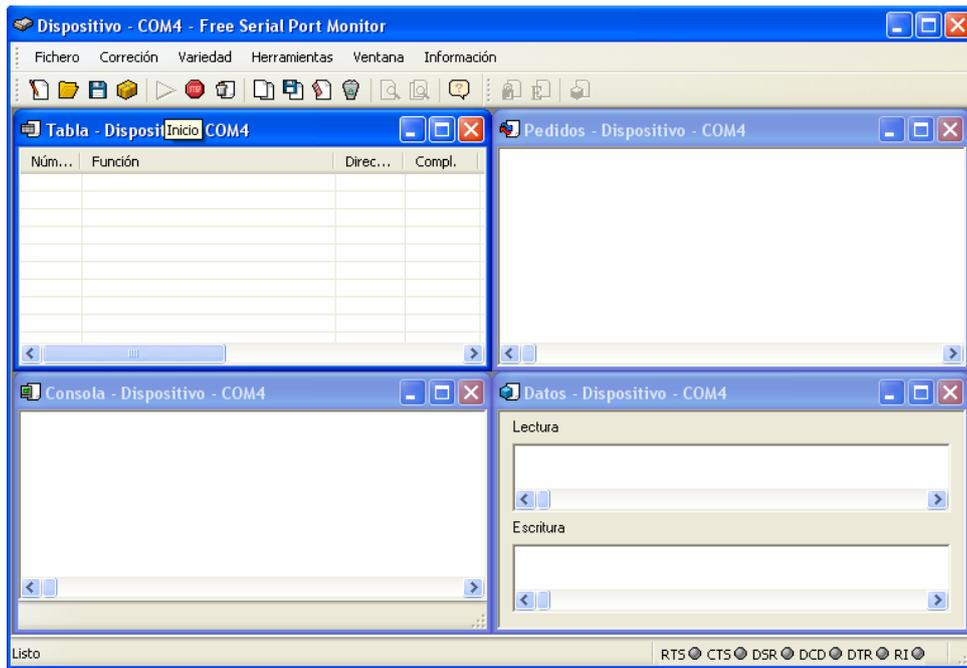


Figura. 4.32. Configuración completa

Luego se abre el programa Editor, diríjase a Inicio, Mi PC y se hace clic en Mi PC como se muestra en la figura 4.33.

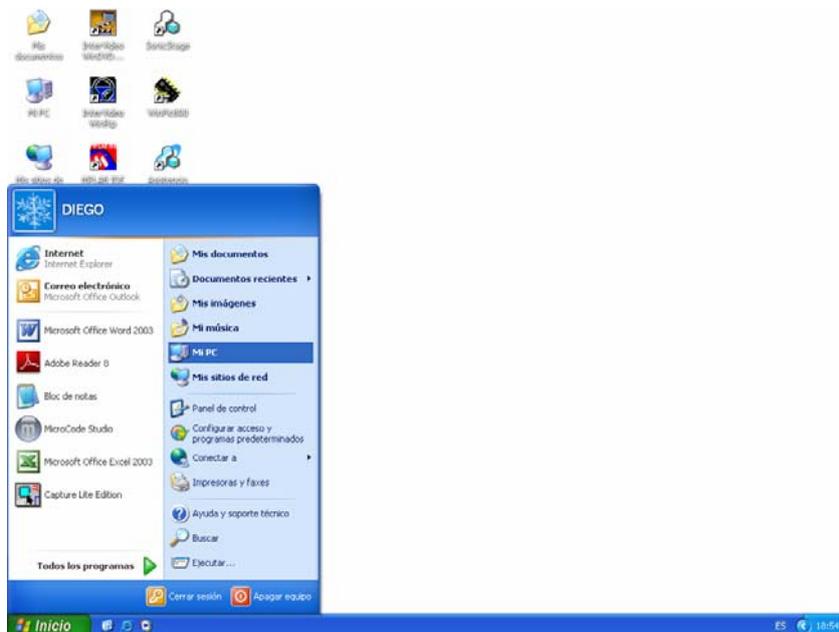


Figura. 4.33. Carpeta Mi PC

Luego se hace doble clic en el Disco local (C:) como se ve en la figura 4.34.

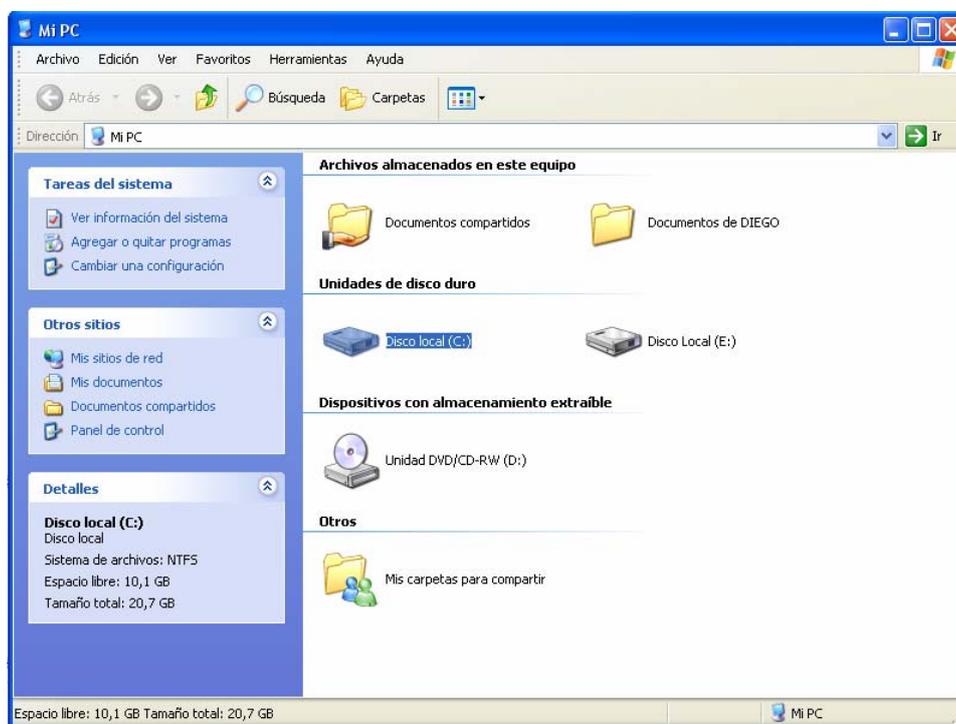


Figura. 4.34. Disco Local (C:)

Aquí se ve el programa Editor y se lo abre haciendo doble clic sobre su icono, como se ve en la figura 4.35.

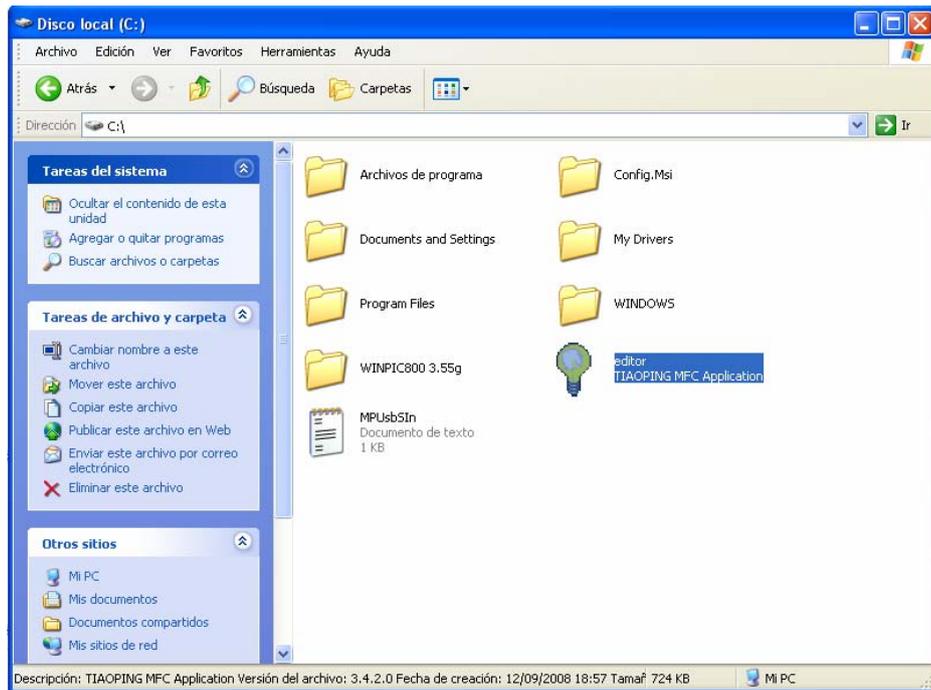


Figura. 4.35. Icono del programa Editor

Una vez que se haya abierto el programa Editor, se presiona el botón OK. (Véase la figura 4.36).

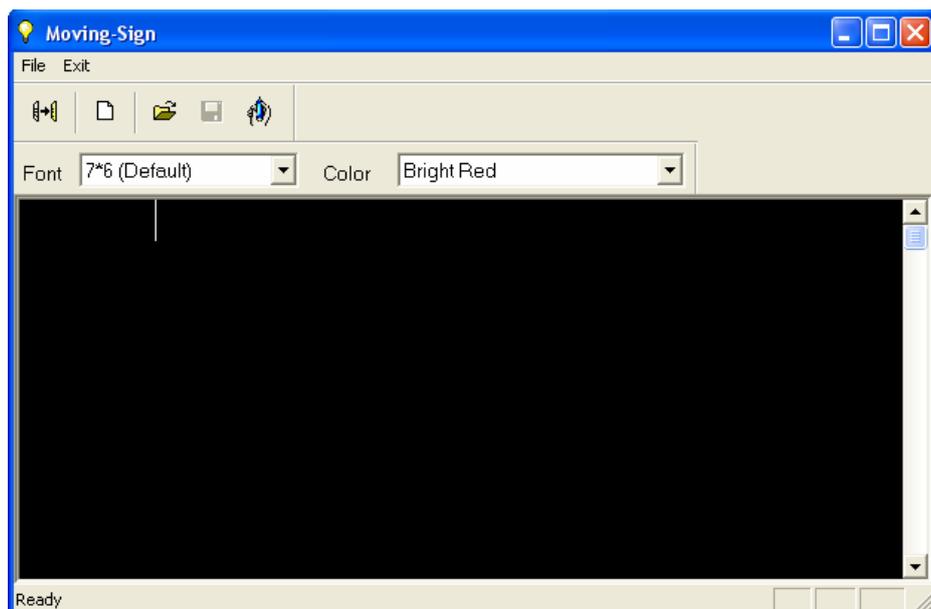


Figura. 4.36. Programa Editor

Se escribe cualquier mensaje que se quiera y se presiona el botón Send para enviar el mensaje a la matriz de leds, cuando se haga esto aparecerá una pantalla la cual se debe configurar como se muestra a continuación en la figura 4.37, se presiona el botón Ok y el mensaje será enviado a la matriz de leds.

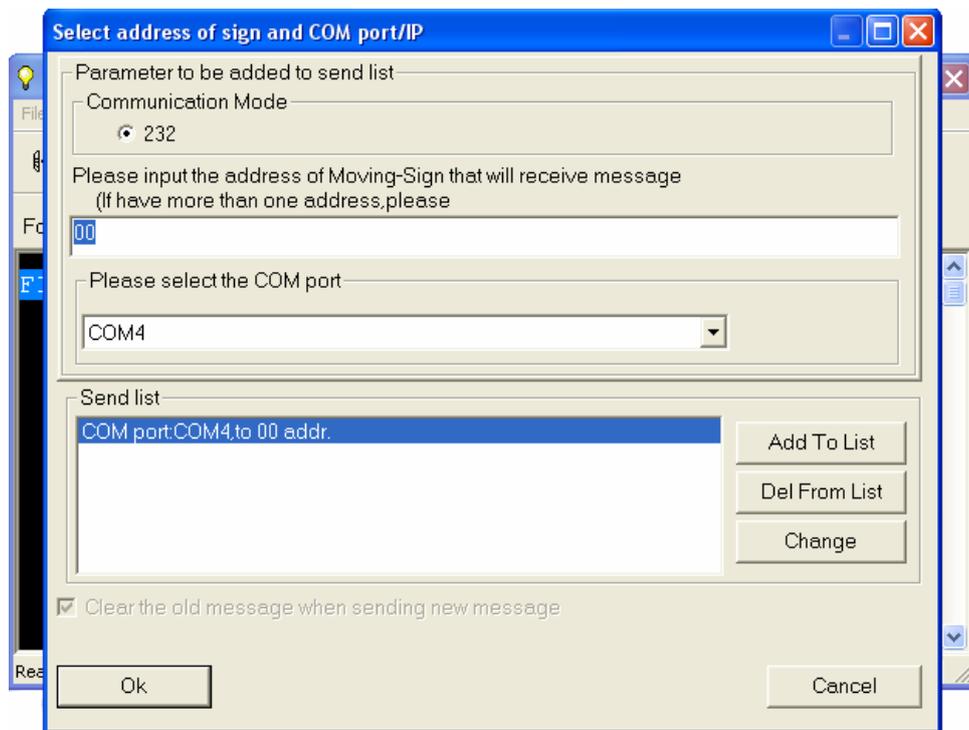


Figura. 4.37. Configuración de envío de mensaje de texto

Finalmente se escoge la ventana del programa *Free Serial Port Monitor* y se observan los datos que son enviados. (Ver figura 4.38).

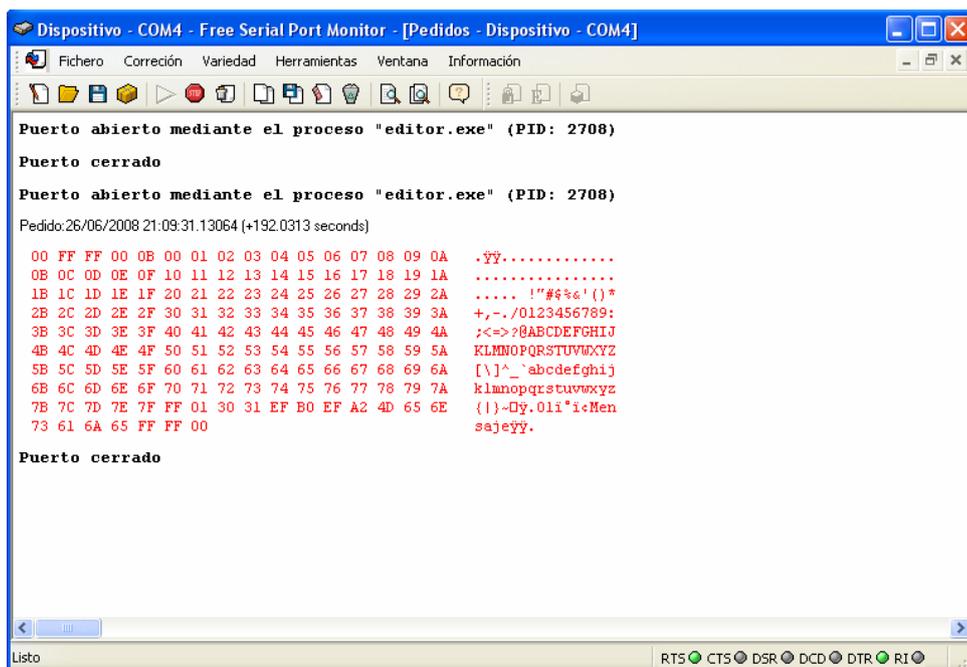


Figura. 4.38. Datos enviados a la matriz de leds

Ahora para comunicar el microcontrolador con la matriz de leds se tiene que configurar la transmisión de datos en el microcontrolador y se lo hace de la siguiente manera:

```
INCLUDE "modedefs.bas"
```

Esta librería contiene la configuración de comunicación serial.

De esta manera el microcontrolador esta listo para transmitir datos desde el microcontrolador y se lo hace utilizando el siguiente formato:

```
SEROUT txpin,N2400,[$00,$FF,$FF,$00,$0B,$01,$FF,$01,$30,$31,$EF,$B0,$EF,$A2]
SEROUT txpin,N2400,["Texto prueba"]
SEROUT txpin,N2400,[$FF,$FF,$00]
```

Donde:

SEROUT Es una función de transmisión serial asíncrona

txpin	Alias del pin usado para la comunicación serial portc.0
N2400	Dato invertido 2400 bps
[\$00,\$FF,\$FF,\$00,\$0B,\$01,\$FF,\$01,\$30,\$31,\$EF,\$B0,\$EF,\$A2]	Cadena de datos para iniciar la transmisión a la matriz de leds
["Mensaje"]	Cualquier mensaje que se quiera escribir
[\$FF,\$FF,\$00]	Cadena de datos para finalizar la transmisión a la matriz de leds

4.2.1.5 Visualización de datos en LCD

La función que permite la comunicación entre el microcontrolador y el LCD se describe a continuación:

```
LCDOUT $FE,1,"Mensaje"
```

Lo que quiere decir que se limpia la pantalla del LCD y se muestra en mensaje entre comillas, en este caso Mensaje, que puede ser cualquier mensaje que se quiera.

4.3 Pruebas y ajustes

Para comprobar que la reproducción de mensajes visual y auditivo eran correctos se llevaron a cabo grabaciones de puntos en distintos lugares y se comparó esta posición con la marcada por el módulo GPS.

Las pruebas consistieron en la adquisición de los datos por el módulo GPS y su posterior grabación en distintos lugares. En todos los casos la comparación fue correcta y los mensajes se reprodujeron correctamente.

También se ha podido observar que al aumentar la velocidad del vehículo, las posiciones son comparadas y los mensajes son reproducidos sin inconveniente. Lo mismo ocurre al reducir la velocidad.

Es necesario comprobar que la aplicación software, además de mostrar la posición (latitud y longitud) por pantalla, también realiza de forma correcta el resto de funciones que se indicaron en el diseño.

Las pruebas realizadas consisten en:

- Capturar las posiciones en una memoria en que se guarden los datos.
- Comprobar las posiciones adquiridas.
- Grabar / reproducir mensajes auditivos.
- Grabar mensajes visuales por teclado.
- Reproducir los mensajes visuales y auditivos.

La captura de las posiciones se realizó de forma correcta, comprobando todos los datos guardados. Para comprobar que las posiciones almacenadas eran las correspondientes a las tomadas por el módulo GPS, se realizó lo explicado en el siguiente párrafo.

Para comprobar que las posiciones eran correctas, se partió de una posición inicial y se pasó el dispositivo por todos los puntos almacenados observando que cada punto estaba correctamente grabado. Posteriormente se aumentó y disminuyó la velocidad del vehículo lo cual no influyó en la comparación de las posiciones almacenadas.

Se grabaron también mensajes auditivos y se reprodujeron para ser verificados. Al grabar un mensaje, el siguiente se graba a continuación. Al reproducir un mensaje, el siguiente se reproduce a continuación. También se ha comprobado que se pueden cambiar los mensajes auditivos volviéndolos a grabar nuevamente.

La grabación de mensajes visuales se realizó correctamente. Al realizar una edición de texto podemos almacenar hasta 200 caracteres (letras) por mensaje, lo suficiente para interpretar cualquier mensaje.

Por último se comprobó que era posible visualizar y escuchar los mensajes almacenados en las posiciones correspondientes. Si se pasa por un punto almacenado y la posición es detectada como correcta, los mensajes son desplegados en correspondencia a la posición.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El desarrollo del prototipo de alerta visual y audible de próxima parada dirigido al transporte público utilizando un módulo GPS fue realizado en su totalidad, haciendo un levantamiento de requerimientos por parte de los usuarios del sistema y elaborando la documentación completa la cual explica el funcionamiento del mismo.
- Como resultado del proyecto se ha obtenido un dispositivo, con un microcontrolador PIC que realiza una comparación entre los datos adquiridos por el módulo GPS y los almacenados anteriormente por el módulo GPS, de esta manera cuando los datos comparados son iguales los mensajes visual y auditivo son desplegados. Las posiciones pueden ser visualizadas mediante una pantalla LCD.
- La comunicación entre el módulo GPS y el microcontrolador fue posible gracias a que el módulo GPS dispone de comunicación serial por donde transmite las tramas en las cuales se encuentra los datos de posición necesarios para su posterior procesamiento, lo cual facilitó de manera considerable la elaboración del proyecto.

- La memoria serial EEPROM fue de mucha utilidad puesto que se necesitó almacenar gran cantidad de datos los cuales debían ser leídos posteriormente, lo que no habría sido posible si se utilizaba la memoria del microcontrolador por su baja capacidad.
- Tanto al aumentar como al reducir la velocidad del vehículo en el que se realizó las pruebas, los mensajes se desplegaron de igual manera, porque pese a que hay límites de velocidad que deben respetarse, hay márgenes que se pueden dar y en ese caso el sistema responde correctamente.
- Mediante las pruebas realizadas se notó que el vehículo debe pasar por el punto en que las posiciones fueron grabadas para que los mensajes visual y auditivo sean reproducidos, de otra manera el dispositivo no las detecta y los mensajes no son desplegados.
- El dispositivo es de fácil instalación, cuando el usuario conecta el periférico al vehículo, el módulo GPS actualiza su posición y el usuario puede programar: el mensaje de voz, el mensaje visual y almacenar las posiciones en la que desee reproducir estos mensajes. Los mensajes visual y auditivo podrán ser modificados si el usuario lo requiere, y se reproducirán de manera automática.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que la distancia entre los mensajes de llegada a la parada y los mensajes de próxima parada estén a un mínimo de 100 metros, porque cada posición almacenada tiene un rango de 20 metros, así no se producirá interferencia o equivocación en la reproducción de los mensajes.
- Para tener una mejor resolución de la posición, se recomienda adquirir un módulo GPS de mayor precisión, puede resultar más costoso pero se tendría una mejor información de la posición que se ha tomado.
- La edición de los mensajes visual y auditivo es recomendable hacerlos antes de que el vehículo entre en movimiento, en especial el mensaje auditivo, puesto que puede existir ruido ambiental y disminuiría la calidad del mensaje al escucharlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

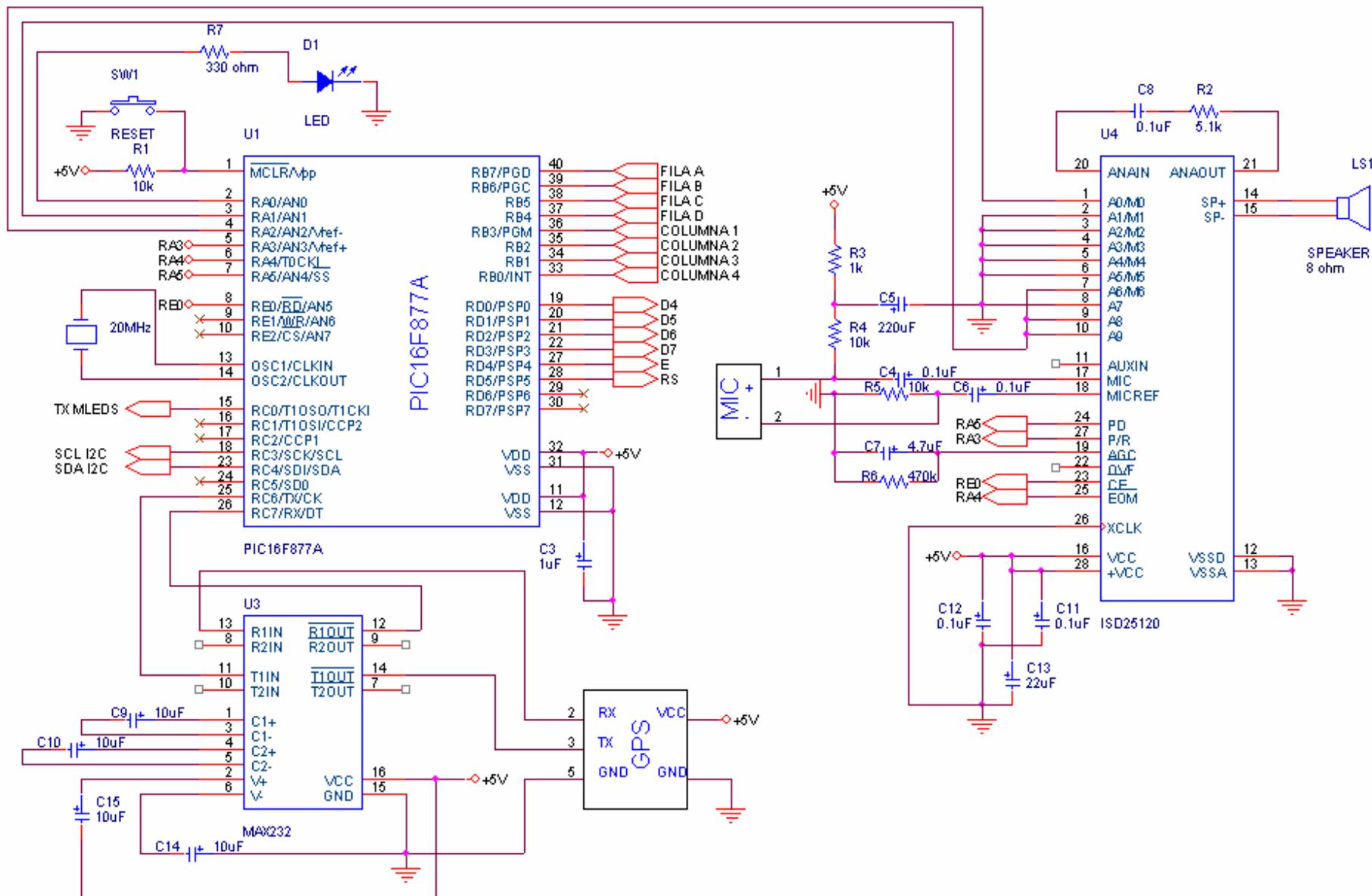
- [1] http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamiento_global, **Sistema de Posicionamiento Global**
- [2] <http://www.lacasadelgps.com/modules.php?name=News&file=article&sid=7>, **Protocolo NMEA**
- [3] http://www.marimsys.com/paginas/nmea_codigo.htm, **Protocolo NMEA**
- [4] <http://edis.ifas.ufl.edu/IN657>, **Aplicaciones GPS**
- [5] http://es.wikipedia.org/wiki/Coordenadas_geogr%C3%A1ficas, **Coordenadas Geográficas**
- [6] <http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>, **Tramas NMEA**
- [7] [http://tonga.globat.com/~ko4bb.com/Manuals/5\)_GPS_Timing/SURE-GPS-GS002.pdf](http://tonga.globat.com/~ko4bb.com/Manuals/5)_GPS_Timing/SURE-GPS-GS002.pdf), **Módulo GPS**
- [8] <http://www.biltek.tubitak.gov.tr/gelisim/elektronik/dosyalar/6/ISD2560.pdf>, **Chip de audio ISD25120**
- [9] <http://www.ciclope.info/labs/display/docs/tfc/docs/tfc.dlopez.Anexo.matriz.KingBright.pdf>, **Matriz de LEDS**
- [10] <http://lc.fie.umich.mx/~jrincon/apuntes%20intro%20PIC.pdf>, **Microcontrolador PIC16F877A**

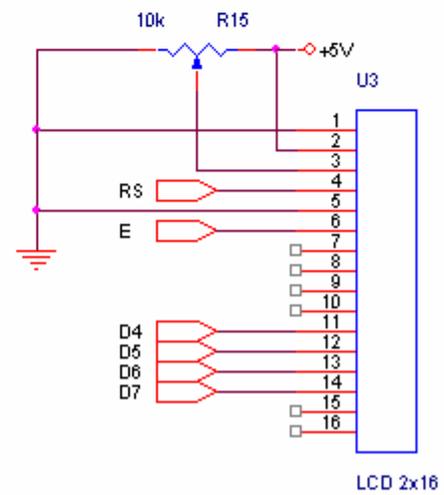
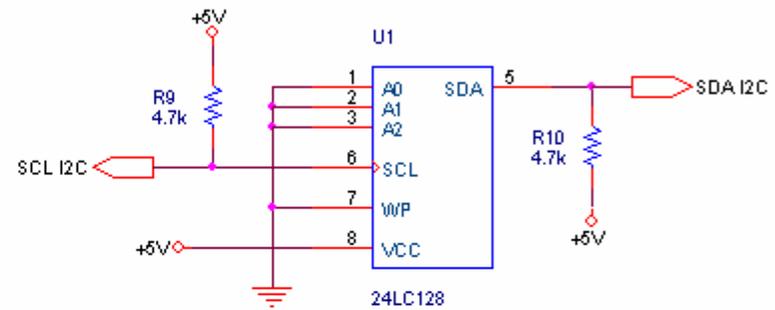
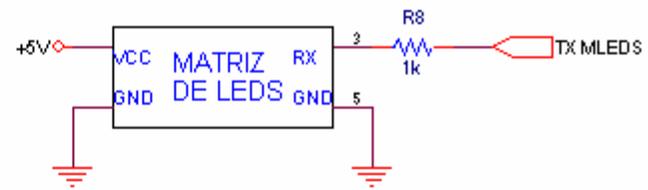
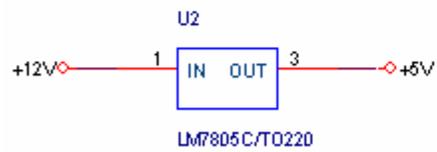
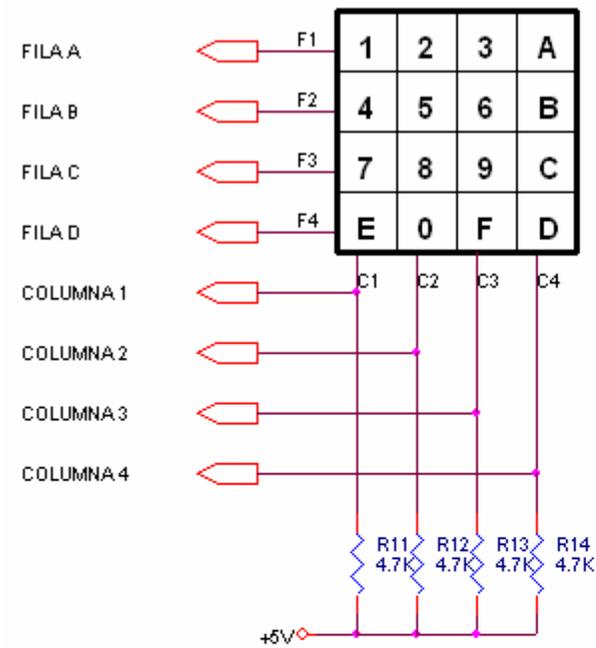
- [11] REYES, Carlos A., **Aprenda rápidamente a programar Microcontroladores PIC**, Primera Edición, Gráficas Ayerve C.A., Ecuador 2004, 193.
- [12] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21191M.pdf>, **Memoria serial EEPROM 24LC128**

ANEXOS

A1

ESQUEMA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO





A2

PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR

Desarrollado por el lenguaje de programación PICBASIC PRO con la herramienta software de edición MicroCode Studio y compilado con el software MPLAB IDE versión v7.51.

' CONFIGURACION SERIAL Y LCD

```

INCLUDE "modedefs.bas"
DEFINE OSC 20
DEFINE HSER_BAUD 4800      ' Comunicación serial por hardware.
DEFINE HSER_CLROERR 1     ' Hser clear overflow automatically
DEFINE HSER_RCSTA 90h     ' Hser receive status init
DEFINE HSER_TXSTA 20h     ' Hser transmit status init
DEFINE LCD_DREG PORTD     ' LCD Puerto de datos.
DEFINE LCD_DBIT 0         ' LCD Inicio del bit de datos (0 ó 4).
DEFINE LCD_RSREG PORTD   ' LCD register select port
DEFINE LCD_RSBIT 5        ' LCD register select bit
DEFINE LCD_EREG PORTD    ' LCD enable port
DEFINE LCD_EBIT 4         ' LCD enable bit
DEFINE LCD_BITS 4         ' LCD Tamaño del bus de datos (4 ó 8)
DEFINE LCD_LINES 2       ' LCD Número de líneas.
DEFINE LCD_COMMANDUS 2000 ' Retardo LCD.
DEFINE LCD_DATAUS 50      ' Data delay time in us
DEFINE I2C_SLOW

```

' CONSTANTES

```

Control      CON %10100000      ' Control memoria I2C
delay_max    CON 10000          ' Retardo maximo
msgaddress    CON 15000          ' Manipulacion de mensajes
timezone     CON 5              ' Retraso

```

' VARIABLES

```

gpsgga VAR BYTE[80] ' Lectura GPS
poslat  VAR BYTE[11] ' Latitud GPS
poslon  VAR BYTE[12] ' Longitud GPS
temp    VAR BYTE     ' Variable auxiliar
bsearch VAR BYTE     ' Búsqueda de comas
posicion VAR BYTE    ' Indica la posicion verificada
setpos  VAR BYTE     ' Numero de la posicion a ser guardado
backpos VAR BYTE     ' Indica si la posicion es par o impar
opcion  VAR BYTE     ' Variable numero para almacenar la tecla pulsada
i        VAR BYTE     ' Variables auxiliares
j        VAR BYTE
k        VAR BYTE
q        VAR BYTE
x        VAR WORD
address  VAR WORD     ' Direccion en memoria I2C a ser escrita
temp3   VAR WORD     ' Muestra caracteres en cartel electronico
screenpos VAR WORD    ' Numero de mensaje en cartel electronico
delay   VAR WORD     ' Retardo
fready  VAR BYTE     ' Bandera para saber que mensajes mostrar

keyback VAR BYTE
key      VAR BYTE
incpos  VAR BYTE
modecase VAR BYTE
letter  VAR BYTE
startmsg VAR BYTE
line2   VAR BYTE

```

' ALIAS

```

estado VAR PORTA.0 ' Estado LED

```

```

mode  VAR PORTA.1 ' Modo 6 ISD25120
m0    VAR PORTA.2 ' Modo 0 ISD25120

pr    VAR PORTA.3 ' Playback / record ISD25120
eom   VAR PORTA.4 ' End of message ISD25120
pd    VAR PORTA.5 ' Power down ISD25120
ce    VAR PORTE.0 ' Chip enable ISD25120

CUATRO  VAR PORTB.0 ' Nombres para los pines de las filas del teclado
TRES    VAR PORTB.1
DOS     VAR PORTB.2
UNO     VAR PORTB.3
D       VAR PORTB.4 ' Nombres para los pines de las columnas del teclado
C       VAR PORTB.5
B       VAR PORTB.6
A       VAR PORTB.7

txpin  VAR PORTC.0 ' Transmision de datos seriales al cartel electronico

clk    VAR PORTC.3 ' Señal de reloj memoria serial I2C 24LC128
sda    VAR PORTC.4 ' Señal de datos memoria serial I2C 24LC128

' CONFIGURACION ENTRADAS / SALIDAS

adcon1=07      ' Puerto A digital
cmcon=07      ' Puerto A digital
option_reg.7=0 ' Resistencias Pull-up puerto B activadas
trisa=%00010000
trisb=%00001111
trisc=%10000000
trisd=%00000000
trise=%00000000
porta=0
portb=0
portc=0
portd=0
porte=0
mode=1
ce=1
pd=1

pd=0
q=1
setpos=0
screenpos=0
fready=0
key=0
keyback=16

GOSUB SCREENDATA1      ' Mensaje inicial en el cartel electronico

' PROGRAMA PRINCIPAL

MAIN1:
  LCDOUT $FE,1,"Sistema GPS"      ' Mensaje inicial en el LCD
  PAUSE 1

MAIN:
  HSERIN 100,CONTINUE,[temp]      ' Recepción de datos desde el GPS
  IF temp!="$" THEN GOTO MAIN      ' si en 100 ms no recibe dato salta

```

```

HSERIN 100,CONTINUE,[temp]      ' a CONTINUE, si lo recibe almacena
IF temp!="G" THEN GOTO MAIN      ' el dato en la variable temp
HSERIN 100,CONTINUE,[temp]
IF temp!="P" THEN GOTO MAIN      ' Obtención de la cadena GPGGA
HSERIN 100,CONTINUE,[temp]      ' Si no es igual regresa a MAIN
IF temp!="G" THEN GOTO MAIN
HSERIN 100,CONTINUE,[temp]
IF temp!="G" THEN GOTO MAIN
HSERIN 100,CONTINUE,[temp]
IF temp="A" THEN
  FOR i=0 TO 75                  ' Almacena los datos de la
    HSERIN 100,MAIN,[gpsgga[i]] ' sentencia GPGGA
  NEXT
  ' Muestra la hora en formato UTC
  LCDOUT $FE,1
  j=10
  bsearch=",",                  ' Caracter coma para buscar las comas y saber
  GOSUB SEARCH                   ' desde donde empiezan los datos Lat. y Lon.
  k=0
  FOR i=j+1 TO j+7              ' Obtencion de la Latitud
    poslat[k]=gpsgga[i]
    k=k+1
  NEXT i
  poslat[7]=gpsgga[j+11]
  FOR i=0 TO 7                  ' Muestra en pantalla LCD la Latitud
    LCDOUT poslat[i]
  NEXT i

  j=j+5
  GOSUB SEARCH                   ' Buscar coma
  j=j+1
  GOSUB SEARCH                   ' Buscar coma
  LCDOUT $FE,$C0                ' Ir a la segunda fila de LCD
  k=0
  FOR i=j+1 TO j+8              ' Obtencion de la Longitud
    poslon[k]=gpsgga[i]
    k=k+1
  NEXT I
  poslon[8]=gpsgga[j+12]
  FOR i=0 TO 8                  ' Muestra en pantalla LCD la Longitud
    LCDOUT poslon[i]
  NEXT i

  GOSUB COMPAREPOS              ' Subrutina de comparacion de posicion
  IF j=255 THEN fready=0

  LCDOUT $FE,$CD,#j
  IF j<>255 THEN                 ' Identifica si es una posicion verificada
    backpos=j                   ' Almacena posicion entre 1 y 60
    screenpos=posicion          ' Almacena posicion entre 0 y 59
    IF backpos.0=1 THEN         ' La posicion es impar (parada)
      screenpos=backpos-1      ' Obtiene el # de la posicion - 1
      GOSUB SCREENMSG          ' Muestra el nombre de la parada
      IF fready<2 THEN         ' Numero de veces que se reproduce
        q=1                    ' el mensaje auditivo
        GOSUB SOUNDPLAY        ' Reproduce parada actual
        q=(j+5)/2
        GOSUB SOUNDPLAY        ' Reproduce el nombre de la parada
        fready=fready+1
      ENDIF

```

```

ENDIF
IF backpos.0=0 THEN          ' La posicion es par (proxima parada)
  GOSUB SCREENTIME          ' Muestra el mensaje Bienvenidos
  IF fready<2 THEN          ' Numero de veces que se reproduce
    q=2                      ' el mensaje auditivo
    GOSUB SOUNDPLAY          ' Reproduce proxima parada
    q=(j+6)/2
    GOSUB SOUNDPLAY          ' Reproduce el nombre de la parada
    fready=fready+1
  ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF

CONTINUE:
GOSUB BARRIDO2
GOSUB PTECLA

IF opcion=15 THEN           ' Ingresa a la opcion grabar mensaje de texto
  modcase=0
  LCDOUT $FE,1,"Text"
  IF modcase=0 THEN temp="A"
  LCDOUT $FE,$85,temp
  PAUSE 200
  keyback=16
  line2=1
  x=15000
  WRITE x-1500,0
  I2CWRITE sda,clk,CONTROL,x,[0]
  startmsg=0
  FOR j=0 TO 15
    gpsgga[j]=" "
  NEXT
  TEXTMODE:
  GOSUB BARRIDO2
  GOSUB PTECLA
  IF opcion=12 THEN          ' Tecla C escoge la posicion del mensaje
    screenpos=0
    LCDOUT $FE,1,"NUMERO MSG ",#line2
    SETMSG:
    GOSUB BARRIDO2
    GOSUB PTECLA
    IF opcion=14 THEN GOTO MAIN1      ' Tecla E escape
    IF opcion=13 THEN                ' Tecla D graba el mensaje
      LCDOUT $FE,$C0,"Grabando"
      CALL SAVEMSG
      PAUSE 1000
      GOTO MAIN1
    ENDIF
    IF opcion=10 THEN                ' Incrementa el valor
      screenpos=screenpos+1
      IF screenpos>29 THEN screenpos=29
      LCDOUT $FE,1,"NUMERO MSG ",#screenpos+1
      PAUSE 100
    ENDIF
    IF opcion=11 THEN                ' Decrementa el valor
      screenpos=screenpos-1
      IF screenpos=65535 THEN screenpos=0
      LCDOUT $FE,1,"NUMERO MSG ",#screenpos+1
      PAUSE 100
    ENDIF
  ENDIF

```

```

        ENDIF
        GOTO SETMSG
    ENDIF
    IF opcion=14 THEN GOTO MAIN1
    GOSUB MSGWRITE
    GOTO TEXTMODE
ENDIF

IF opcion=14 THEN      ' Ingresa a la opcion de grabar posicion
    LCDOUT $FE,1,"Posiciones"
    LCDOUT $FE,$C0,"Lat. y Long."
    PAUSE 1000
    GOTO CONFIG
ENDIF

IF opcion=12 THEN      ' Ir a grabar mensaje
    LCDOUT $FE,1,"Listo"
    GOSUB SOUNDREC
    LCDOUT $FE,1,"Grabado"
    PAUSE 1000
ENDIF

IF opcion=11 THEN      ' Ir a reproducir mensaje
    LCDOUT $FE,1,"Reproduciendo"
    GOSUB SOUNDPLAY
ENDIF

IF opcion=10 THEN      ' Encerar reproduccion y grabacion
    LCDOUT $FE,1,"Encerando"
    estado=1
    PAUSE 25
    pd=1
    PAUSE 25
    pd=0
    estado=0
    q=1
ENDIF
GOTO MAIN

' ELECCION DE PUNTO PARA LA LATITUD Y LONGITUD

CONFIG:
    LCDOUT $FE,1,"LATITUD: ",DEC setpos+1
    LCDOUT $FE,$C0,"LONGITUD: ",DEC setpos+1
    PAUSE 10
    GOSUB BARRIDO2
    GOSUB PTECLA
    IF opcion=13 THEN      ' Graba la posicion
        GOSUB WRITEPOS      ' Subrutina para grabar la posicion
    ENDIF
    IF opcion=0 THEN      ' Incrementa la posicion a ser guardada
        setpos=setpos+1
        IF setpos>=59 THEN setpos=59
    ENDIF
    IF opcion=15 THEN      ' Decrementa la posicion a ser guardada
        IF setpos>0 THEN setpos=setpos-1
    ENDIF
    IF opcion=14 THEN      ' Regresar al lazo principal
        PAUSE 500
        GOTO MAIN1

```

```

ENDIF
GOTO CONFIG

' SUBROUTINAS
' REPRODUCIR MENSAJES DE AUDIO

SOUNDPLAY:
  IF q>100 THEN q=1
  LCDOUT $FE,$CD,#q
  estado=1          ' Encender led
  mode=1            ' Modo push button para reproduccion automatica
  PAUSEUS 8
  pd=0              ' Habilitación power down
  PAUSE 25
  pr=1              ' Modo reproducción
  ce=1
  m0=1              ' Modo 0 para saltar mensajes
  PAUSE 100
  FOR k=0 TO (q-1)  ' Salta mensajes para reproducir el requerido
    ce=0            ' Pulsos en flanco descendente de CE
    PAUSEUS 8
    ce=1
    PAUSEUS 8
    WAIT_CUE:
      IF eom=1 THEN GOTO WAIT_CUE      ' Espera la reproducción
    PAUSE 10
  NEXT k
  m0=0              ' Termina salto de mensajes
  PAUSE 100
  ce=0              ' Inicia reproducción del mensaje deseado
  PAUSE 6
  ce=1
  PAUSE 2000        ' Duración de reproducción
  pd=1              ' Termina reproducción
  mode=1
  estado=0          ' Apagar led
  q=q+1: IF q>32 THEN q=1      ' Incremento para reproducir el siguiente
RETURN              ' mensaje

' GRABAR MENSAJES DE AUDIO

SOUNDREC:
  PAUSE 1000        ' Retardo de 1 seg. para alistarse a grabar
  LCDOUT $FE,1,"Ahora"
  estado=1          ' Encender led
  m0=0              ' Sin salto de mensajes
  pd=0              ' Habilitación power down
  pr=0              ' Modo grabación
  mode=1            ' Modo push button para grabacion automatica
  ce=0              ' Inicia grabación
  PAUSE 6
  ce=1
  PAUSE 2000        ' Duracion mensaje grabado
  ce=0              ' Pausa la grabación
  PAUSE 1
  ce=1
  mode=1
  estado=0          ' Apagar led
RETURN

```

' BARRIDO DE TECLAS PARA OPCIONES DE CONFIGURACION

BARRIDO2:

```

opcion=16
LOW A                                ' Sensor la fila A
  IF UNO    = 0 THEN opcion=1        ' Tecla pulsada retorne con variable cargada con 1
  IF DOS    = 0 THEN opcion=2        ' Tecla pulsada retorne con variable cargada con 2
  IF TRES   = 0 THEN opcion=3        ' Tecla pulsada retorne con variable cargada con 3
  IF CUATRO = 0 THEN opcion=10       ' Tecla pulsada retorne con variable cargada con 10
HIGH A
LOW B                                ' Sensor la fila B
  IF UNO    = 0 THEN opcion=4
  IF DOS    = 0 THEN opcion=5
  IF TRES   = 0 THEN opcion=6
  IF CUATRO = 0 THEN opcion=11
HIGH B
LOW C                                ' Sensor la fila C
  IF UNO    = 0 THEN opcion=7
  IF DOS    = 0 THEN opcion=8
  IF TRES   = 0 THEN opcion=9
  IF CUATRO = 0 THEN opcion=12
HIGH C
LOW D                                ' Sensor la fila D
  IF UNO    = 0 THEN opcion=14
  IF DOS    = 0 THEN opcion=0
  IF TRES   = 0 THEN opcion=15
  IF CUATRO = 0 THEN opcion=13
HIGH D
PAUSE 10
RETURN

```

' ANTIRREBOTE TECLAS

PTECLA:

```

ESPACIO:                             ' Programa de antirrebote de teclas
  IF UNO    = 0 THEN ESPACIO         ' Si la tecla sigue pulsada ir espacio
  IF DOS    = 0 THEN ESPACIO         ' Si la tecla sigue pulsada ir espacio
  IF TRES   = 0 THEN ESPACIO         ' Si la tecla sigue pulsada ir espacio
  IF CUATRO = 0 THEN ESPACIO         ' Si la tecla sigue pulsada ir espacio
PAUSE 25
RETURN                                ' Retorna si se suelta las teclas

```

' COMPARAR POSICIONES

COMPAREPOS:

```

FOR posicion=0 TO 59                 ' Compara las posiciones desde 0 hasta 59
  j=posicion+1                       ' Almacena posiciones desde 1 hasta 60
  GOSUB COMPOSLAT                     ' Subrutina para comparar Latitud
  GOSUB COMPOSLON                     ' Subrutina para comparar Longitud
  IF j<>255 THEN FCOMPARE             ' Si una posicion es correcta regresa con
NEXT                                  ' el valor de la posicion
FCOMPARE:
RETURN

```

' BUSCAR COMAS

SEARCH:

```

IF gpsgga[j] != bsearch THEN         ' Busca la coma en cada indice de la matriz
  j=j+1                               ' Incremento para el indice de la matriz
IF j>75 THEN GOTO FSEARCH            ' Si no encuentra la coma regresa

```

```

    GOTO SEARCH
ENDIF
FSEARCH:
RETURN

' ESCRIBIR LA POSICION DESEADA

WRITEPOS:
LCDOUT $FE,1
LCDOUT $FE,$C0,"Grabando"
posicion=setpos          ' Recoge la posicion deseada
address=posicion*18      ' Direccion desde donde empieza a escribir
k=0
FOR x=address TO address+7 ' Escribe la posicion Latitud
    I2CWRITE sda,clk,control,x,[poslat[k]]
    k=k+1
    PAUSE 10
NEXT
address=posicion*18+8    ' Direccion desde donde empieza a escribir
k=0
FOR x=address TO address+8 ' Escribe la posicion Longitud
    I2CWRITE sda,clk,control,x,[poslon[k]]
    k=k+1
    PAUSE 10
NEXT
PAUSE 1000
RETURN

' COMPARA LA POSICION LATITUD

COMPOSLAT:
address=posicion*18      ' Direccion desde donde empieza a leer
k=0
FOR x=address TO address+7 ' Lee la Latitud
    I2CREAD sda,clk,control,x,[TEMP]
    PAUSE 10
    IF temp<>poslat[k] THEN ' Compara los datos de Latitud
        j=255
        GOTO FPOSLAT
    ENDIF
    k=k+1
NEXT
FPOSLAT:
RETURN

' COMPARA LA POSICION LONGITUD

COMPOSLON:
address=posicion*18+8    ' Direccion desde donde empieza a leer
k=0
FOR x=address TO address+8 ' Lee la Longitud
    I2CREAD sda,clk,control,x,[TEMP]
    PAUSE 10
    if temp<>poslon[k] THEN ' Compara los datos de Longitud
        j=255
        GOTO FPOSLON
    ENDIF
    k=k+1
NEXT
FPOSLON:

```

RETURN

' MUESTRA DATOS EN CARTEL ELECTRONICO

SCREENMSG:

```
' Parametro de entrada screenpos que indica el # de mensaje (total 30)
' de hasta 200 caracteres cada uno
temp3=6000+screenpos*100          ' Direccion desde donde empieza a leer
' Inicializa la transmision
SEROUT txpin,N2400,[$00,$FF,$FF,$00,$0B,$01,$FF,$01,$30,$31,$EF,$B0,$EF,$A2]
FOR x=temp3 TO temp3+199  ' Lee el mensaje deseado
  I2CREAD sda,clk,control,x,[TEMP]
  IF temp=0 THEN FINSEND  ' Cuando temp=0 el mensaje es completo
  SEROUT txpin,N2400,[temp]  ' Transmite datos hasta que ya no haya
NEXT                                ' caracteres que transmitir
FINSEND:
  SEROUT txpin,N2400,[$FF,$FF,$00] ' Finaliza la transmision
```

RETURN

' MUESTRA LA HORA EN CARTEL ELECTRONICO

SCREENTIME:

```
SEROUT txpin,N2400,[$00,$FF,$FF,$00,$0B,$01,$FF,$01,$30,$31,$EF,$B0,$EF,$A2]
SEROUT txpin,N2400,["Bienvenidos"]
SEROUT txpin,N2400,[$FF,$FF,$00]
```

RETURN

' MUESTRA MENSAJE INICIAL EN CARTEL ELECTRONICO

SCREENDATA1:

```
SEROUT txpin,N2400,[$00,$FF,$FF,$00,$0B,$01,$FF,$01,$30,$31,$EF,$B0,$EF,$A2]
SEROUT txpin,N2400,["Sistema de Posicionamiento"]
SEROUT txpin,N2400,[$FF,$FF,$00]
```

RETURN

' MANIPULACION DE MENSAJES ESCRITOS

MSGWRITE:

```
GOSUB BARRIDO2
GOSUB PTECLA
IF opcion=10 THEN
  IF modcase=0 THEN temp="A"
  LCDOUT $FE,$85,temp
  opcion=keyback
  GOTO FMSGWRITE
ENDIF
IF opcion=15 THEN
  incpos=1
ENDIF
IF opcion=11 THEN
  GOSUB DELKEY
  startmsg=0
ENDIF
IF keyback<>opcion THEN
  IF opcion<16 THEN
    key=0
    keyback=opcion
    IF startmsg=1 THEN incpos=1
    IF startmsg=0 THEN startmsg=1
  ENDIF
```

```
ENDIF
IF opcion<10 THEN
  IF keyback=opcion THEN
    ' Tecla 0
    IF opcion=0 THEN
      letter=" "
    ENDIF

    ' Tecla 1
    IF opcion=1 THEN
      letter="1"
    ENDIF

    ' Tecla 2
    IF opcion=2 THEN
      key=key+1
      IF key>=4 THEN key=1
      IF modcase=0 THEN ' Mayusculas
        IF key=1 THEN letter="A"
        IF key=2 THEN letter="B"
        IF key=3 THEN letter="C"
      ENDIF
    ENDIF

    ' Tecla 3
    IF opcion=3 THEN
      key=key+1
      IF key=>4 THEN key=1
      IF modcase=0 THEN ' Mayusculas
        IF key=1 THEN letter="D"
        IF key=2 THEN letter="E"
        IF key=3 THEN letter="F"
      ENDIF
    ENDIF

    ' Tecla 4
    IF opcion=4 THEN
      key=key+1
      IF key=>4 THEN key=1
      IF modcase=0 THEN ' Mayusculas
        IF key=1 THEN letter="G"
        IF key=2 THEN letter="H"
        IF key=3 THEN letter="I"
      ENDIF
    ENDIF

    ' Tecla 5
    IF opcion=5 THEN
      key=key+1
      IF key=>4 THEN key=1
      IF modcase=0 THEN ' Mayusculas
        IF key=1 THEN letter="J"
        IF key=2 THEN letter="K"
        IF key=3 THEN letter="L"
      ENDIF
    ENDIF

    ' Tecla 6
    IF opcion=6 THEN
      key=key+1
```

```

    IF key=>4 THEN key=1
    IF modcase=0 THEN      ' Mayusculas
      IF key=1 THEN letter="M"
      IF key=2 THEN letter="N"
      IF key=3 THEN letter="O"
    ENDIF
  ENDIF

  ' Tecla 7
  IF opcion=7 THEN
    key=key+1
    IF key=>5 THEN key=1
    IF modcase=0 THEN      ' Mayusculas
      IF key=1 THEN letter="P"
      IF key=2 THEN letter="Q"
      IF key=3 THEN letter="R"
      IF key=4 THEN letter="S"
    ENDIF
  ENDIF

  ' Tecla 8
  IF opcion=8 THEN
    key=key+1
    IF key=>4 THEN key=1
    IF modcase=0 THEN      ' Mayusculas
      IF key=1 THEN letter="T"
      IF key=2 THEN letter="U"
      IF key=3 THEN letter="V"
    ENDIF
  ENDIF

  ' Tecla 9
  IF opcion=9 THEN
    key=key+1
    IF key=>5 THEN key=1
    IF modcase=0 THEN      ' Mayusculas
      IF key=1 THEN letter="W"
      IF key=2 THEN letter="X"
      IF key=3 THEN letter="Y"
      IF key=4 THEN letter="Z"
    ENDIF
  ENDIF

  IF incpos=1 THEN
    x=x+1
  ENDIF
  GOSUB TEMPMSG
  GOSUB SHOWTEXT
ENDIF
ENDIF
FMSGWRITE:
RETURN

' GRABA EL TEXTO SEGUN POSICION SELECCIONADA

SAVEMSG:
' Parametro de entrada screenpos que indica el # de mensaje (total 30)
' de hasta 200 caracteres cada uno
temp3=6000+screenpos*200          ' Direccion desde donde empieza a GRABAR
READ 0,j

```

```

IF j<>0 THEN
  j=0
  FOR x=temp3 TO temp3+199      ' Lee el mensaje deseado
    READ j,temp
    I2Cwrite sda,clk,control,x,[temp]
    PAUSE 10
    IF temp=0 THEN FINSAVE      ' Cuando temp=0 el mensaje es completo
    j=j+1
  NEXT
ENDIF
FINSAVE:
RETURN

```

' BORRA LOS CARACTERES NO DESEADOS

```

DELKEY:
  x=x-1
  k=0
  FOR j=0 TO 14
    gpsgga[15-j]=gpsgga[14-j]
  NEXT
  IF x=>15015 THEN
    READ x-1500,gpsgga[0]
  ELSE
    gpsgga[0]=" "
  ENDIF
  WRITE x-14999,0
  LCDOUT $FE,$C0
  FOR j=0 TO 15
    LCDOUT gpsgga[j]
  NEXT
RETURN

```

' MUESTRA EL MENSAJE A GUARDAR EN LCD

```

SHOWTEXT:
  LCDOUT $FE,$C0
  IF incpos=1 THEN
    FOR j=0 TO 15
      gpsgga[j]=gpsgga[j+1]
    NEXT
  ENDIF
  gpsgga[15]=letter
  FOR j=0 TO 15
    LCDOUT gpsgga[j]
  NEXT
  incpos=0
RETURN

```

' ALMACENAMIENTO TEMPORAL DEL MENSAJE DIRECCION 15000 MEMORIA EEPROM

```

TEMPMSG:
  WRITE x-15000,letter
  WRITE x-14999,0
  I2CWRITE sda,clk,control,x,[letter]
  I2CWRITE sda,clk,control,x+1,[0]
  PAUSE 10
RETURN

```

FECHA DE ENTREGA

El proyecto fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí: a _____ del 2008.

ELABORADO POR:

DIEGO MAURICIO ESCOBAR SEVILLA

171564195-5

AUTORIDAD:

Ing. VICTOR PROAÑO

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA,
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL