



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y
REDES

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VISUALIZACIÓN Y
TRAZADO DE RUTAS RECORRIDAS”

TESIS DE GRADO

PREVIA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN

PRESENTADO POR:

EDGAR PATRICIO LASLUIA LANDA

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser fuente de fortaleza en todo este caminar, a la Escuela de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes, y a todos los docentes que supieron impartir sus conocimientos.

Un agradecimiento especial a mi tutor el Ing. Paul Romero por la apertura y confianza que supo brindar en el transcurso de la realización de este trabajo, al Ingeniera Ruth Barba por el apoyo, paciencia, ánimos y colaboración desinteresada en el desarrollo del mismo.

Autor.

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo a mi madre Blanca Luzmila Landa porque gracias a su amor incondicional, entusiasmo y mucho sacrificio hizo posible la culminación de un gran paso en mi vida, a mi hermano Edison Lasluisa Landa por haber creído siempre en mí y también ser un pilar fundamental en este logro. Y a mi familia por haber depositado en mí su confianza.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. MS.c. Iván Menes C.

**DECANO DE LA FACULTAD DE
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

.....

.....

Ing. Pedro Infante

**DIRECTOR DE LA ESCUELA
DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
EN TELECOMUNICACIONES Y REDES**

.....

.....

Ing. Paúl Romero

DIRECTOR DE TESIS

.....

.....

Ing. Ruth Barba

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

.....

Tlgo. Carlos Rodríguez

DIRECTOR DPTO.

DOCUMENTACION

.....

.....

NOTA DE LA TESIS

.....

“Yo, **EDGAR PATRICIO LASLUIA LANDA**, soy el responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis de Grado, y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

Edgar Patricio Lasluisa Landa

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	17
GENERALIDADES	18
1.1. ANTECEDENTES	18
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	20
1.3. OBJETIVOS.....	21
1.3.1. Objetivo General.....	21
1.3.2. Objetivos Específicos	21
CAPITULO II.....	22
FUNDAMENTO TEÓRICO	22
2.1. SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS	22
2.1.1. Introducción.....	22
2.1.2. Segmentos de un sistema de posición GPS	23
2.1.2.1. Segmento Espacial.....	24
2.1.2.2 Segmento de control	25
2.1.2.3 Segmento de Usuario.....	25
2.1.3. Frecuencias usadas por GPS.....	26
2.1.4. Método para encontrar la navegación.....	28
2.1.4.1. Selección del satélite	29
2.1.5. Tipos de receptor GPS.....	30
2.1.5.1. Continuos.....	30
2.1.5.2. Secuenciales de dos canales	30
2.1.5.3. Múltiples mux.....	30
2.1.5.4. “Todos en vista”	31

2.1.6. Inicio del receptor GPS.....	31
2.1.7. Integración con telefonía móvil.....	32
2.1.8. Aplicaciones	32
2.2. SISTEMA GSM	33
2.2.1. Introducción.....	33
2.2.2. Sistema global para comunicaciones móviles GSM.....	34
2.2.2.1. Arquitectura de una red GSM.....	34
2.2.2.1.1. Estación Móvil MS.....	35
2.2.2.1.2. Estación Base BSS	35
2.2.2.1.3. Subsistema de Conmutación y Red NSS.....	36
2.2.3. Bandas de frecuencia.....	37
2.2.3.1. GSM 900 y GSM 1800.....	37
2.2.3.2. GSM 850	39
2.2.3.3. GSM 1900	40
2.2.4. Seguridad en GSM	41
2.2.5. Tamaño de los mensajes.....	41
2.3. COMANDOS AT	43
2.3.1. Tipos de comandos AT.....	43
2.4. GLCD GRAPHIC LCD.....	45
2.4.1. Tipos de pantallas LCD	45
2.4.2. Precauciones	48
2.4.3. Fuente de alimentación.....	49
2.4.4. Diagrama de bloques	50
2.4.5. Dimensiones del módulo	51

2.5. COMPILADOR CCS C	51
2.5.1. Estructura de un programa.....	52
2.6. MICROCONTROLADORES	53
2.6.1. Microcontrolador pic18f4550.....	54
2.6.1.1. Características Principales.....	54
2.6.1.2. Interrupción	57
2.6.2. El microcontrolador pic16f628a.....	62
2.6.2.1. Características principales	63
2.6.3. El microcontrolador pic16f876A.....	66
2.6.3.1. Transmisor Asíncrono USART	68
2.6.3.2. Receptor Asíncrono USART.....	70
2.7. FAT.....	71
2.7.1. Introducción.....	71
2.7.2. Tipos de FAT	71
2.7.3. Discos con FAT	72
2.7.4. Estructura de datos de la FAT	72
2.7.5. Cálculos con clúster.....	72
CAPITULO III	74
DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA	74
3.1. INTRODUCCIÓN.....	74
3.2. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA	74
3.3. DISEÑO DE HARDWARE	76
3.3.1. Fuente de alimentación.....	76
3.3.1.1. Modulo regulador de voltaje	76

3.3.2. Modulo de adquisición, ingreso y visualización de coordenadas geográficas.	78
3.3.2.1. Modulo de adquisición de datos GPS.....	78
3.3.2.1.1. Modulo receptor GPS “SPK-GPS-GS405”	78
3.3.2.1.2. Características Principales.....	78
3.3.2.1.3. Descripción de pines.....	81
3.3.2.1.4. Protocolo de mensajes que utiliza el modulo GPS.....	82
3.3.2.1.4.1. Formatos de mensajes de salida NMEA.....	82
3.3.2.1.5. Conexión del dispositivo GPS.....	85
3.3.2.1.6. Diseño de amplificación de señal y conexión al microcontrolador.....	85
3.3.2.2. Modulo de transmisión de datos vía celular	87
3.3.2.2.1. Características del teléfono celular.....	87
3.3.2.2.2. Comandos AT soportados por el celular Nokia 3220.....	90
3.3.2.2.3. Conexión del teléfono con el microcontrolador	92
3.3.2.3. Modulo de conexión del teclado y LCD al microcontrolador.	93
3.3.2.4. Diseño total del modulo de adquisición, ingreso y visualización de coordenadas geográficas.....	94
3.3.3. Modulo de visualización y almacenamiento de rutas recorridas.....	96
3.3.3.1. Modulo de comunicación microcontrolador y GLCD.....	97
3.3.3.1.1. Características técnicas del GLCD JHD12864E.	97
3.3.3.1.1.1. Características Eléctricas del GLCD JHD12864E.	98
3.3.3.1.1.2. Dimensiones externas.....	98
3.3.3.1.1.3. Pines de conexión.....	99
3.3.3.1.2. Circuito de comunicación microcontrolador y GLCD.	100
3.3.3.2. Circuito de almacenamiento de información en micro SD.	102

3.3.3.2.1. Características técnicas de las memorias micro SD y MMC.	103
3.3.3.2.2. Diseño de conexión entre el microcontrolador y la micro SD	104
3.4.4.1. Diseño total del modulo de visualización y almacenamiento de rutas	105
3.4. DISEÑO SOFTWARE	106
3.4.1. Metodología.....	106
3.4.2. Análisis.....	107
3.4.3. Requisitos	108
3.4.4. Diseño.....	109
3.4.4.1. Recepción de Datos con el modulo GPS.....	109
3.4.4.2. Transmisión de Datos vía Celular	110
3.4.4.3. Procesamiento de la Información.	111
3.4.4.4. Visualización de información.....	112
CAPITULO IV	114
ANALISIS DE PRUEBAS Y RESULTADOS	114
4.1. Pruebas del funcionamiento del receptor GPS.	114
4.2. Prueba de integración con el modulo de adquisición de datos.....	116
4.3. Pruebas de funcionamiento de la pantalla GLCD.	119
4.4. Integración de los subsistemas	120
CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES	123
RESUMEN	124
SUMMARY	125
BIBLIOGRAFÍA	126
ANEXOS	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Segmentos del sistema GPS_.....	¡Error! Marcador no definido. 4
Figura II.2. Esquema de modulación en la banda L1 usando código C/A_.....	¡Error! Marcador no definido. 7
Figura II.3. Puntos de intersección.....	¡Error! Marcador no definido. 8
Figura II.4. Arquitectura de una red GSM.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura II.5. Canales y bandas de frecuencia de GSM 900 y GSM 1800.....	39
Figura II.6. Canales y bandas de frecuencia de GSM 850.....	40
Figura II.7. Canales y bandas de frecuencia de GSM 1900.....	40
Figura II.8. LCD de segmentos.....	46
Figura II.9. LCD de matriz de puntos.....	47
Figura II.10. LCD para gráficos_.....	47
Figura II.11. Formas de conectar la fuente de alimentación.....	50
Figura II.12. Diagrama de bloques del GLCD_.....	50
Figura II.13. Dimensiones del GLCD_.....	5¡Error! Marcador no definido.
Figura II.14. Estructura de un programa modelo_.....	53
Figura II.15. Diagrama de pines PIC18F4550.....	55
Figura II.16. Diagrama de bloques PIC18F4550.....	56
Figura II.17. Diagrama de bloques para Interrupciones_.....	58
Figura II.18. Diagrama de bloques Timer0 de 8 bits_.....	59
Figura II.19. Diagrama de bloques Timer1 de 16 bit_.....	59
Figura II.20. Conexión básica full dúplex entre PIC y PC_.....	62
Figura II.21. Distribución de pines del PIC16F628A_.....	64

Figura II.22. Distribución de pines del PIC16F876A_.....	68
Figura II.23. Diagrama de Pulsos de comunicación Asíncrona del PIC16F876A_.....	69
Figura II.24. Tarjetas de memoria SD, con FAT.	71
Figura III.25. Esquema del sistema_	75
Figura III.26. Diagrama de circuito de la tarjeta para los voltajes de alimentación	76
Figura III.27. Grafica 3D del circuito terminado de la Fuente de Alimentación y placa_77	
Figura III.28. Descripción y asignación de pines_	81
Figura III.29. Conexión del dispositivo GPS_.....	85
Figura III.30. Pines del inversor HD74LS04.....	86
Figura III.31. Diseño del modulo de adquisición de datos GPS_	87
Figura III.32. Celular Nokia 3220	87
Figura III.33. Cable DKU-50.....	89
Figura III.34. Pantalla de reconocimiento del cable DKU-50	90
Figura III.35. Diseño del modulo de transmisión de datos vía celular_	93
Figura III.36. Circuito de conexión del teclado y LCD al microcontrolador_	94
Figura III.37. Diseño del modulo de adquisición, ingreso y visualización de coordenadas geográficas_.....	95
Figura III.38. Diseño 3D del modulo de adquisición, ingreso y visualización de coordenadas geográficas y placa_	96
Figura III.39. Dimensiones externas_	99
Figura III.40. Diseño de conexión entre el microcontrolador y el GLCD_.....	101
Figura III.41. Circuito 3D de comunicación microcontrolador y GLCD_	102
Figura III.42. Descripción de los pines de la memoria micro SD y MMC_.....	103
Figura III.43. Diseño de conexión entre el microcontrolador y la micro SD_	104

Figura III.44. Diseño total del modulo de visualización y almacenamiento de rutas_	105
Figura III.45. Circuito del modulo de visualización y almacenamiento de rutas_	106
Figura III.46. Metodología de desarrollo: Modelo incremental_	107
Figura III.47. Diagrama general_	107
Figura III.48. Algoritmo de lectura de datos del módulo gps_	110
Figura III.49. Algoritmo de transmisión de datos vía celular_	111
Figura III.50. Algoritmo de procesamiento de datos_	112
Figura III.51. Algoritmo de visualización de información_	113
Figura III.52. Datos provenientes del receptor GPS_	115
Figura IV.53. Integración entre el GPS y el modulo de Recepción_	116
Figura IV.54. Comunicación con el Equipo Celular_	117
Figura IV.55. Recepción de mensaje sms_	118
Figura IV.56. Prueba de visualización de pantalla_	119
Figura IV.57. Equipo terminado_	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.I. Alfabeto GSM de 7 bits descrito en 3GPP TS 23.038.....	43
Tabla III.II. Valores máximos y mínimos de corriente y voltaje del modulo GPS_.....	79
Tabla III.III. Características de la antena integrada_	80
Tabla III.IV. Especificaciones técnicas del GPS_.....	80
Tabla III.V. Contenido de trama GGA_	83
Tabla III.VI. Contenido de trama GSA_	83
Tabla III.VII. Contenido de trama GSV_.....	84
Tabla III.VIII. Contenido de trama RMC_	85
Tabla III.IX. Descripción de pines del puerto del celular Nokia 3220.....	89
Tabla III.X. Características Eléctricas del GLCD JHD12864E_.....	98
Tabla III.XI. Pines de conexión del GLCD JHD12864E_	100

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AuC:	Authentication Center
BSC:	Base Station Controller
BSS:	Base Station Subsystem
BTS:	Base Transceiver Station
CCS:	Custom Computer Services Incorporated
EIR:	Equipment Identity Register
FAT:	Tabla de Alocación de Archivos
GGA:	Global Positioning System Fix
GGL:	Geographical Position – Latitude/Longitude
GLCD:	Display de Cristal Líquido
GND:	Tierra
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global
GSM:	Global System for Mobile Communication
GSV:	Satellites in View (Satélites a la vista)
HLR:	Home Location Register
I/O:	Entrada/Salida.
LCD:	Display de Cristal Líquido
ME:	Mobile Equipment
MS:	Mobile Station
MSC:	Mobile Services Switching Center
NMEA:	Asociación Nacional de Electrónica Marina

NSS:	Network and Switching Subsystem
RX:	Receptor
SIM:	Subscriber Identity Module
SMS:	Servicio de Mensajes Cortos
TTL:	Lógica transistor a transistor
TX:	Transmisor
USART:	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter
VLR:	Visitor Location Register
VSM:	Virtual System Modelling

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso de la tecnología es indispensable en todos los ámbitos, gracias a la misma se puede conseguir mejores resultados en la implementación de proyectos innovadores y sobre todo que sean muy amigables con el usuario final.

El presente trabajo ha sido desarrollado e implementado con la finalidad de brindar mayor seguridad, evitar pérdidas de tiempo, facilitar la ubicación de un determinado lugar y llevar un registro de las trayectorias recorridas, con distancias geográficas de 750 y 1500 metros de longitud y latitud respectivamente, en cualquier lugar de la ciudad o campo abierto mientras se disponga de red de telefonía celular.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

Un instrumento desarrollado por el Departamento de defensa de Estados Unidos, que sin lugar a dudas revolucionó el mundo de la navegación gracias a su enorme utilidad, funcionando bajo cualquier condición climática es el sistema GPS (Global Positioning System) es un sistema de posicionamiento que permite, a través de 24 satélites en órbitas alrededor de la tierra, localizar mediante unas coordenadas únicas cualquier equipo terrestre. Hoy en la actualidad existen también módulos GPS que cumplen con las mismas funciones.

Los LCD's gráficos son pantallas de cristal líquido cuya resolución es medida en pixeles. A diferencia de los LCD's de texto, en los GLCD's, se puede tener acceso a cada pixel disponible. Esto las hace especiales para la representación de gráficos, aunque por supuesto, con un programa adecuado podemos potenciar con ello las posibilidades de presentación y manejo de información.

El uso de los populares mensajes de texto cortos o SMS, este tipo de comunicación permite ubicarse en cualquier lugar de cobertura celular y tener la opción de recibir un mensaje alfanumérico que nos indica la posición de un evento generado de manera automática, o bien permite controlar de manera remota un sistema. Una de las principales características de este tipo de esquema es que es posible que el sistema de orientación se encuentre en movimiento.

Este servicio puede ser utilizado por diferentes aplicaciones, sólo limitadas por la imaginación. El uso de la telefonía celular se encuentra en constante crecimiento como un medio de comunicación por voz, y más recientemente a proliferado el uso de los mensajes de texto cortos o SMS. El uso de los mensajes de texto permite enviar información alfanumérica a un destinatario celular ya sea desde otro teléfono celular o desde un portal de una página WEB. En este caso se implementara un sistema de ayuda para rutas desconocidas. Este sistema también está basado en el uso de microcontroladores, y un par de teléfonos celulares.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Hoy en la actualidad existen dispositivos que generan rutas en línea recta desde un punto de inicio hacia un destino, estos dispositivos son complicados de adquirir y más si son sistemas configurables.

Se desarrollará e implementara un sistema de visualización y trazado de rutas recorridas en grandes ciudades y campos abiertos.

El sistema se lo realizara mediante el uso de dispositivos electrónicos como microcontroladores, teclado, pantallas gráficas monocromáticas o GLCD, modulo GPS, y el estudio de protocolos de comunicación para uso de SMS.

Se pretende desde un teclado ingresar la posición en coordenadas a la que se desea llegar e ir obteniendo los datos del modulo GPS cada cierto periodo de tiempo e irlos mostrando en la pantalla GLCD, La información obtenida del GPS será enviada a través de mensajes cortos de texto, cabe recalcar que el envío de mensajes cortos será posible únicamente en lugares que tenga cobertura de telefonía celular.

Este trabajo también pretende demostrar las diferentes aplicaciones que se le puede dar a los GLCD, GPS y a la telefonía celular, en particular a los servicios adicionales como son los mensajes cortos o SMS.

Con dicho sistema se desea ir visualizando la trayectoria que se esta caminando y brindar mayor seguridad, al igual que evitar pérdidas de tiempo.

Desde el punto de vista tecnológico, el sistema de visualización y trazado de rutas, pretende ser un inicio para posibles aplicaciones futuras.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Diseñar e implementar un sistema de visualización y trazado de rutas recorridas.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Estudiar los dispositivos más adecuados y disponibles en el mercado para la realización del proyecto de tesis.
- Implementar los circuitos para la adquisición de coordenadas de localización.
- Implementar un sistema de localización gráfica de la trayectoria desde el punto de partida hasta el punto de llegada.
- Transmitir la posición (Coordenadas) del sitio vía SMS a un teléfono celular.
- Diseñar e implementar los algoritmos y programas de control del sistema.

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS

2.1.1. Introducción

El Sistema de Posicionamiento Global o GPS (por sus siglas en inglés, Global Positioning System), es el único Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS, por sus siglas en inglés, Global Navigation Satellite System) totalmente funcional. Utiliza una constelación de al menos 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en Orbita Media Terrestre (MEO, Medium Earth Orbit), los cuales transmiten precisas señales de microondas, el sistema permite que los receptores GPS determinen su localización, velocidad, dirección y hora. Otros sistemas similares son el ruso GLONASS (aún incompleto en el año 2007), el

planificado sistema europeo de posicionamiento Galileo, y los propuestos COMPASS chino y el IRNSS de la India.

Desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, GPS fue oficialmente nombrado NAVSTAR GPS, La constelación de satélites es manejada por el Ala Espacial 50 de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos. El costo de mantenimiento del sistema es de aproximadamente 750 millones de dólares anuales, en los cuales se incluye la renovación de satélites viejos, e investigación y desarrollo.

En 1983, el presidente de los Estados Unidos Ronald Reagan promovió la directiva en la cual el sistema de volvió de uso gratuito para el uso civil como un bien común. Desde entonces, GPS se ha convertido de gran ayuda para la navegación a nivel mundial, y una herramienta útil para la cartografía, exploración, comercio y usos científicos. GPS también provee una referencia temporal precisa usada en muchas aplicaciones incluyendo el estudio científico de los terremotos, y la sincronización en las redes de telecomunicaciones.

2.1.2. Segmentos de un sistema de posición GPS

El sistema GPS, está formado por tres segmentos: el segmento espacial (SS, Space Segment), el segmento de control (CS, Control Segment) y el segmento de usuario (US, User Segment). Ver en la Figura II.1.

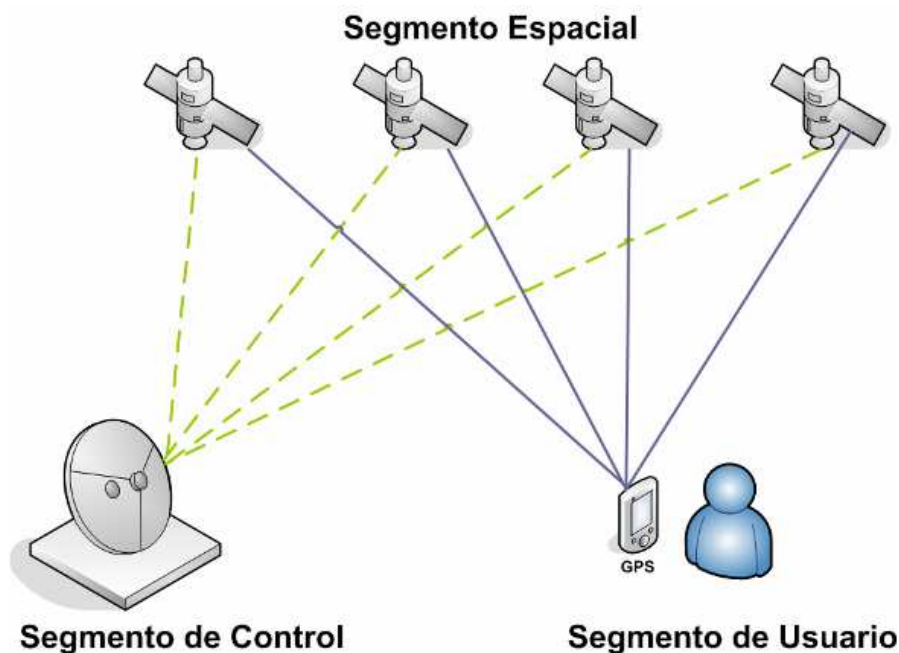


Figura II.1. Segmentos del sistema GPS

2.1.2.1. Segmento Espacial

El segmento espacial es el núcleo del sistema, está formado por 24 unidades con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie del globo terráqueo. Más concretamente, repartidos en 6 planos orbitales de 4 satélites cada uno. Están diseñados para tener una vida útil de 8 a 10 años. La energía eléctrica que requieren para su funcionamiento la adquieren a partir de dos paneles compuestos de celdas solares adosados a sus costados, sus respectivos sistemas de baterías de respaldo.

Orbitando a una altura aproximada de 20.200 kilómetros, cada satélite realiza dos vueltas completas en cada día sideral (23h 56' 04'') es decir a una velocidad aproximada de 11.300 kilómetros por hora.

Para septiembre del 2007, existían 31 satélites transmitiendo activamente en la constelación GPS. Los satélites adicionales mejoran la precisión de los cálculos en los receptores ya que proveen medidas redundantes, además de brindar confiabilidad y disponibilidad al sistema.

2.1.2.2 Segmento de control

Las rutas de vuelo de los satélites son controladas por las estaciones de control de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, ubicadas en Hawái, Kwajalein (Islas Marshall en el Pacífico Occidental), Isla Ascensión (costa oeste de África), Diego García (sur de la India) y Colorado Springs (Estados Unidos), además de estaciones de monitoreo operadas por la National Geospatial-Intelligence Agency (NGA). La información de seguimiento es enviada a la estación de control maestro de Colorado Springs. Dicha estación contacta cada satélite regularmente enviándoles las actualizaciones de posición, utilizando para esto las antenas de Ascensión, Diego García, Kwajalein y Colorado Springs. Estas actualizaciones sincronizan los relojes atómicos a bordo de los satélites, y ajustan sus efemérides.

Estas actualizaciones son usadas usando un Filtro Kalman que usa como entradas: datos de las estaciones de monitoreo terrestres, el clima y varias otras variables.

2.1.2.3 Segmento de Usuario

El receptor GPS del usuario es el segmento de usuario del sistema GPS. En general los receptores GPS están formados por una antena, sintonizada a las frecuencias transmitidas por los satélites, procesadores de recepción, un reloj de alta estabilidad (que puede ser un reloj de cristal). También pueden incluir un display para presentar la información de la ubicación y la velocidad del usuario.

Un receptor también suele ser caracterizado por el número de canales, es decir el número de satélites que puede monitorear simultáneamente. Originalmente el número de canales era limitado a 4 o 5 sin embargo en los últimos años, los receptores de última generación son capaces de monitorear entre 12 y 20 canales simultáneamente.

Los receptores GPS pueden incluir entradas para correcciones diferenciales, usando el formato RTCM SC-104. Esta conexión usualmente se encuentra en la forma de un puerto RS-232 a 4.800 bps, aunque los datos son enviados a mucha menor velocidad lo que limita la exactitud de la señal enviada usando RTCM.

Muchos receptores GPS pueden retransmitir la información de posición a un PC u otro dispositivo usando el protocolo NMEA 0183, o por el reciente y aún poco extendido NMEA 2000. Ambos son protocolos propietarios controlados por la National Marine Electronics Association. Sin embargo las referencias a los protocolos NMEA se han compilado para su uso público, permitiendo que herramientas de código abierto leer dichos protocolos sin violar las leyes de propiedad intelectual. Existen además algunos otros códigos propietarios como SiRF, MTK y Garmin entre otros. Los receptores se pueden interconectar con otros dispositivos usando interfaces como conexión serial, USB o Bluetooth entre otros.

2.1.3. Frecuencias usadas por GPS

Las frecuencias usadas por GPS son:

- L1 (1575.42 MHz): el más usado, mezcla de mensajes de navegación, usan coarse-acquisition (C/A) y encrypted precisión P (Y). La Figura II.2 muestra el esquema de modulación usado en esta banda.

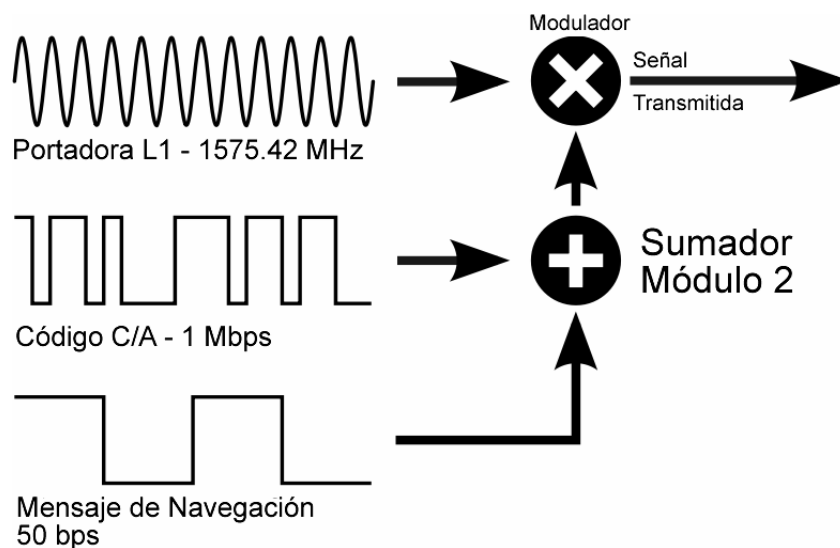


Figura II.2. Esquema de modulación en la banda L1 usando código C/A.

- L2 (1227.60 MHz): usa código P(Y), además del nuevo código L2C para el Bloque IIR-M y nuevo satélites.
- L3 (1381.05 MHz): usado por el Nuclear Detonation (NUDET) Detection System Payload (NDS), para detectar señales de detonaciones nucleares y otros eventos de infrarrojos de gran energía. Usado para hacer cumplir los tratados de prohibición de pruebas nucleares.
- L5 (1176.45 MHz): Propuesto para el uso civil de la señal seguridad-de-vida (Sol, por sus siglas en inglés Safety-of-Life). Esta frecuencia se halla en una banda internacionalmente protegida para la navegación aeronáutica, lo que promete poca o

nula interferencia bajo cualquier circunstancia. El primer satélite del Bloque IIF, que proveerá este tipo de señal será lanzado en el 2008.

2.1.4. Método para encontrar la navegación

Una vez que el receptor GPS conoce la distancia de los satélites a la Tierra puede determinar su posición. Para ilustrar el caso, si el receptor GPS se encuentra a 11000 millas de un satélite su localización debería estar en alguna parte de una imaginaria esfera que tiene el satélite en el centro con un radio de 11000 millas, luego el receptor se encuentra a 12000 millas de otro satélite. La segunda esfera debería intersecarse con la primera y crear un círculo común. Si se adiciona un tercer satélite a una distancia de 13000 millas, se tiene ahora dos puntos comunes donde se intersecan las tres esferas, ver en la figura II.3.

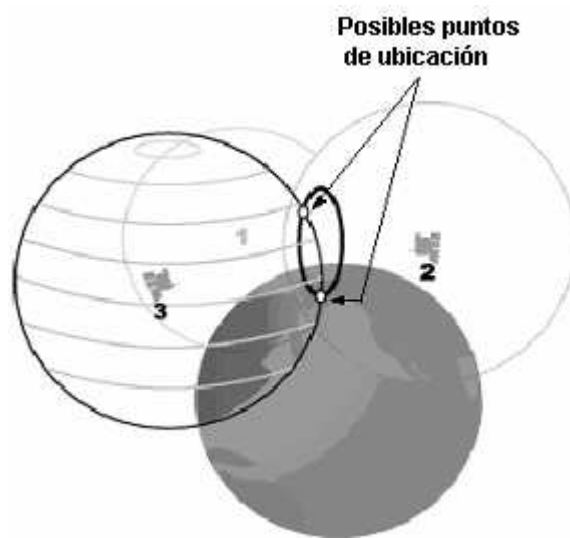


Figura II.3. Puntos de intersección.

Cuando hay dos posibles ubicaciones estas difieren en gran medida en latitud, longitud y altitud. Para determinar cuál de los dos puntos comunes es la actual posición es necesario ingresar la altitud aproximada en el receptor GPS. Esto permitiría al receptor calcular dos dimensiones en esa posición, altitud y longitud.

Sin embargo por adicionarse un cuarto satélite el receptor puede determinar tres dimensiones latitud, longitud y altitud, si tenemos un cuarto satélite a 10000 millas, obtendremos ahora cuatro esferas y un punto común.

Cuando el receptor se encuentra recogiendo los datos de navegación de cuatro o más satélites, este calcula una solución de navegación. Cada mensaje de navegación contiene datos precisos de la órbita (datos ephemeris), que son parámetros para la transmisión del satélite, de tal forma que se habilita un receptor para calcular la posición de cada satélite con el tiempo en que la señal fue transmitida.

Los datos ephemeris son normalmente válidos y pueden ser usados por navegación precisa por un periodo de cuatro horas, nuevos datos ephemeris son transmitidos por el satélite cada dos horas.

2.1.4.1. Selección del satélite

Una típica secuencia de rastreo comienza cuando el receptor determina cuales satélites se encuentran visibles para rastrearlos. Al encontrar el receptor al satélite visible, este apunta hacia él para rastrearlo y empieza el proceso de adquisición de datos. Si el receptor no tiene los datos almacenados entra en una operación “search to sky” que sistemáticamente busca los códigos de algún satélite a la vista. Una vez que un satélite ha sido rastreado exitosamente el receptor puede demodular los datos del mensaje de navegación y adquirir la información almacenada, así como el estado de funcionamiento de todos los demás satélites de la constelación.

2.1.5. Tipos de receptor GPS

2.1.5.1. Continuos

Un receptor de rastreo continuo tiene cinco o más canales de hardware para rastrear cuatro satélites simultáneamente más otro canal para adquirir señal de nuevos satélites, debido a su gran complejidad estos receptores son bastante costosos pero ofrecen un gran funcionamiento y versatilidad. El receptor multicanal utiliza el quinto canal para leer el NAV mensajes de navegación de un satélite próximo para ser usado cuando el receptor cambia la selección de satélite. Este tipo de receptores es el mejor para características de mucho movimiento como vehículos, aeronaves y vehículos que requieran bajo tiempo para entrar en fix denominado 5 “time to first fix”.

2.1.5.2. Secuenciales de dos canales

Estos receptores han sido desarrollados para vehículos de mediano movimiento como helicópteros, durante el encendido inicial cada canal opera como receptor secuencial de un canal. Después de que los cuatro pseudo rangos han sido adquiridos, un canal es dedicado a navegación mientras que el otro canal lee las señales de navegación de cada satélite.

2.1.5.3. Múltiples mux

Los receptores múltiples conmutan a una gran velocidad entre los satélites que están rastreados, continuamente recoge muestras de datos para mantener de dos a ocho señales procesando algoritmos en un software. Adicionalmente continuos mensajes de navegación de todos los satélites son leídos a gran velocidad.

La técnica mux es comúnmente encontrada en receptores comerciales donde se requiere un bajo costo de hardware, siendo este dispositivo uno de los más baratos.

2.1.5.4. “Todos en vista”

Tradicionalmente un receptor GPS escoge de cuatro satélites al que tenga mejor geometría, funcionamiento y posición para fix. Sin embargo en situaciones en que uno o varios satélites se encuentren obstaculizados de la antena, el receptor tendrá que adquirir la señal de un satélite adicional para generar una solución, lo que ocasiona una demora hasta tomar otro satélite. Una opción a esto es tener un receptor que use todos los satélites en vista para encontrar una solución a la ecuación. Utilizado en aplicaciones donde se necesite una buena exactitud de los receptores.

2.1.6. Inicio del receptor GPS

Tres diferentes variaciones para iniciar en fix y cualquiera de ellas puede ser definida o requeridas para un receptor en particular. En cálido o inicio normal se basa en el supuesto de que el receptor estuvo funcionando en las últimas cuatro a seis horas y que tiene su posición así como datos almacenados de algún satélite. El tiempo para el primer fix en inicio en cálido esta en el rango de 2.5 a 5.5 minutos.

El inicio en frío tiene un inconveniente en la adquisición de información, este es un típico receptor salido de fabrica, o salido de reparación o mantenimiento. La fecha y hora no estará mantenida en el receptor si su batería fue extraída, si el reloj del receptor y memoria permanecen activos, la ultima ubicación conocida debe estar en la fábrica o bodega a una distancia considerable de la localización actual y los datos almacenados pueden ser de

semanas atrás, el receptor sistemáticamente tiene que realizar una búsqueda en el cielo denominado “search to sky” para encontrar un satélite y tomar datos de tiempo e información almacenada. Un inicio frío puede tardar al menos 12.5 minutos para tomar fix y sobre esta base el inicio en caliente.

Un inicio caliente ocurre cuando el receptor está funcionando en característica stand by para mantener oscilando tiempo, posición y datos ephemeris y almacenados. El tiempo para adquirir fix en este modo es de aproximadamente 10 segundos en periodos stand by de varias horas.

2.1.7. Integración con telefonía móvil

Algunos teléfonos móviles pueden vincularse a un receptor GPS diseñado a tal efecto. Suelen ser módulos independientes del teléfono que se comunican inalámbricamente vía Bluetooth y que le proporcionan los datos de posicionamiento, que son interpretados por un programa de navegación. Esta aplicación del GPS está particularmente extendida en los teléfonos móviles que operan con el sistema operativo Symbian, y PDAs con el sistema operativo Windows Mobile, aunque Nokia lanzó el N95 con un módulo GPS integrado.

2.1.8. Aplicaciones

Dado su carácter gratuito y su presencia mundial, el sistema GPS se encuentra explotado en las siguientes aplicaciones entre las más importantes:

- Navegación terrestre, marítima y aérea. Muchos autos de última generación lo incorporan en la actualidad, siendo de especial utilidad para encontrar direcciones o indicar la situación a la grúa.

- Topografía y geodesia. Localización agrícola (agricultura de precisión).
- Salvamento y operaciones de rescate.
- Deporte, acampada y ocio.
- Para enfermos y discapacitados.
- Aplicaciones científicas en trabajos de campo.
- Se lo utiliza para el rastreo y recuperación de vehículos.
- Navegación Deportiva.
- Deportes aéreos: parapente, alas delta, planeadores, etc.

2.2. SISTEMA GSM

2.2.1. Introducción

Conocido como Sistema Global para Comunicaciones Móviles, GSM (por sus siglas en inglés, Global System for Mobile communications) es la tecnología digital inalámbrica de segunda generación (2G) más ampliamente utilizada en el mundo, disponible en más de 210 países; según su promotor GSM Association, cuenta con cerca de 2.5 billones de usuarios que representan más del 82% del total de clientes inalámbricos por lo que actualmente es la referencia mundial para redes de radio móviles. Esa condición permite que el roaming internacional sea muy común entre las operadoras de telefonía móvil, permitiendo a los suscriptores el uso de sus teléfonos en muchas partes del mundo.

GSM difiere de los sistemas de primera generación (1G) en que usa tecnología digital, tanto en canales de señalización como de voz y métodos de transmisión de acceso múltiple por división de tiempo.

Las ventajas claras de los sistemas GSM brindan a sus clientes son las de tener una mejor calidad de voz y alternativas a llamadas de bajo costo, como el Servicio de Mensajes Cortos, SMS (por sus siglas en inglés, Short Message Service) también conocidos como mensajes de texto. La ventaja para los operadores de red es la facilidad de usar el equipo de cualquier vendedor que implemente el estándar. Como otros estándares de celulares, GSM permite a los operadores de red ofrecer el servicio de roaming, así sus suscriptores pueden usar sus teléfonos en redes GSM en todo el mundo.

2.2.2. Sistema global para comunicaciones móviles GSM

GSM (GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION) es una tecnología digital inalámbrica de segunda generación que presta servicios de voz de alta calidad, así como servicios de datos conmutados por circuitos en una amplia gama de bandas de espectro. Es un sistema de comunicación basado en el uso de células digitales que se desarrolla para crear un sistema para móviles único que sirva de estándar para todo el mundo y compatible con los servicios existentes y futuros sobre una red digital de servicios integrados.

2.2.2.1. Arquitectura de una red GSM

Una red GSM está compuesta de varias etapas con funciones específicas. La figura II.4. Presenta los componentes fundamentales de una red GSM.

2.2.2.1.1. Estación Móvil MS

MS (Mobile Station).- Es el punto de entrada a la red inalámbrica, consta de dos elementos básicos que se deben conocer.

Mobile Equipment ME.- Es el equipo físico utilizado por el usuario GSM para acceder a los servicios proporcionados por la red.

Subscriber Identity Module SIM.- Se encuentra asociado con el abonado, se trata de un chip que el usuario debe introducir en el terminal GSM.

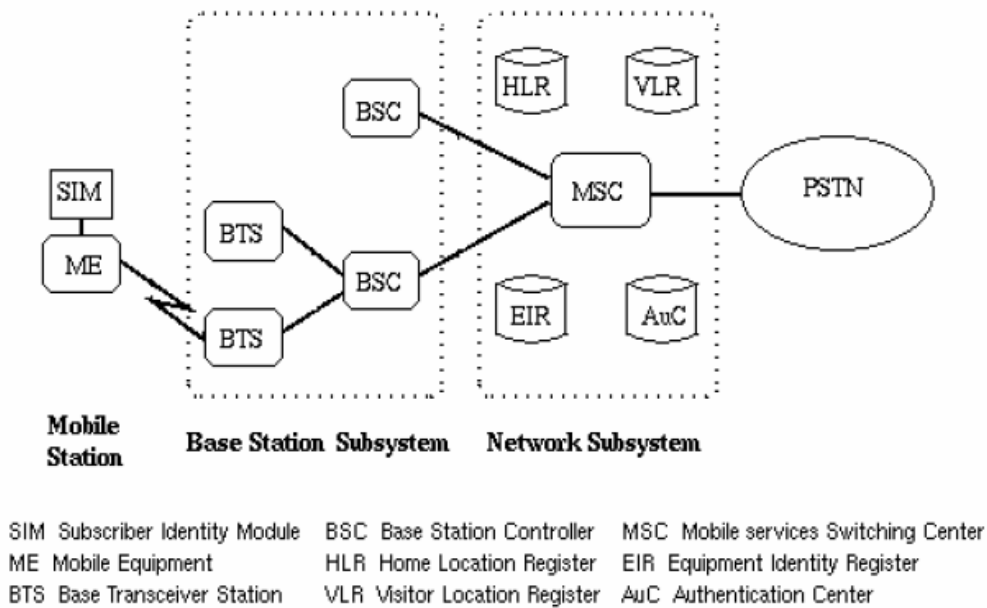


Figura II.4. Arquitectura de una red GSM.

2.2.2.1.2. Estación Base BSS

BSS (Base Station Subsystem).- Sirve para conectar a las estaciones móviles con el subsistema de comunicación y red NSS, además de ser los encargados de la transmisión y recepción, constan de los siguientes elementos:

Base Transceiver Station BTS.- Dispone de transceivers y antenas usadas en cada celda de la red y que suelen estar situadas en el centro, generalmente su potencia de transmisión determinan el tamaño de la célula.

Base Station Controller BSC.- Se utilizan como controladores de los BTS y tienen como funciones principales las de estar al cargo de los handovers, los frequency hopping y los controles de las frecuencias de radio de los BTS.

2.2.2.1.3. Subsistema de Conmutación y Red NSS.

NSS (Network and Switching Subsystem). Se encarga de administrar las comunicaciones que se realizan entre los diferentes usuarios de la red, para poder hacer este trabajo la NSS se divide en diferentes sistemas, cada uno con una misión dentro de la red.

Mobile Services Switching Center MSC. - El MSC es el componente central del NSS y se encarga de realizar las labores de conmutación dentro de la red, así como de proporcionar conexión con otras redes.

Home Location Register HLR.- El HLR es una base de datos que contiene información sobre los usuarios conectados a un determinado MSC, entre la información que almacena el HLR tenemos fundamentalmente la localización del usuario y los servicios a los que tiene acceso.

Visitor Location Register VLR.- Contiene toda la información sobre un usuario, necesaria para acceder a los servicios de red. Forma parte del HLR con quien comparte funcionalidad.

Authentication Center AuC.- Proporciona los parámetros necesarios para la autenticación de usuarios dentro de la red, también se encarga de soportar funciones de encriptación.

Equipment Identity Register EIR.- Se utiliza para proporcionar seguridad en las redes GSM pero a nivel de equipos válidos. La EIR contiene una base de datos con todos los terminales que son válidos para ser usados en la red. Esta base de datos contiene los International Mobile Equipment Identity o IMEI de cada terminal, de manera que si un determinado móvil trata de hacer uso de la red y su IMEI no se encuentra localizado en la base de datos del EIR no puede hacer uso de la red.

2.2.3. Bandas de frecuencia

Los operadores GSM trabajan en cuatro rangos de frecuencia diferentes, La mayoría de las redes GSM operan en las bandas de 900 y 1800 MHz, aunque muchos países en América (como Ecuador) se usa las bandas de 850 MHz y 1900 MHz ya que las bandas de 900 y 1800 MHz se encuentran ya ocupadas.

2.2.3.1. GSM 900 y GSM 1800

GSM 900 y GSM 1800 son usadas en la mayoría de países del mundo: Europa, Medio Oriente, África, gran parte de Asia y algunos países de América (Brasil, Guatemala, El Salvador). GSM 900 usa las frecuencias entre 890 – 915 MHz para el enlace de uplink y 935 – 960 MHz para el de downlink, resultando en 124 canales de radiofrecuencia (numerados del 1 al 124), espaciados 200 kHz. Así los canales duplex se encuentran

separados 45 MHz. En Algunos países GSM 900 ha sido extendida para cubrir un mayor rango de frecuencias, esta banda se conoce como *extended GSM* (EGSM).

La cual usa el rango entre 880 – 915 MHz para uplink, y 925 – 960 MHz para downlink, agregando 50 canales (del 975 al 1023 y el 0) a los originales de la banda de GSM 900.

Las especificaciones de GSM además describen lo que se conoce como railways GSM, el cual provee canales adicionales y servicios especializados usados por el personal ferroviario. GSMR usa los rangos de frecuencia de 876 – 915 MHz para uplink y 921 – 960 Mhz para downlink agregando los canales 955 a 1023.

GSM 1800 usa las frecuencias entre 1710 – 1785 MHz para uplink y 1805 – 1880 para downlink, proveyendo 374 canales (numerados del 512 al 885), de tal manera que hay 95 MHz entre canales duplex. Esta banda se conoce también como DCS en Hong Kong y Reino Unido.

En la Figura II.5. Se muestra el cuadro con las frecuencias y canales de las bandas GSM 900 y GSM 1800 en el enlace de downlink, así como las fórmulas para calcular la frecuencia central de la estación base.

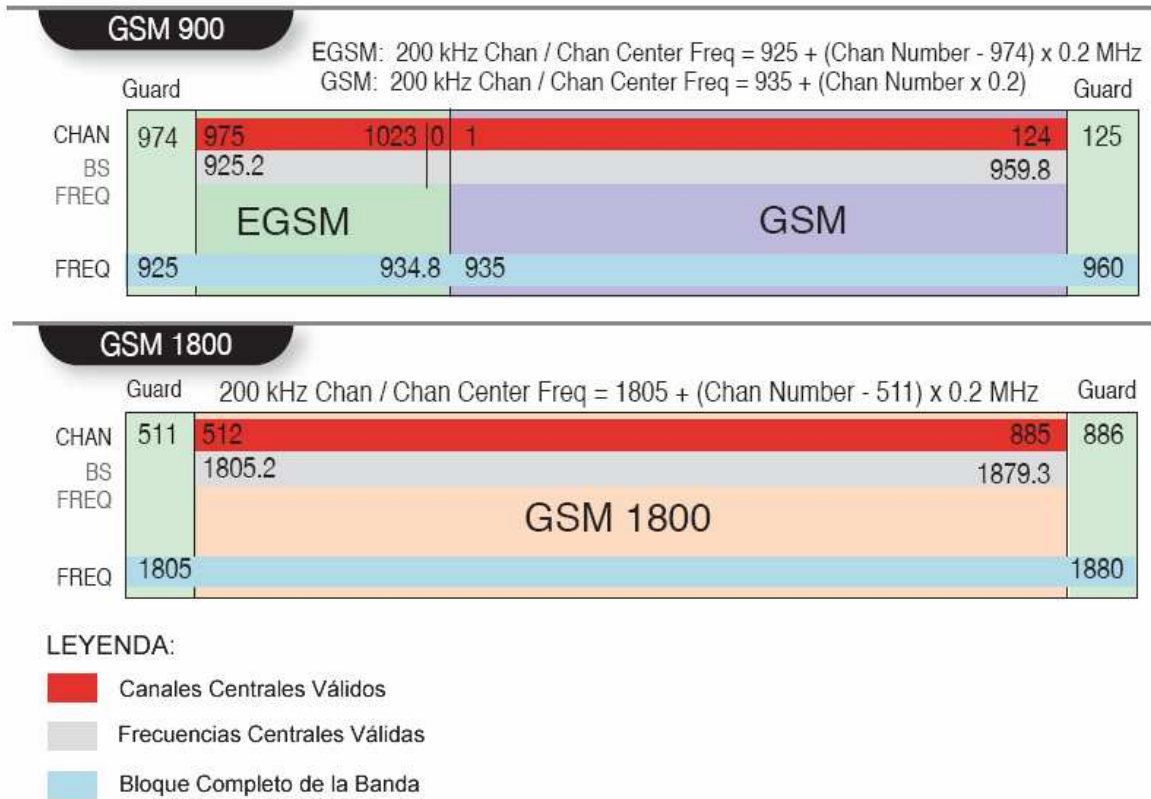


Figura II.5. Canales y bandas de frecuencia de GSM 900 y GSM 1800

2.2.3.2. GSM 850

GSM 850 es usada en Estados Unidos, Canadá y en algunos países en América (en Ecuador es usada por Conecel S.A. y OTECEL S.A.18). A veces también llamada GSM 800 debido a que este rango de frecuencias se conocía como “Banda 800 MHz” cuando fue por primera vez asignada para AMPS usada en Estados Unidos en 1983. Usa las frecuencias entre 824- 849 MHz para uplink, y entre 869 – 894 MHz en downlink, por lo tanto la separación entre canales duplex es de 45 MHz. Los canales están numerados de 128 a 251.

La Figura II.6. Muestra el cuadro con las frecuencias y canales de GSM 850 en el enlace de downlink así como las fórmulas para calcular la frecuencia central de la estación base.

GSM 850														
Guard		200 kHz Chan / Center Freq = 869 + (Chan Number - 127) x 0.2 MHz										Guard		
CHAN	127	128	132	133		182	183		232	233	239	240	251	252
BS FREQ		869.2	870	870.2		880	880.2		890	890.2	891.4	891.6	893.8	
FREQ		A''		A			B			A'		B'		
FREQ	869	870.1			880.1			890.1			891.5		894	

Figura II.6. Canales y bandas de frecuencia de GSM 850

2.2.3.3. GSM 1900

Al igual que GSM 850, GSM 1900 es usada en Estados Unidos, Canadá y en muchos países de América (en Ecuador es usada por TELECSA S.A.20). Usa la banda de frecuencia entre 1850 – 1910 MHz para el enlace de uplink, y la de 1930 – 1990 MHz para el enlace de downlink, así la separación entre canales duplex es de 80 MHz. Los canales son de 200 kHz numerados del 512 al 810. PCS son las iniciales de Personal Communications Service, y representa simplemente el nombre original de la banda de 1900 MHz en Norteamérica.

La Figura II.7. Muestra el cuadro con las frecuencias y canales de GSM 1900 en el enlace de downlink así como las fórmulas para calcular la frecuencia central de la estación base.

GSM 1900														
Guard		200 kHz Chan / Center Freq = 1930 + (Chan Number - 511) x 0.2 MHz										Guard		
CHAN	511	512	585	587	610	612	685	687	710	712	735	737	810	811
BS FREQ		1930.2	1944.8	1945.2	1949.8	1950.2	1964.8	1965.2	1969.8	1970.2	1974.8	1975.2	1989.8	
FREQ		A		D		B		E		F		C		
FREQ	1930	1945			1950		1965		1970		1975		1990	

Figura II.7. Canales y bandas de frecuencia de GSM 1900

2.2.4. Seguridad en GSM

GSM fue diseñado con un nivel de seguridad moderado, en el cual se autentica al suscriptor usando una llave pre-compartida y desafío-respuesta, además las comunicaciones entre el suscriptor y la estación base pueden ser cifradas. El desarrollo de UMTS introduce un USIM (por sus siglas en inglés, Universal Subscriber Identity Module, Módulo Universal de Identidad del Suscriptor), el cual usa una llave de autenticación más larga para dar mayor seguridad, así como autenticación mutua entre el usuario y la red, mientras que GSM solo autentica al usuario en la red y no viceversa. Así el modelo de seguridad ofrece confidencialidad y autenticación pero posee limitadas capacidades de autorización y revocatoria de una negación. GSM utiliza algunos algoritmos criptográficos para Seguridad. Los cifrados de flujo A5/1 y A5/2 son usados para asegurar la privacidad de la voz en el 'aire'. A5/1 fue desarrollado primero y es un algoritmo más fuerte usado en Europa y en Estados Unidos; A5/2 es más débil y es usado en otros países. Una gran ventaja de seguridad de GSM sobre sistemas anteriores es que la llave criptográfica usada en el SIM nunca es enviada en la interfaz inalámbrica. Graves debilidades se han encontrado en ambos algoritmos, por lo que es posible romper A5/2 en tiempo real en un ataque de solo texto cifrado. El sistema soporta múltiples algoritmos por lo que los operadores pueden reemplazar los sistemas de cifrado con uno más fuerte.

2.2.5. Tamaño de los mensajes

Como se explica en la sección anterior el tamaño máximo de un mensaje corto es de 160 caracteres de 7 bits, 140 caracteres de 8 bits o 70 caracteres de 16 bits, donde los caracteres especiales de ciertos lenguajes deben ser codificados en UCS-2 que es de 16 bits.

Contenidos más extensos, conocidos como Long SMS, SMS concatenados o SMS segmentados o multiparte, pueden ser enviados usando múltiples mensajes, en cuyo caso cada mensaje empezará con un encabezado con los datos de usuario (UDH, User Data Header) que contiene la información de la segmentación. Dado q el UDH va dentro del payload, el número de caracteres por segmento es menor, 153 caracteres de 7 bits, 134 de 8 bits o 67 de 16 bits. El terminal receptor es el encargado de ensamblar el mensaje y presentarlo al usuario como un mensaje largo. Mientras que estándar permite teóricamente hasta 255 segmentos, un máximo de 6 a 8 segmentos de mensaje son un límite práctico, y mensajes aún más largos siguen siendo facturados como múltiples mensajes sencillos enviados.

Las filas representan los dígitos menos significativos, las columnas los dígitos más significativos, así el carácter % es representado por 0x25. Los mensajes cortos pueden ser codificados usando una variedad de alfabetos:

- GSM 7 bit, el alfabeto por defecto, ver Tabla II.1.
- GSM 8 bit.
- UTF-16/UCS-2 de 16 bits.

	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
x0	@	Δ	SP	0	i	P	ı	p
x1	£	_	!	1	A	Q	a	q
x2	\$	Φ	"	2	B	R	b	r
x3	¥	Γ	#	3	C	S	c	s
x4	è	Λ	▣	4	D	T	d	t
x5	é	Ω	%	5	E	U	e	u
x6	ù	Π	&	6	F	V	f	v
x7	ì	Ψ	'	7	G	W	g	w
x8	ò	Σ	(	8	H	X	h	x
x9	Ç	Θ	)	9	I	Y	i	y
xA	LF	Ξ	*	:	J	Z	j	z
xB	Ø	1)	+	;	K	Ä	k	ä
xC	ø	Æ	,	<	L	Ö	l	ö
xD	CR	æ	-	=	M	Ñ	m	ñ
xE	Á	ß	.	>	N	Ü	n	ü
xF	á	É	/	?	O	Ş	o	à

Tabla II.I. Alfabeto GSM de 7 bits descrito en 3GPP TS 23.038.

2.3. COMANDOS AT

Muchos equipos móviles y receptores satelitales soportan el envío y la recepción de SMS usando una versión extendida del set de comandos Hayes (mejor conocidos comandos AT). La conexión entre el equipo terminal y el transceiver (que puede ser un computador) puede ser usado un cable serial, Bluetooth, Infrarrojos, etc. Los comandos AT más comunes para este tipo de aplicaciones incluyen: AT+CMGS (envío de mensajes), AT+CMSS (enviar mensajes desde la memoria), AT+CMGL (enlistar los mensajes) y AT+CMGR (leer mensaje).

2.3.1. Tipos de comandos AT

Existen varios tipos de comandos AT, como también específicos para los teléfonos Nokia, un resumen de los comandos para GSM en teléfonos Nokia:

Comandos generales

- AT+CGMI: Identificación del fabricante
- AT+CGSN: Obtener número de serie
- AT+CIMI: Obtener el IMSI.
- AT+CPAS: Leer estado del modem

Comandos del servicio de red

- a) AT+CSQ: Obtener calidad de la señal
- b) AT+COPS: Selección de un operador
- c) AT+CREG: Registrarse en una red
- d) AT+WOPN: Leer nombre del operador

Comandos de seguridad

- a) AT+CPIN: Introducir el PIN
- b) AT+CPINC: Obtener el número de reintentos que quedan
- c) AT+CPWD: Cambiar password

Comandos para la agenda de teléfonos

- a) AT+CPBR: Leer todas las entradas
- b) AT+CPBF: Encontrar una entrada
- c) AT+CPBW: Almacenar una entrada

Comandos para SMS

a) AT+CPMS: Seleccionar lugar de almacenamiento de los SMS

b) AT+CMGF: Seleccionar formato de los mensajes SMS

Modo = 0 indica formato de mensajes en modo PDU

Modo = 1 indica formato de mensajes en modo TEXTO

c) AT+CMGR: Leer un mensaje SMS almacenado

d) AT+CMGL: Listar los mensajes almacenados

e) AT+CMGS: Enviar mensaje SMS

f) AT+CMGW: Almacenar mensaje en memoria

g) AT+CMSS: Enviar mensaje almacenado

h) AT+CSCA: Establecer el Centro de mensajes a usar

i) AT+WMSC: Modificar el estado de un mensaje

2.4. GLCD GRAPHIC LCD

El módulo LCD de matriz de puntos (128x64), tiene tecnología CMOS y controlador KS108. Armado en tablero de circuito impreso, con marco de soporte de metal y alumbrado de fondo por LEDs. Cada pixel puede ser manejado individualmente.

2.4.1. Tipos de pantallas LCD

Hay tres tipos de pantallas LCD: de segmentos (o alfanumérico), de matriz de puntos (o carácter) y gráfico.

LCD de segmentos o alfanumérico.- Esta pantalla puede mostrar números arábigos representados por 7 segmentos, o números arábigos y letras romanas representados por 14 segmentos. Los símbolos, tales como el signo menos (-) y el signo más (+), las unidades de medida y algunos iconos particulares también se pueden mostrar. Ver Figura II.8.

Se limita a mostrar números, letras romanas y símbolos fijos. Si se necesita mostrar algo más, se debe emplear una pantalla de matriz de puntos o una pantalla para gráficos.



Figura II.8. LCD de segmentos.

LCD de matriz de puntos.- La pantalla LCD de matriz de puntos se emplea para mostrar una o varias líneas de caracteres. La pantalla más común muestra entre 1 y 4 líneas de 16 a 40 caracteres. Cada carácter se representa por una matriz de 5x7 puntos y un cursor (actualmente una matriz de 5x8 puntos ya incluye el cursor). Cada matriz individual se maneja independientemente y puede formar números, letras romanas, caracteres de otros idiomas, y una cantidad limitada de símbolos.

Esta pantalla se emplea cuando la necesidad es mostrar más caracteres que los existentes en el idioma Inglés. Es relativamente fácil de controlar y tiene un costo menor que los modelos para gráficos. Ver Figura II.9.



Figura II.9. LCD de matriz de puntos

LCD para gráficos.- La pantalla GLCD proporciona mucha flexibilidad. Está compuesta de pixeles dispuestos en filas y columnas. Cada pixel puede manejarse individualmente y permite mostrar texto, gráficos o una combinación de ambos.

Se emplea en aquellos casos en los que es necesario tener un control total del área de la pantalla. Sin embargo, la flexibilidad implica una mayor dificultad en el diseño del circuito de control. Afortunadamente existen controladores especiales para este propósito (el circuito integrado T6963C de Toshiba también el KS108 es uno de los más utilizados actualmente). Ver figura II.10.



Figura II.10. LCD para gráficos

2.4.2. Precauciones

Precauciones de manipulación

- Este dispositivo es susceptible a los daños por descarga electrostática (ESD). Se deben tener en cuenta los cuidados contra la electricidad estática.

Precauciones de la fuente de alimentación

- Tomar siempre en cuenta los valores máximos permitidos.
- Evitar la aplicación de voltaje con polaridad invertida en los pines VDD y VSS, aunque sea por un tiempo muy breve.
- Usar una fuente bien regulada y libre de transitorios.
- Evitar las señales en el bus de datos mientras el módulo está apagado.
- No colocar un capacitor entre V_o (contraste) y el pin de referencia VSS. VDD tiene que ser siempre mayor que V_o (en el instante de apagado el voltaje almacenado en el capacitor puede hacer que V_o sea mayor que VDD, lo cual puede dañar el módulo).

Precauciones de operación

- No conectar o desconectar el módulo cuando el sistema está alimentado.
- Minimizar la longitud de cable entre el módulo y el microcontrolador (máximo 30 cm).
- Para modelos con luz de fondo EL o CCFL, no deshabilitar la luz de fondo interrumpiendo la línea de alto voltaje. Los inversores sin carga pueden generar muy altos voltajes que pueden producir arcos eléctricos nocivos.

- El módulo debe trabajar dentro de los límites de temperatura especificados por el fabricante.

Precauciones ambiental y mecánica

- Uno de los mayores motivos de dificultades es un proceso inapropiado de soldadura. No se recomienda el uso de pastas o cremas limpiadoras ya que pueden deslizarse en el interior del módulo y producir fallas.
- El módulo instalado debe estar libre de esfuerzos mecánicos.
- La superficie del módulo LCD no se debe tocar ni rayar. La superficie frontal es un polarizador plástico muy fácil de rayar. Limpiar la pantalla solo cuando sea necesario con un algodón humedecido en agua o en un líquido apropiado para la limpieza de pantallas LCD.
- Siempre se deben tener en cuenta los procedimientos anti estática cuando se manipule el módulo.
- Evitar el ingreso de humedad al módulo y tener en cuenta los límites de temperatura de operación y almacenamiento.
- No exponerlo a la luz del sol de forma directa.

2.4.3. Fuente de alimentación

Las cuatro figuras indican la forma de conectar la fuente de alimentación al módulo, dependiendo de las características particulares de éste. En la mayoría de los casos el GLCD ya incorpora el generador de voltaje negativo VEE, pero no trae el circuito de compensación de temperatura, así que se debe tomar como referencia la figura (b). VR es un potenciómetro de 10k Ω que se emplea para ajustar el contraste. Ver figura II.11.

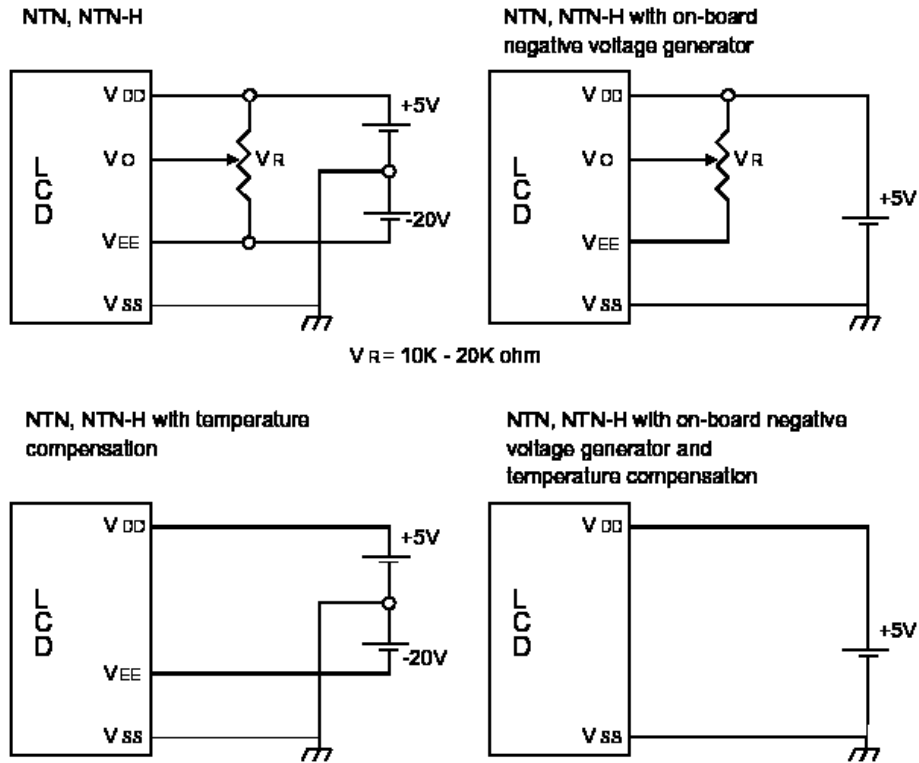


Figura II.11. Formas de conectar la fuente de alimentación.

2.4.4. Diagrama de bloques

En la Figura II.12. Podemos observar el diagrama de bloques del GLCD.

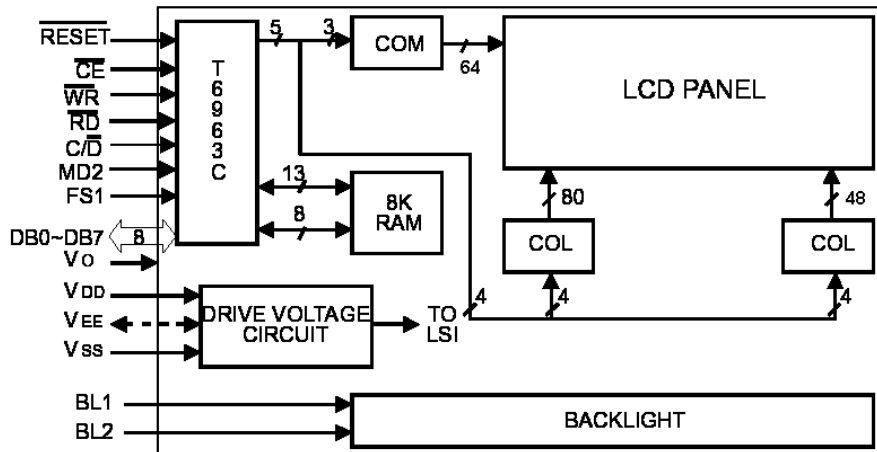


Figura II.12. Diagrama de bloques del GLCD

AD, relojes de tiempo real, EEPROM serie, etc. Las características generales de este compilador y más información adicional se pueden encontrar en la dirección.

Un compilador convierte el lenguaje de alto nivel a instrucciones en código máquina; un cross-compiler es un compilador que funciona en un procesador (normalmente en un PC) diferente a procesador objeto.

El compilador CCS C es un cross-compiler. Los programas son editados y compilados a instrucciones máquina en el entorno de trabajo del PC, el código máquina puede ser cargado del PC al sistema PIC mediante el ICD2 (o mediante cualquier programador) y puede ser depurado (puntos de ruptura, paso a paso, etc.) desde el entorno de trabajo del PC.

El CCS C es C estándar y, además de las directivas estándar (`#include`, etc.), suministra unas directivas específicas para PIC (`#include`, etc.); además incluye funciones específicas (`bit_set()`, etc.).

Se suministra con un editor que permita controlar la sintaxis del programa.

2.5.1. Estructura de un programa

Para escribir un programa en C con el CCS C se deben tener en cuenta una serie de elementos básicos de su estructura (Figura II.14).

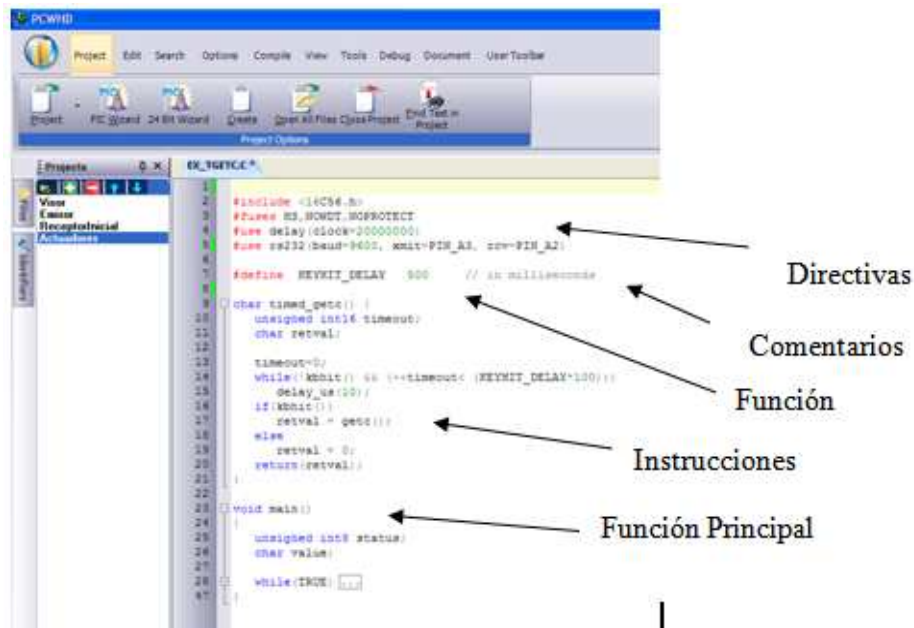


Figura II.14. Estructura de un programa modelo

2.6. MICROCONTROLADORES

Con la aparición de los microprocesadores, se varió el esquema de diseño de tal forma que un problema era descompuesto en una serie de tareas más simples, el microprocesador ejecutaba una serie de pasos o instrucciones para llevar a efecto cada una de las tareas, en ocasiones no era necesario volver a armar un circuito para solucionar otro problema sino que se cambiaba las instrucciones (programa) para obtener otra aplicación.

El microprocesador es como el cerebro que ejecuta operaciones de índole aritméticas y lógicas por tanto no manejaba líneas externas (periféricos) más aún tampoco tenía un lugar donde almacenar el programa y los datos que necesitaba el programa para encontrar la respuesta al problema. El microprocesador buscaba una instrucción y la ejecutaba.

Los microcontroladores se especializan en aplicaciones industriales para resolver problemas planteados específicos por ejemplo: los encontramos en los teclados o mouse de

las computadoras, son el cerebro de electrodomésticos, también los encontramos en la industria automotriz, en el procesamiento de imagen y video.

Cabe señalar que los el aumento progresivo de la escala de integración y las técnicas de fabricación hacen que cada vez aparezcan microcontroladores más poderosos y rápidos.

2.6.1. Microcontrolador pic18f4550

El PIC 18F4550, pertenece a los microcontroladores PIC18 de gama alta. Posee una arquitectura RISC (reduced instruction set computer) de 16 bits longitud de instrucciones y 8 bits de datos.

Partiendo sobre todo que es un micro ampliamente utilizado como un microcontrolador “estándar” debido a sus innumerables características y potencia tiene incluido una memoria Flash USB y control de flujo de datos. Soporta USB low speed (1.5Mb/s) y full speed (12Mb/s) y USB V2.0, el cual es un atractivo complemento el poder incorporar por sí mismo una interfaz USB.

2.6.1.1. Características Principales

Memoria Flash:	32Kbytes
Máximo número de instrucciones simples:	16384
Memoria SRAM:	2048 bytes
Memoria EEPROM:	256 bytes
Entradas / Salidas:	35
Número de entradas A/D:	13

Número de CCP:	1
Número de ECCP:	1
Soporta SPP:	Si
Soporta SPI:	Si
Soporta master I2C:	Si
Número de EAUSART:	1
Número de comparadores:	2
Número de temporizadores de 8 bits:	1
Número de temporizadores de 16 bits:	3
Universal Serial Bus (USB) module:	Si

- Entre sus principales características destaca sobre todo su gran diversidad, con lo que se puede implementar muchas aplicaciones con tan sólo tener una buena distribución de sus entradas y salidas como se puede ver en la Figura II.15.

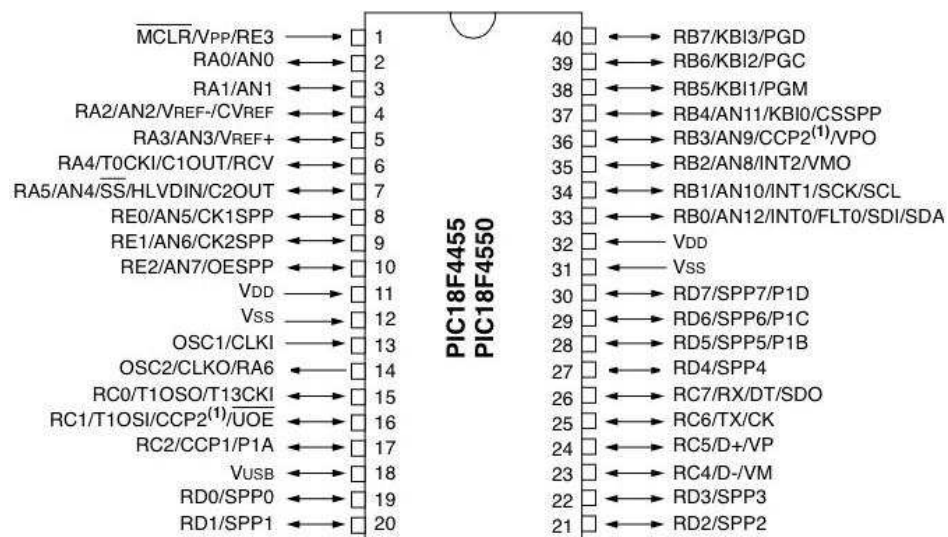


Figura II.15. Diagrama de pines PIC18F4550

- La distribución de los registros del PIC18F4550 se puede visualizar en la Figura II.16. Así como la longitud de cada registro y su correspondiente enlace de cada registro.
- El bus de cada registro de los pines de entrada y salida está conectado al bus de datos y así distribuido a los diferentes registros.

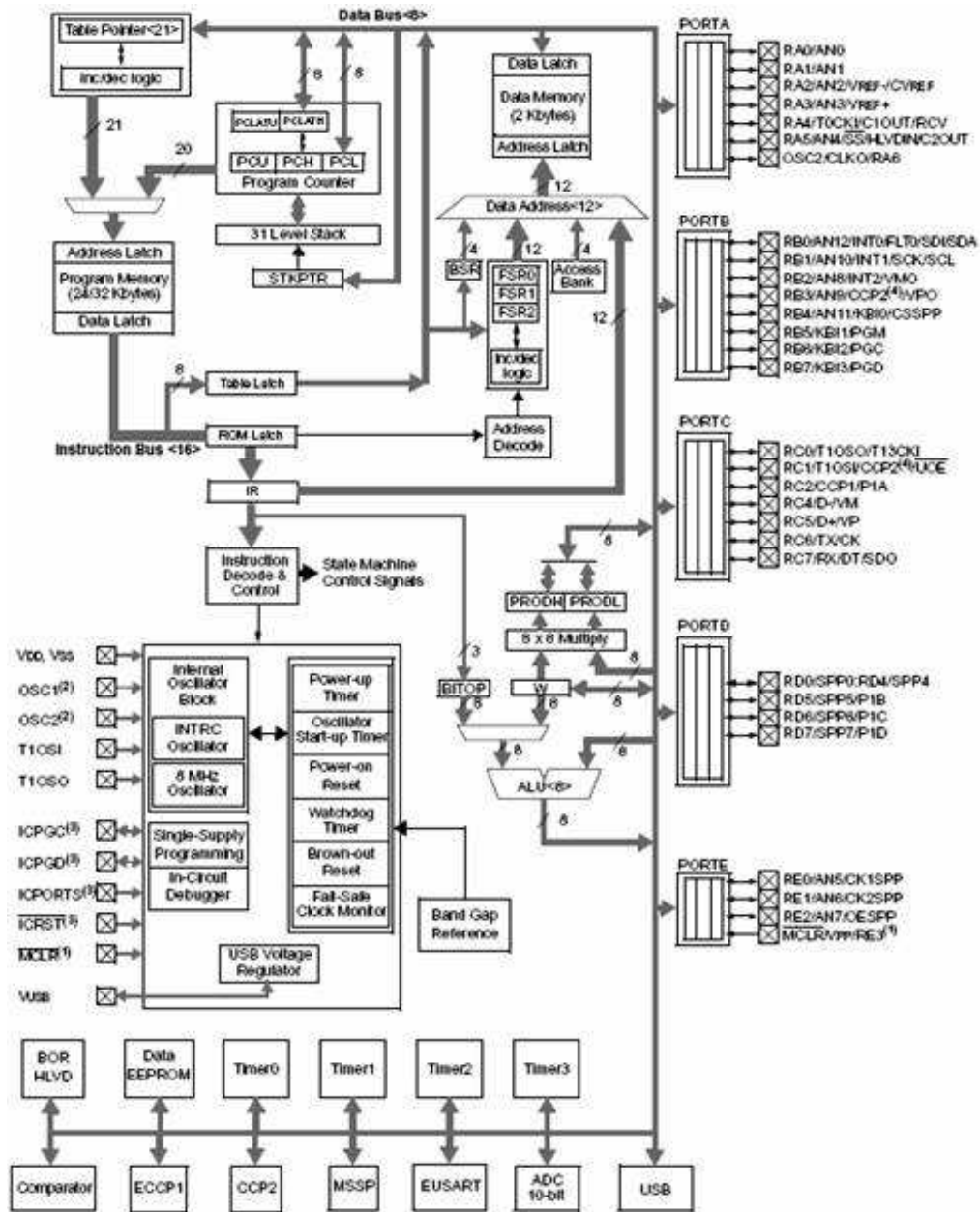


Figura II.16. Diagrama de bloques PIC18F4550

Microchip distribuye de forma general dos tipos de micros dependiendo del voltaje de alimentación:

Clase F: Voltaje típico (4.2 V a 5.5V)

Clase LF: Bajo voltaje (2.0 V a 5.5V)

Estos son exactamente iguales sólo que los micros de clase LF pueden ser usados con la nueva alimentación de 3.3V que actualmente y poco a poco se está imponiendo a los típicos 5V.

2.6.1.2. Interrupción

Las interrupciones son tareas programadas que el micro realiza cuando el flanco de interrupción se activa, con lo que el micro deja el programa principal y accede a una parte reservada de la memoria que se llama rutina de interrupción, donde una vez acabada la rutina de interrupción, se baja el flanco de interrupción que lo ha provocado y el micro continúa el programa principal donde lo había dejado antes de ir a la rutina de interrupción. Una manera fácil de entenderlo se muestra un diagrama de bloques en la Figura II.17.

Las interrupciones en el micro pueden darse de varios tipos:

- Interrupciones externas.
- Interrupciones por desbordamiento del contador.
- Interrupciones de EUSART.
- Interrupciones USB.
- Interrupciones del CAD.

El micro puede tener varias interrupciones programadas a la vez, pero hay que tener en cuenta que una vez entra en una rutina de interrupción, el micro no puede acceder a otra interrupción hasta que la rutina de interrupción que se está ejecutando finalice. En el caso de que saltasen a la vez 2 o más interrupciones, el micro accedería aleatoriamente a una de ellas, es por ello que suele darse prioridad a las interrupciones si tenemos alguna rutina de interrupción más importantes que otras.

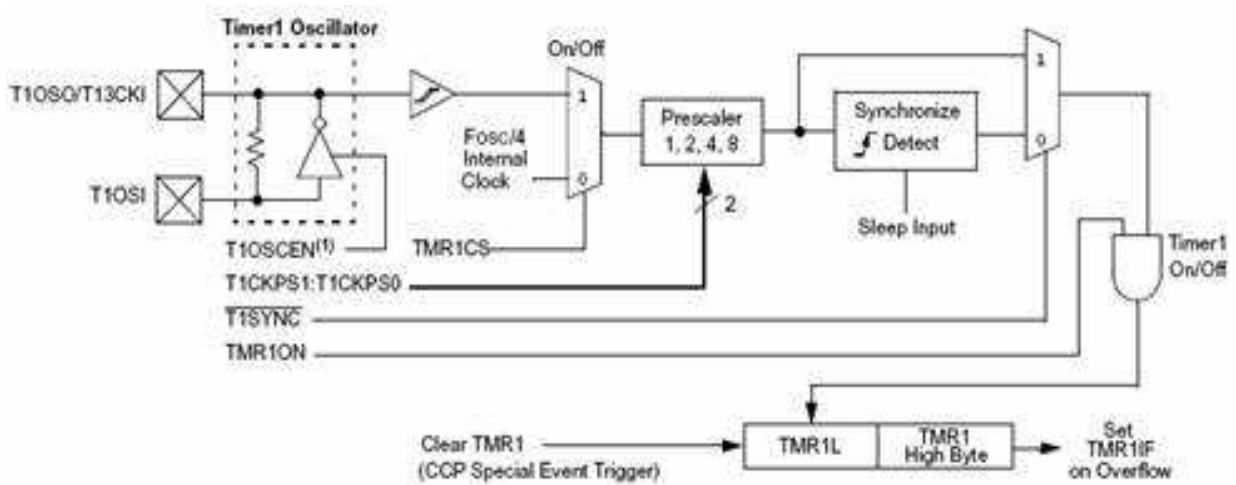


Figura II.17. Diagrama de bloques para Interrupciones

Temporizador

Los temporizadores son contadores que al activarlos empiezan una cuenta y cuando esta cuenta se acaba se activa el flanco de interrupción por el temporizador, entrando el micro en la rutina de interrupción del temporizador, esto se puede ver en la Figura II.18.

El PIC18F4550 tiene 4 temporizadores, de los cuales 1 de ellos es de 8 bits y el resto de una precisión de 16 bits.

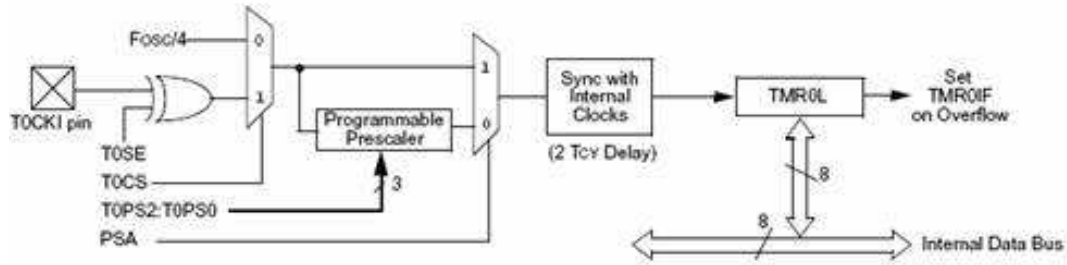


Figura II.18. Diagrama de bloques Timer0 de 8 bits

Existe la posibilidad de activar un preescaler en los temporizadores de forma que se pueda “alargar” la duración del temporizador, dependiendo del temporizador puede ser de 2,4,8 e incluso 16.

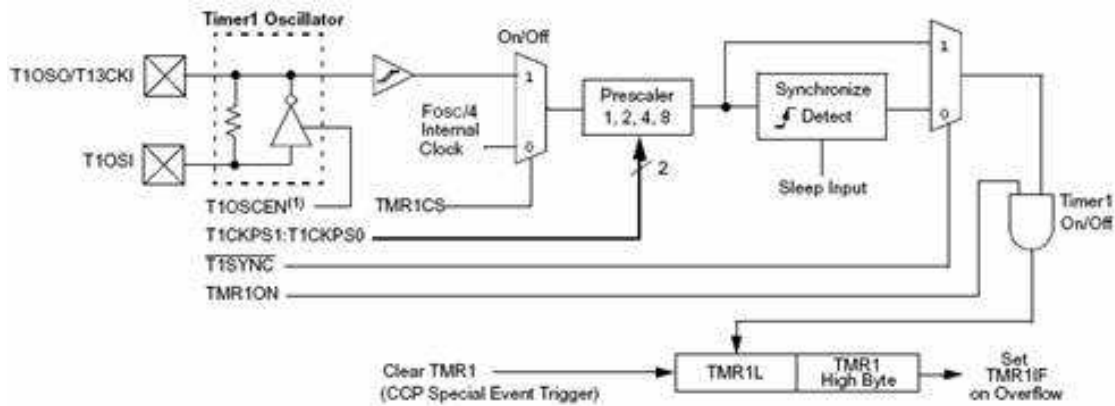


Figura II.19. Diagrama de bloques Timer1 de 16 bits

Resolución de los temporizadores:

Timer0 -> Temporizador configurable de 8 ó 16 bits.

Timer1 -> Temporizador de 16 bits.

Timer2 -> Temporizador de 8 bits.

Timer3 -> Temporizador de 16 bits.

Esto se puede ver en la Figura II.19.

El microcontrolador PIC18F4550 dispone de las siguientes memorias:

Memoria de programa: memoria flash interna de 32.768 bytes. Almacena instrucciones y constantes/datos, puede ser escrita/leída mediante un programador externo o durante la ejecución programa mediante unos punteros.

Memoria RAM de datos: Memoria SRAM interna de 2048 bytes en la que están incluidos los registros de función especial. Almacena datos de forma temporal durante la ejecución del programa. Puede ser escrita/leída en tiempo de ejecución mediante diversas instrucciones.

Memoria EEPROM de datos: Memoria no volátil de 256 bytes. Almacena datos que se deben conservar aun en ausencia de tensión de alimentación Puede ser escrita/leída en tiempo de ejecución a través de registros.

Pila: bloque de 31 palabras de 21 bits. Almacena la dirección de la instrucción que debe ser ejecutada después de una interrupción o subrutina.

Memoria de configuración: memoria en la que se incluyen los bits de configuración (12 bytes de memoria flash) y los registros de identificación (2 bytes de memoria de solo lectura). Se trata de un bloque de memoria situado a partir de la posición 30000H de memoria de programa (más allá de la zona de memoria de programa de usuario). En esta memoria de configuración se incluyen:

Bits de configuración: contenidos en 12 bytes de memoria flash permiten la configuración de algunas opciones del microcontrolador como:

- Opciones del oscilador.
- Opciones de reset.
- Opciones del watchdog.
- Opciones de la circuitería de depuración y programación.
- Estos bits se configuran generalmente durante la programación del microcontrolador, aunque también pueden ser leídos y modificados durante la ejecución del programa.

Registros de identificación: se trata de dos registros situados en las direcciones 3FFFFEH y 3FFFFFFH que contienen información del modelo y revisión del dispositivo. Son registros de solo lectura y no pueden ser modificados por el usuario.

- Comunicación serie RS-232 con 18f4550

La norma RS232 es la más habitual en la comunicación serie. Básicamente comunica un equipo de datos (DTE o Data Terminal Equipment) y el equipo de comunicación de datos (DCE o Data Communications Equipment).

Las características eléctricas de la señal en esta norma establecen que la longitud máxima entre el DTE y el DCE no debe ser superior a los 15 metros y la velocidad máxima de transmisión es de 20.000 bps. Los niveles lógicos no son compatibles TTL, deben situarse dentro de los siguientes rangos: 1 lógico entre -3V y -15V y 0 lógico entre +3V y +15V. Se

utilizan conectores de 25 patillas (DB 25) o de 9 patillas (DB 9) siendo asignado el conector macho al DTE y el conector hembra al DCE.

Para la comunicación full dúplex desde el USART del PIC, se debe conectar un mínimo número de señales, TXD y RXD así como la masa (GND). Los PIC utilizan señal TTL en el módulo USART por lo que se debe utilizar conversores de nivel a RS232, como el MAX 232, esto se ve en la Figura II.20.

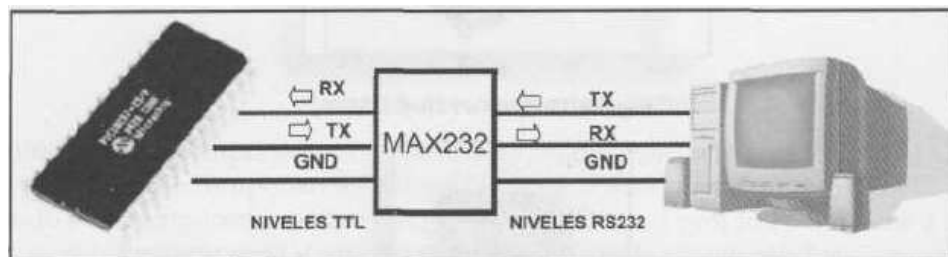


Figura II.20. Conexión básica full dúplex entre PIC y PC

2.6.2. El microcontrolador pic16f628a

El PIC 16F628 incorpora tres características importantes que son:

- Procesador tipo RISC (Procesador con un Conjunto Reducido de Instrucciones)
- Procesador segmentado.
- Arquitectura HARVARD

Con estos recursos el PIC es capaz de ejecutar instrucciones solamente en un ciclo de instrucción. Con la estructura segmentada se pueden realizar simultáneamente las dos fases en que se descompone cada instrucción, ejecución de la instrucción y búsqueda de la siguiente.

La separación de los dos tipos de memoria son los pilares de la arquitectura Harvard, esto permite acceder en forma simultánea e independiente a la memoria de datos y a la de instrucciones. El tener memorias separadas permite que cada una tenga el ancho y tamaño más adecuado. Así en el PIC 16F628 el ancho de los datos es de un byte, mientras que la de las instrucciones es de 14 bits.

2.6.2.1. Características principales

- Conjunto reducido de instrucciones (RISC). Solamente 35 instrucciones que aprender a utilizar.
- Oscilador interno de 4MHz.
- Las instrucciones se ejecutan en un sólo ciclo de máquina excepto los saltos (*goto* y *call*), que requieren 2 ciclos. Aquí hay que especificar que un ciclo de máquina se lleva 4 ciclos de reloj, si se utiliza el reloj interno de 4MHz, los ciclos de máquina se realizarán con una frecuencia de 1MHz, es decir que cada instrucción se ejecutará en 1µs (microsegundo).
- Opera con una frecuencia de reloj de hasta 20 MHz (ciclo de máquina de 200 ns).
- Memoria de programa: 2048 locaciones de 14 bits.
- Memoria de datos: Memoria RAM de 224 bytes (8 bits por registro).
- Memoria EEPROM: 128 bytes (8 bits por registro).
- Stack de 8 niveles.
- 16 Terminales de I/O que soportan corrientes de hasta 25 mA.
- 3 Temporizadores.
- Módulos de comunicación serie, comparadores, PWM.

- Otra característica de los PICs es el manejo de los bancos de registros. En línea general, los registros se clasifican como de uso general (GPR) y de uso específico o de funciones especiales (SFR).
- Los registros de uso general pueden ser usados directamente por el usuario, sin existir restricciones. Pueden servir para almacenar resultados que se reciben desde el registro W (acumulador), datos que provienen de las puertas de entradas, etc.
- Los registros de uso específicos no pueden ser usados directamente por el usuario. Estos registros controlan prácticamente todo el funcionamiento del microcontrolador, pues toda la configuración necesaria para funcionamiento del microcontrolador es hecho a través de algún tipo de SFR.
- **Pines de I/O (Entrada/Salida)**

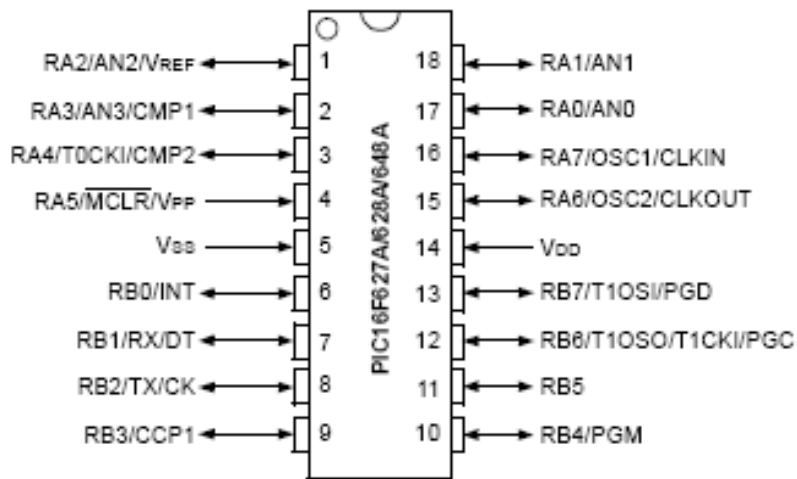


Figura II.21. Distribución de pines del PIC16F628A

Todos los pines de la Figura II.21. Se define posteriormente para tener una idea más global del funcionamiento y capacidades de este microcontrolador.

PORTA: RA0-RA7:

- Los pines RA0-RA4 y RA6–RA7 son bidireccionales y manejan señales TTL.
- El pin RA5 es una entrada Schmitt Trigger que sirve también para entrar en el modo de programación cuando se aplica una tensión igual a V_{pp} (13,4V mínimo).
- El terminal RA4 puede configurarse como reloj de entrada para el contador TMR0
- Los pines RA0-RA3 sirven de entrada para el comparador analógico.

PORTB: RB0-RB7:

- Los pines RB0-RB7 son bidireccionales y manejan señales TTL.
- Por software se pueden activar las resistencias de pull-up internas, que evitan el uso de resistencias externas en caso de que los terminales se utilicen como entrada (permite, en algunos casos, reducir el número de componentes externos).
- El pin RB0 se puede utilizar como entrada de pulsos para provocar una interrupción externa.
- Los pines RB4-RB7 están diseñados para detectar una interrupción por cambio de estado. Esta interrupción puede utilizarse para controlar un teclado matricial, por poner un ejemplo.

Otros pines:

- VDD: Pin de alimentación positiva. De 2 a 5,5 Vcc.
- VSS: Pin de alimentación negativa. Se conecta a tierra o a 0 Vcc.

- MCLR: Máster Clear (Reset). Si el nivel lógico de este terminal es bajo (0 Vcc), el microcontrolador permanece inactivo. Este Reset se controla mediante la palabra de configuración del PIC.
- OSC1/CLKIN: Entrada de oscilador externo.
- OSC2/CLKOUT: Salida del oscilador. El PIC 16F628 dependiendo de cómo se configure puede proporcionar una salida de reloj por medio de este pin.

2.6.3. El microcontrolador pic16f876A

Este microcontrolador tiene como características principales:

- CPU tipo RISC de altas prestaciones.
- Repertorio de 35 instrucciones de una palabra.
- Todas las instrucciones son de un único ciclo, excepto las de salto, que llevan dos.
- Velocidad de trabajo de 20 Mhz, con un ciclo de instrucción de 200 ns.
- Memoria de programa tipo flash de 8 Kpalabras.
- Memoria de datos de 368 bytes.
- Memoria EEPROM de datos de 256 bytes.
- Patillaje compatible con PIC16C73B/74B/76/77.
- Hasta 14 fuentes de interrupción.
- Pila por hardware de 8 niveles.
- Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo.
- Temporización de conexión y temporización de inicio de oscilación.
- Circuito supervisor (watchdog).

- Código de protección programable.
- Tecnología de alta velocidad y bajo consumo en la memoria CMOS EEPROM/FLASH.
- Programación in-situ vía serie con dos patillas.
- Posibilidad de programación in-situ, vía serie, mediante tensión simple de 5 voltios.
- Acceso para lectura o escritura a la memoria de programa.
- Gran margen de alimentación entre 2 y 5,5 voltios.
- Corriente de salida de 25 mA.
- Bajo consumo: Menor de 2 mA a 5V y 4 Mhz. 20 μ A a 3V y 32 Khz. Menor de 1A en reposo.
- Prestaciones de periféricos que posee este PIC son:
 - Timer0: Temporizador-Contador de 8 bits, con Predivisor también de 8 bits.
 - Timer1: Temporizador-Contador de 16 bits con Predivisor, que puede trabajar con reloj externo en el modo reposo (sleep).
 - Timer2: Temporizador-Contador de 8 bits con registro de período de la misma longitud, con Predivisor y Postdivisor.
- Dos módulos de Captura y Comparación y uno PWM (modulación por ancho de impulso):
 - La captura es de 16 bits, con resolución máxima de 12,5 ns.
 - La comparación es de 16 bits, con resolución máxima de 200 ns.
 - El bloque PWM tiene una resolución máxima de 10 bits.
- Convertidor multicanal analógico digital de 10 bits.
- Puerto serie síncrono (SSP), con modo Maestro (SPI) e I²C (maestro/servidor).

- Transmisor Receptor Universal Síncrono Asíncrono (USART/SCI) con detección de 9 bits y de dirección.
- Circuito de detección de BROWN-OUT (bajada de tensión).

Este microcontrolador consta de 28 pines tal y como se muestra en la Figura II.22.

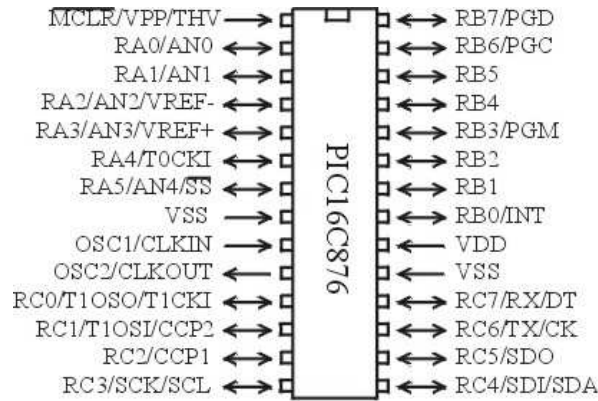


Figura II.22. Distribución de pines del PIC16F876A

2.6.3.1. Transmisor Asíncrono USART

El corazón del transmisor es el registro de desplazamiento de transmisión serie (TSR). El registro de desplazamiento obtiene su dato del buffer de transmisión de lectura-escritura, TXREG. El registro TXREG no se carga hasta que el bit de STOP, de la carga previa, ha sido transmitido. Tan pronto como el bit de STOP se transmite, el TSR se carga con el nuevo dato proveniente del registro TXREG (si está disponible). Enseguida que el registro TXREG transmite su contenido al registro TSR (sucede en un ciclo T_{CY}), el registro TXREG queda vacío, y el bit indicador TXIF (PIR1<4>) se activa. Esta interrupción puede habilitarse o inhibirse activando o borrando, respectivamente, el bit de habilitación TXIE (PIE1<4>). El bit indicador se activará, independientemente del estado del bit de habilitación TXIE, y no podrá borrarse por software. Solamente se borrará cuando un nuevo dato se cargue en el registro TXREG. Mientras el bit indicador TXIF señala el estado

del registro TXREG, otro bit, TRMT (TXSTA<1>), muestra el estado del registro TSR. El bit de estado TRMT es de lectura, y se activa cuando el registro TSR está vacío. Ninguna interrupción está unida a este bit, de manera que el usuario debe consultar este bit para determinar si el registro TSR está vacío, todo esto se puede ver en la Figura II.23.

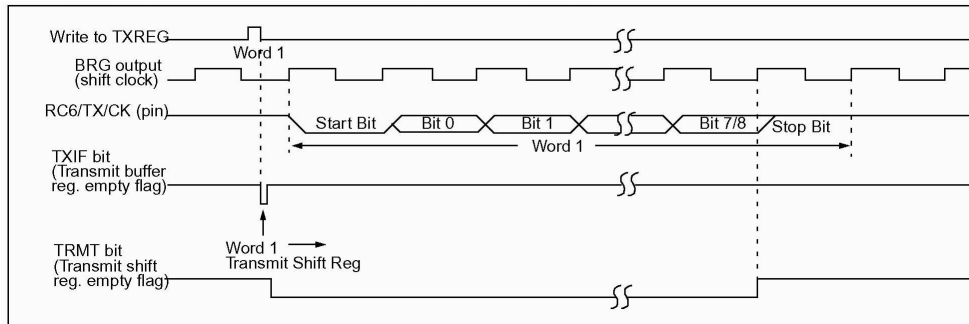


Figura II.23. Diagrama de Pulsos de comunicación Asíncrona del PIC16F876A

Los pasos a seguir para activar una transmisión Asíncrona, son:

1. Inicializar el registro SPBRG para la adecuada cadencia de bits. Si se desea un valor alto, activar el bit BRGH.
2. Habilitar el puerto serie asíncrono borrando el bit SYNC y activando el bit SPEN.
3. Si se desea interrupción, activar el bit de habilitación TXIE.
4. Si se desea una transmisión en 9 bits, activar el bit TX9.
5. Habilitar la transmisión activando el bit TXEN, que también activará el bit TXIF.
6. Si se selecciona transmisión a 9 bits, el noveno bit se cargará en TX9D.

Cargar el dato en el registro TXREG (se inicia la transmisión).

2.6.3.2. Receptor Asíncrono USART

El dato se recibe en la patilla RC7/RX/DT y se conduce hasta el bloque Data Recovery (Recuperación de dato). Este bloque es un circuito desplazador de alta velocidad que opera con una cadencia x16, considerando que el desplazador del receptor serie principal opera a F_{osc} .

Para programar Recepción Asíncrona, hay que seguir los pasos siguientes:

1. Inicializar el registro SPBRG con la apropiada cadencia. Si se desea alta velocidad, poner a 1 el bit BRGH.
2. Habilitar el puerto serie asíncrono, borrando el bit SYNC y activando el bit SPEN.
3. Si se desea interrupción, activar el bit RCIE.
4. Si se desea recepción de 9 bits, activar RX9.
5. Habilitar la recepción, activando el bit CREN.
6. El indicador RCIF se activará cuando se complete la recepción. Esto generará una interrupción, si está activado el bit RCIE.
7. Leer el registro RCSTA para obtener el valor del noveno bit (si está habilitado el modo) y determinar si ha existido error durante la recepción.
8. Leer los 8 bits del dato recibido, leyendo el registro RCREG.

Si ha ocurrido algún error, cancelar éste borrando el bit de habilitación CREN.

2.7. FAT

2.7.1. Introducción

Tabla de asignación de archivos tiene su origen al final de los 1970s y comienzo de los 1980s y fue el sistema de archivos soportado por el sistema operativo Microsoft MS-DOS.

Fue pensado como un simple sistema de archivo para utilizar en unidades de disco removibles (diskettes) de menos de 500K de tamaño. Con el paso del tiempo, se fueron introduciendo cambios en la especificación para soportar medios de almacenamiento cada vez mayores.

A pesar de su antigüedad, no han perdido vigencia, y hoy se utiliza, por ejemplo, en las tarjetas de memoria SD ver figura II.24.



Figura II.24. Tarjetas de memoria SD, con FAT.

2.7.2. Tipos de FAT

En la actualidad coexisten tres sistemas de archivos tipo FAT: FAT12, FAT16 y FAT32. Las diferencias básicas entre esos subtipos, y la razón de sus nombres, es el tamaño, en bits, de las entradas en la estructura FAT en el disco.

Es decir, hay 12 bits en una FAT12, 16 bits en una FAT16 y 32 bits en una FAT32 FAT. Las siguientes generalidades son aplicables a todos los tipos de FAT existentes.

2.7.3. Discos con FAT

Un disco con sistema de archivos FAT está dividido en cuatro zonas básicas, que se encuentran en el siguiente orden:

0 – Zona reservada.

1 – Zona de la FAT.

2 – Zona del directorio raíz (no existe en los discos con FAT32)

3 – Zona de datos de directorios y archivos.

2.7.4. Estructura de datos de la FAT

La estructura de datos que analizaremos a continuación es tan importante como la FAT en sí misma. Un directorio no es más que un archivo regular que tiene atributos especiales que indican que se trata de un directorio.

La otra característica especial de un directorio es que su contenido es una serie de "entradas de directorio" de 32 bytes (que analizaremos enseguida). En todo lo demás, es igual a un archivo. La FAT mapea la región de datos de un disco mediante el número de clúster. El primer clúster de datos es el 2.

2.7.5. Cálculos con clúster

Esta es la única manera correcta de determinar el tipo de FAT. No existen cosas como FAT12 con más de 4084 clúster, ni FAT32 con menos de 65.525 clúster. Es posible escribir en el BPB valores que arrojen esos resultados, pero esos volúmenes violarían las

especificaciones del formato, por lo que ningún sistema operativo Microsoft los interpretara correctamente.

Es una muy buena idea mantener el número de clúster de los volúmenes a los que demos formato "alejados" de las fronteras entre uno y otro tipo de FATs. Existe mucho software que está escrito de manera errónea, y yerra por 1, 2, 8, 10 o 16 al hacer el cálculo del tipo de FAT. Mantener el numero de clúster a una "distancia" mayor a 16 unidades de los limites (4.085 o 65.525) es una buena idea para que nuestro volumen sea reconocido correctamente en la mayor cantidad de sistemas.

Si al número CountOfClusters le sumamos 1, obtenemos el numero de clúster máximo que es válido. Si le sumamos 2, obtenemos el numero de total de clúster, incluidos los dos reservados.

Otro dato que podemos necesitar conocer es la posición de un clúster N dentro de la FAT. Esto es bastante simple de realizar en FAT16 y FAT32, y algo más complejo en FAT12.

Veamos:

FAT16:

$$\text{ThisFATSecNum} = \text{BPB_ResvdSecCnt} + ((N * 2) / \text{BPB_BytsPerSec})$$

$$\text{ThisFATEntOffset} = \text{RESTO}((N * 2) / \text{BPB_BytsPerSec})$$

Donde ThisFATSecNum es el número de sector de la FAT que contiene la entrada para el clúster "N" en la primer FAT. Si se desea calcular el número de sector de la segunda FAT, se debe sumar a este valor BPB_FATz16. Para la tercer copia de la FAT sumamos 2 * BPB_FATz16, y así sucesivamente.

CAPITULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

3.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se explican los conceptos tanto hardware como software que fueron tomados en cuenta para el diseño e implementación de cada una de las partes que conforman este sistema de trazado de rutas.

3.2. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA

El dispositivo de usuario deberá realizar las siguientes tareas:

- Obtener datos de la posición geográfica.

- Enviar datos de la posición geográfica hacia un receptor.
- Visualizar la trayectoria de la ruta seguida.
- Almacenamiento de las posiciones geográficas en un micro SD.

Para realizar las tareas anteriormente mencionadas el diseño se basará en un microcontrolador, que será el núcleo principal el cual recibirá y enviará información en el momento necesario. La posición geográfica se la obtendrá a partir de un dispositivo GPS que estará conectado a los satélites para obtener una posición lo más exacta posible, dichas posiciones serán visualizadas en un LCD y la trayectoria será visualizada en una pantalla GLCD. Las posiciones geográficas serán enviadas a través de un teléfono celular y el receptor las recibirá en forma de mensaje de texto a un teléfono celular. La información será almacenada en una memoria micro SD en formato txt. Ver figura III.25.

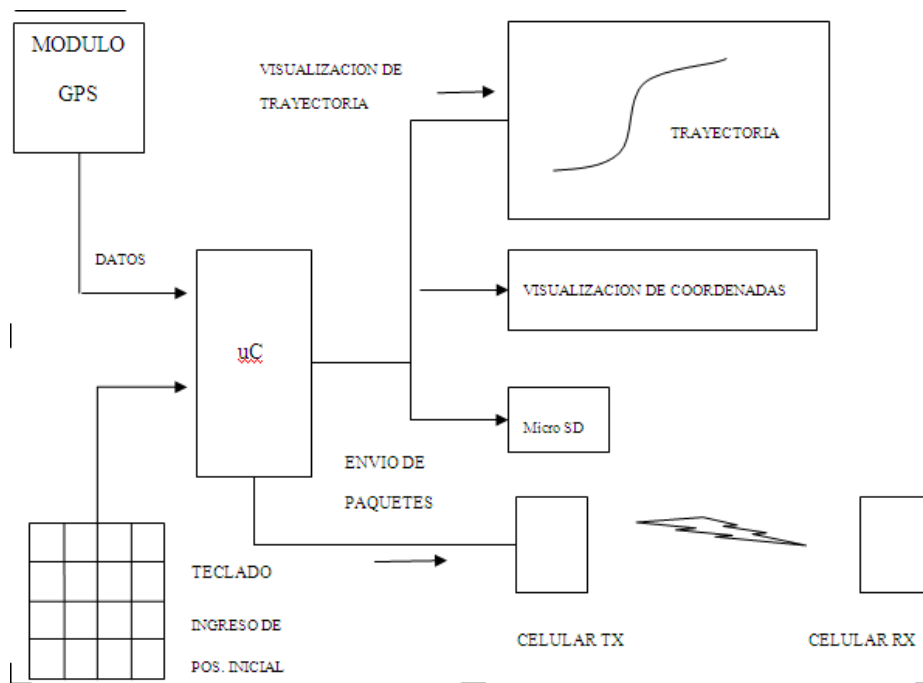


Figura III.25. Esquema del sistema

3.3. DISEÑO DE HARDWARE

3.3.1. Fuente de alimentación

Una parte esencial en la implementación del proyecto es el sistema electrónico, que necesita una fuente de energía se diseño una fuente de alimentación que se encarga de proveer la energía necesaria para la alimentación.

Esta fuente debe tener la capacidad de suministrar la energía necesaria para alimentar a la pantalla GLCD y LCD, modulo GPS, micro SD, microcontroladores y de más circuitos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

3.3.1.1. Modulo regulador de voltaje

Es la tarjeta encargada de suministrar los voltajes necesarios para el correcto funcionamiento del sistema. Dispone de una entrada al cual se conectara el voltaje a regularse para obtener los requerimientos de voltaje necesarios. El diseño de las salidas de voltaje requeridas se muestra en la figura III.26.

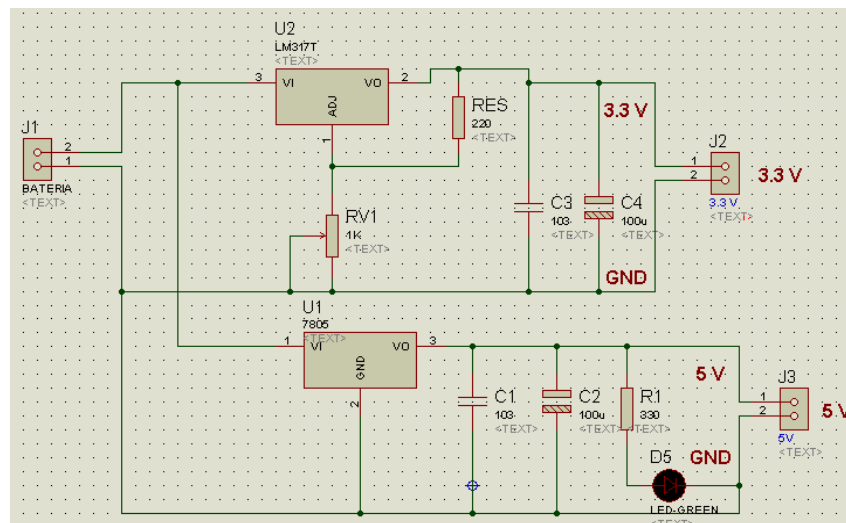


Figura III.26. Diagrama de circuito de la tarjeta para los voltajes de alimentación.

Salida de 5V para la alimentación de la alimentación de la pantalla GLCD, LCD, microcontroladores. El voltaje se lo obtiene con la ayuda de un integrado regulador de la serie 7805, que nos ofrece un voltaje estabilizado y regulado de 5V y 1 amperio máximo, siempre y cuando posea un disipador refrigerante adecuado.

Salida de 3.3 V para la alimentación del modulo GPS, micro SD. El voltaje se lo obtiene con la ayuda de un integrado LM317 el cual nos permite obtener el voltaje requerido.

En la Figura III.27. Se muestra el resultado de la plaqueta que se ha diseñado con las especificaciones anteriormente mencionadas.

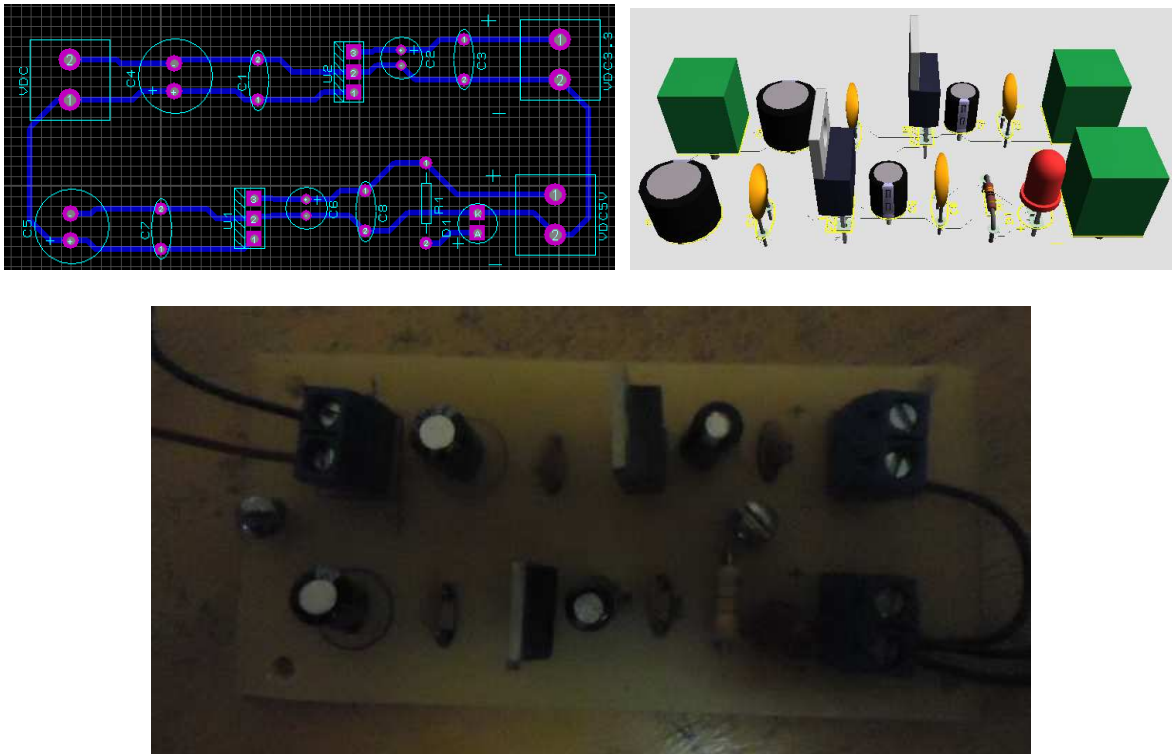


Figura III.27. Grafica 3D del circuito terminado de la Fuente de Alimentación y placa

3.3.2. Modulo de adquisición, ingreso y visualización de coordenadas geográficas.

Este modulo consta de otros submódulos que a continuación iremos describiéndolos uno a uno, estos son.

Modulo de adquisición de datos GPS.

Modulo de transmisión de datos vía celular.

Modulo de conexión del teclado y LCD al microcontrolador

3.3.2.1. Modulo de adquisición de datos GPS

Este modulo es donde obtendremos los datos del modulo GPS previamente amplificados para luego ser procesados en el microcontrolador.

3.3.2.1.1. Modulo receptor GPS “SPK-GPS-GS405”

El modulo SPK-GPS-GS405 es un modulo receptor del Sistema de Posición Global basado en una solución de chip de alta sensibilidad SiRF Star III que incluye una antena pasiva omnidireccional Geo-Helix SMP. El módulo receptor puede rastrear simultáneamente 20 satélites, la integración con el receptor GPS actualiza los datos de navegación cada segundo y provee su la información de localización exacta tan pronto la energía es accionada.

Está diseñado para un amplio espectro de aplicaciones OEM de posicionamiento personal y navegación, como un dispositivo portable o de mano. Cumple con las estrictas necesidades como navegación de autos, mapeo, seguridad entre otras.

3.3.2.1.2. Características Principales

- Construido con el chipset SiRF Star III con el software estándar SiRF GSW 3.0.

- Antena omnidireccional Geo-helix SMP integrada que brinda una alta inmunidad a interferencias de RF.
- Recepción paralela de 20 satélites.
- Soporta el protocolo de datos NMEA0183 V.3.01.
- Puerto serial con niveles de salida TTL.

Especificaciones técnicas y eléctricas.

Es indispensable saber sus características técnicas antes de manipularlos para tener una mejor comprensión de su funcionamiento y poder utilizarlo con mayor facilidad y confianza.

El módulo GPS cuenta con características eléctricas muy buenas lo que facilita el diseño electrónico como se puede ver en las siguientes tablas:

Parámetro	Min	Typ	Max	Units
Voltaje de alimentación	3.1	3.3	3.5	V
Corriente de operación	67	75	82	mA

Tabla III.II. Valores máximos y mínimos de corriente y voltaje del modulo GPS

Parámetro	Min	Típico	Max	Unidad
Frecuencia	1573.42	1575.42	1577.42	Mhz
Ganancia	-5.5	-3	X	dBi
VSWR		2.0:1	2.3:1	
Impedancia		50		Ohm

Rango temperatura de operación	-40	20	85	Grados C
--------------------------------	-----	----	----	----------

Tabla III.III. Características de la antena integrada

	Ítems	Descripción
Precisión	Posición	10 metros
		5 metros con WAAS habilitado
		< 5 metros (50%) con corrección DGPS
	Velocidad	0.1 metros/segundo
	Tiempo	1us sincronizado al tiempo GPS
Datum	Defecto	WGS 84
	Otros	Selección manual
Tiempo 1er Fix	Adquisición	Promedio 0.1 seg
	Inicio instantáneo	Promedio 1 seg
	Inicio ambiente caliente	Promedio 8 seg
	Inicio ambiente húmedo	Promedio 38 seg
	Inicio ambiente frio	Promedio 42 seg
Condiciones	altitud	18000 m Max
Dinámicas	velocidad	515 m/s
	aceleración	Menor a 4g

Tabla III.IV. Especificaciones técnicas del GPS

3.3.2.1.3. Descripción de pines

La disposición de pines del modulo GPS es la mostrada en la figura III.28 y su función es descrita a continuación:

RX: Este es el canal receptor primario para recibir los comandos del software escrito por el usuario.

TX: Este es el canal transmisor primario para la salida de datos de navegación al programa de usuario. La salida de los datos poseen niveles TTL, 0V – 2.85V.

BATTERY: Esta es la entrada se utiliza para conectar para una batería de respaldo, sin esta batería el modulo GPS se ejecuta en modo cold star después de ser encendido.

GPIO1: El usuario puede usar este pin de entrada/salida para ejecutar funciones especiales como encender un led, que indica cuando una lectura de datos ha sido realizada

VIN: Fuente de energía principal de 3.3V con una variación de 5%.

GND: Tierra.

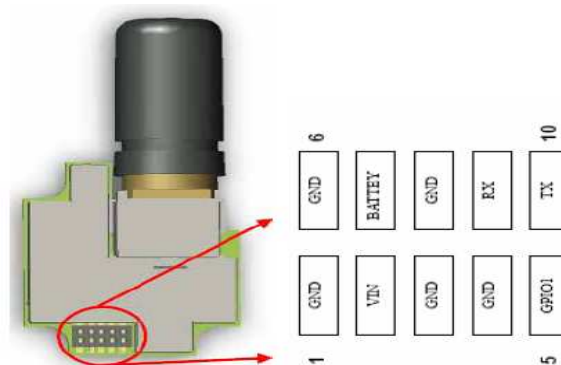


Figura III.28. Descripción y asignación de pines

3.3.2.1.4. Protocolo de mensajes que utiliza el modulo GPS

La salida de datos es en formato NMEA-0183, definido por la National Marine Electronics Association. Este es capaz de enviar 4 formatos diferentes de mensajes NMEA como el GGA, GSA, GSV, RMC. en cada uno de estos formatos envían mucha información y cada trama de datos empieza con un signo \$, a continuación describiremos cada uno de estos formatos.

3.3.2.1.4.1. Formatos de mensajes de salida NMEA.

GGA.- consta de 16 campos fijos, cada uno separado por una “,” el último campo se separa con un “*”. Ejemplo:

```
$GPGGA,161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,M,0.0,0.0,0000.0000*18
```

Donde:

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGGA		GGA protocol header
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Position Fix Indicator	1		See Note
Satellites Used	07		Range 0 to 12
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision

MSL Altitude ¹	9.0	meters	
Units	M	meters	
Geoid Separation ¹		meters	
Units	M	meters	
Age of Diff. Corr.		Second	Null fields when DGPS is not used
Diff. Ref. Station ID	0000		
Checksum	*18		
<CR> <LF>			End of message termination

Tabla III.V. Contenido de trama GGA.

GSA.- consta de 18 campos, 12 de los cuales son variables. Despliega la identificación de los satélites utilizados para calcular la posición. Ejemplo:

\$GPGSA,A,3,07,02,26,27,09,04,15, , , , ,1.8,1.0,1.5*33

Donde:

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGSA		GSA protocol header
Mode 1	A		See Note1
Mode 2	3		See Note2
Satellite Used ¹	07		Sv on Channel 1
Satellite Used ¹	02		Sv on Channel 2
.....			
Satellite Used ¹			Sv on Channel 12
PDOP	1.8		Position Dilution of Precision
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
VDOP	1.5		Vertical Dilution of Precision
Checksum	*33		
<CR> <LF>			End of message termination

Tabla III.VI. Contenido de trama GSA.

GSV.- detalla las características de posición en el espacio, potencia recibida e identificación de los satélites a la vista. Ejemplo:

\$GPGSV,2,1,08,01,40,083,46,02,17,308,41,12,07,344,39,14,22,228,45*75

Donde:

GSV	Satélites a la vista
2	Número de sentencias para completar los datos
1	Sentencia 1 de 2
0	Numero de satélites a la vista
0	Numero del satélite PRN
4	Grados de elevación
8	Grados de Azimuth
4	SNR entre más alto mejor para un número de satélites
*	Los datos de checksum

Tabla III.VII. Contenido de trama GSV.

RMC.- Es la sentencia más utilizada porque transmite la mayor cantidad de datos necesarios para aplicarlos en la ubicación. Tiene su propia versión de datos para (posición, velocidad, tiempo). Ejemplo:

GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,230394,003.1,W*6^a

Donde:

RMC	Sentencias del mínimo recomendado
123519	Lectura tomada a las 12:35:19 UTC
A	Estado A=activo o V=no determinado
4807.038,N	Latitud 48 grados 07.038' N
01131.000,E	Longitud 11 grados 31.000' E

022.4	Velocidad sobre tierra en nudos
084.4	Angulo de rumbo en grados
230394	Fecha actual 23 marzo 1994
003.1,W	Variación magnética
*6 ^a	Datos de checksum

Tabla III.VIII. Contenido de trama RMC.

3.3.2.1.5. Conexión del dispositivo GPS

La gran parte de los pines del GPS son GND, por lo que se los debe cortocircuitar, el pin 2 es el de alimentación del GPS, por lo que se lo debe conectar a 3.3V. El pin 10 es el de transmisión de datos del GPS. Los pines GPIO1 (5) y RX (9), no se los utiliza ya que no se realiza ninguna transmisión de datos hacia el GPS desde el microcontrolador ver Fig. III.29.

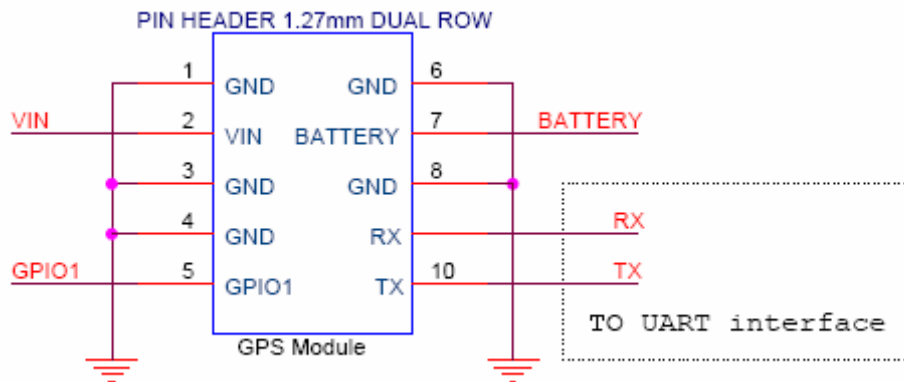


Figura III.29. Conexión del dispositivo GPS

3.3.2.1.6. Diseño de amplificación de señal y conexión al microcontrolador

El modulo GPS envía información de la ubicación geográfica pero esta señal es muy débil de 2.9 V para un 1 lógico para lo cual debemos amplificar dicha señal utilizando un

integrado HD74LS04 ver figura III.30 que viene hacer un inversor que a su salida vamos a obtener un voltaje de 4.7V para un 1 lógico.

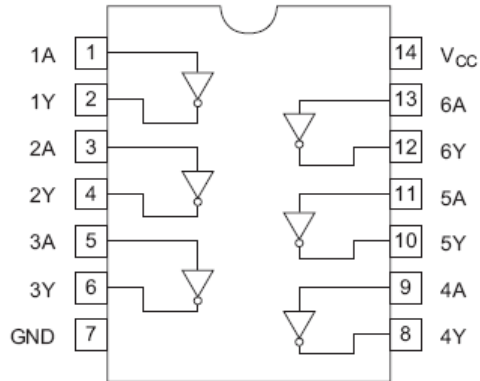


Figura III.30. Pines del inversor HD74LS04

El Tx del GPS la vamos a conectar al Pin1 del inversor a la salida Pin2 vamos a tener una señal invertida pero para obtener los datos enviados por el modulo SPK-GPS-GS405 tenemos que volver a invertir la señal para esto vamos a conectar a la entrada Pin3 y en la salida del Pin4 se obtiene una señal amplificada con datos validos.

La salida Pin4 del inversor se conecta al pin receptor RC7 de un microcontrolador de gama baja 16F876A el cual filtrara las tramas de datos que brinden los requerimientos necesarios para el sistema la Figura III.31 nos muestra el diseño de la etapa de amplificación y conexión al microcontrolador.

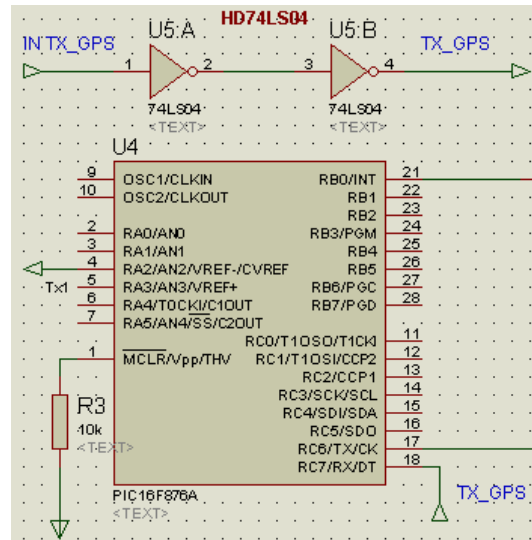


Figura III.31. Diseño del módulo de adquisición de datos GPS.

3.3.2.2. Módulo de transmisión de datos vía celular

Este módulo envía las coordenadas adquiridas del GPS mediante un celular en forma de mensaje de texto a continuación describiremos el diseño de mencionado módulo.

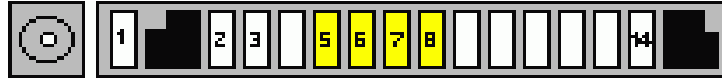
3.3.2.2.1. Características del teléfono celular

El teléfono celular utilizado para el diseño de este sistema de visualización de rutas recorridas es el Nokia 3220 ver figura III.32 el cual admite comandos AT.



Figura III.32. Celular Nokia 3220

El cual consta de 14 pines que los vamos a describir en la tabla III.IX, de los cuales solo vamos a ocupar el pines Pin6 (Rx) y el Pin8 (GND) para poder comunicar este celular con el microcontrolador.



# Pin	Nombre Pin	Descripción
1	Vin	Voltaje de entrada del cargador
2	GND	Tierra del cargador
3	ACI	Accessory Control Interface (short with pin 2 for handsfree recognition)
4	V Out	Connected to pin 3 in DKU-2 usb data cable
5	USB Vbus	Also act as USB power detection? Should be connected to USB pin 1 in usb data cable. (USB Vcc +5V)
6	FBus Rx/USB D+	USB exists only in some models*. Should be connected to USB pin 3 in usb data cable. (USB DATA+)
7	FBus Tx/USB D-	USB existe solo en algunos modelos*. Should be connected to USB pin 2 in usb data cable. (USB DATA-)
8	GND	Data GND (USB GND)
9	X Mic-	Audio in - Ext. Mic input negative
10	X Mic+	Audio in - Ext. Mic input positive
11	HS Ear L-	Audio out - Ext. Audio out - left, negative
12	HS Ear L+	Audio out - Ext. Audio out - left, positive

13	HS Ear R-	Audio out - Ext. audio out - right, negative
14	HS Ear R+	Audio out - Ext. audio out - right, positiv. Pins 10-14 may be used for antenna connection.
	GND	shield GND in cavities

Tabla III.IX. Descripción de pines del puerto del celular Nokia 3220

Para la conexión debemos tener un cable apropiado para esto ya que no cualquier cable permite acoplar el teléfono o modem con el microcontrolador, el cable más usado y recomendado es el DKU-50 (Figura III.33). También se puede utilizar el cable DKU-5.



Figura III.33. Cable DKU-50

Este cable tiene un hardware especial que le envía una trama de datos por el pin 3 al ser conectado al teléfono. El teléfono celular lo detecta automáticamente sin que el otro extremo este conectado al computador, mostrando el mensaje que aparece en la figura III.34, así podemos asegurarnos que se abrió el puerto del teléfono y está listo para atender a peticiones por medio de comandos AT.



Figura III.34. Pantalla de reconocimiento del cable DKU-50

3.3.2.2.2. Comandos AT soportados por el celular Nokia 3220

Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales.

Los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico, este juego de instrucciones puede encontrarse en la documentación técnica de los terminales GSM y permite acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal, queda claro que la implementación de los comandos AT corre a cuenta del dispositivo GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados, ya sea cable de serie, canal Infrarrojos, Bluetooth, de esta forma es posible distinguir distintos teléfonos móviles del mercado que permiten la ejecución total del juego de comandos AT o sólo parcialmente. Existen varios tipos de comandos AT, como también específicos para los teléfonos Nokia, a continuación presentamos un resumen de los comandos AT para teléfonos Nokia:

Comandos generales

- AT+CGMI: Identificación del fabricante.
- AT+CGSN: Obtener número de serie.
- AT+CIMI: Obtener el IMSI.
- AT+CPAS: Leer estado del modem.

Comandos del servicio de red

- AT+CSQ: Obtener calidad de la señal.
- AT+COPS: Selección de un operador.
- AT+CREG: Registrarse en una red.
- AT+WOPN: Leer nombre del operador

Comandos de seguridad

- AT+CPIN: Introducir el PIN.
- AT+CPINC: Obtener el número de reintentos que quedan.
- AT+CPWD: Cambiar password.

Comandos para la agenda de teléfonos

- AT+CPBR: Leer todas las entradas.
- AT+CPBF: Encontrar una entrada.
- AT+CPBW: Almacenar una entrada.

Comandos para SMS

- AT+CPMS: Seleccionar lugar de almacenamiento de los SMS.
- AT+CMGF: Seleccionar formato de los mensajes SMS.
Modo = 0 indica formato de mensajes en modo PDU.
Modo = 1 indica formato de mensajes en modo TEXTO.
- AT+CMGR: Leer un mensaje SMS almacenado.
- AT+CMGL: Listar los mensajes almacenados.
- AT+CMGS: Enviar mensaje SMS.
- AT+CMGW: Almacenar mensaje en memoria.
- AT+CMSS: Enviar mensaje almacenado.
- AT+CSCA: Establecer el Centro de mensajes a usar.
- AT+WMSC: Modificar el estado de un mensaje.

3.3.2.2.3. Conexión del teléfono con el microcontrolador

Primero vemos si reconoce el cable DKU-50 por celular, al extremo del cable en el convertidor de USB-Serial le desoldamos el Pin6 que es el receptor del celular, este admite un voltaje de no más de 2.7 V (1 lógico) y el microcontrolador 16F876A envía un voltaje por el Pin Tx de 5 V (1 lógico) para esto se utiliza un diodo zener de 3.3 V con una res de 100 ohm como se muestra en la figura III.35. También el GND del celular conectar con GND del circuito. Los pines utilizados son los siguientes.
Pin RC6 del 16F876A es Tx.

Pin 8 del Celular es GND.

Pin 7 del Celular es TX.

Pin 6 del Celular es RX.

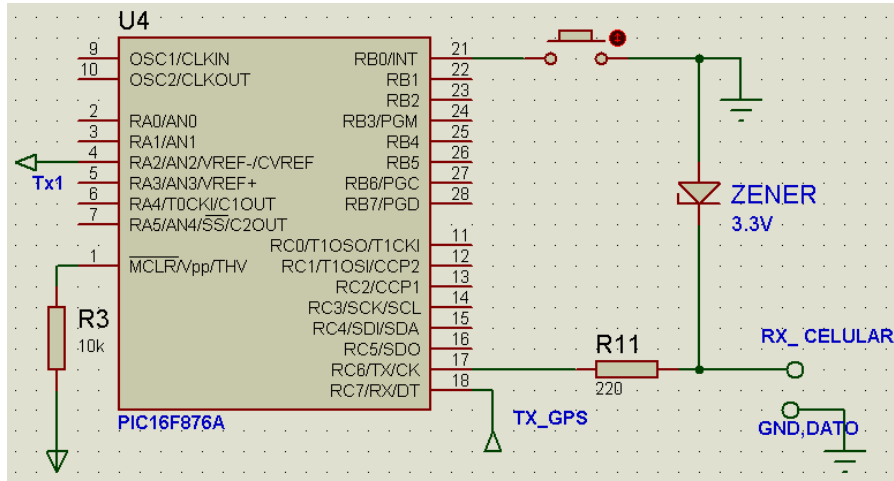


Figura III.35. Diseño del modulo de transmisión de datos vía celular.

3.3.2.3. Modulo de conexión del teclado y LCD al microcontrolador.

En el mercado existen diferentes tipos de LCD's, con un número de líneas variables y un número de caracteres por línea también variables en nuestro caso el LCD con que contamos es de 4X20 esto significa que va a trabajar con cuatro líneas de 20 caracteres cada una. Para el diseño de conexión del LCD se utiliza el puerto D del microcontrolador 16F877A la figura III.36. Muestra la forma de conexión del LCD al Pic.

Las entradas a través de un pulsador son muy habituales en los sistemas con microcontroladores para trabajar con una mayor información o información alfanumérica.

Por ejemplo, se utilizan los teclados matriciales de 1X4, 3X4 o 4X4, para este diseño se utiliza un teclado matricial 4X4 el cual consta de 16 teclas. Para el diseño de conexión se utiliza los pines del puerto B del microcontrolador. Como se muestra en la figura III.36.

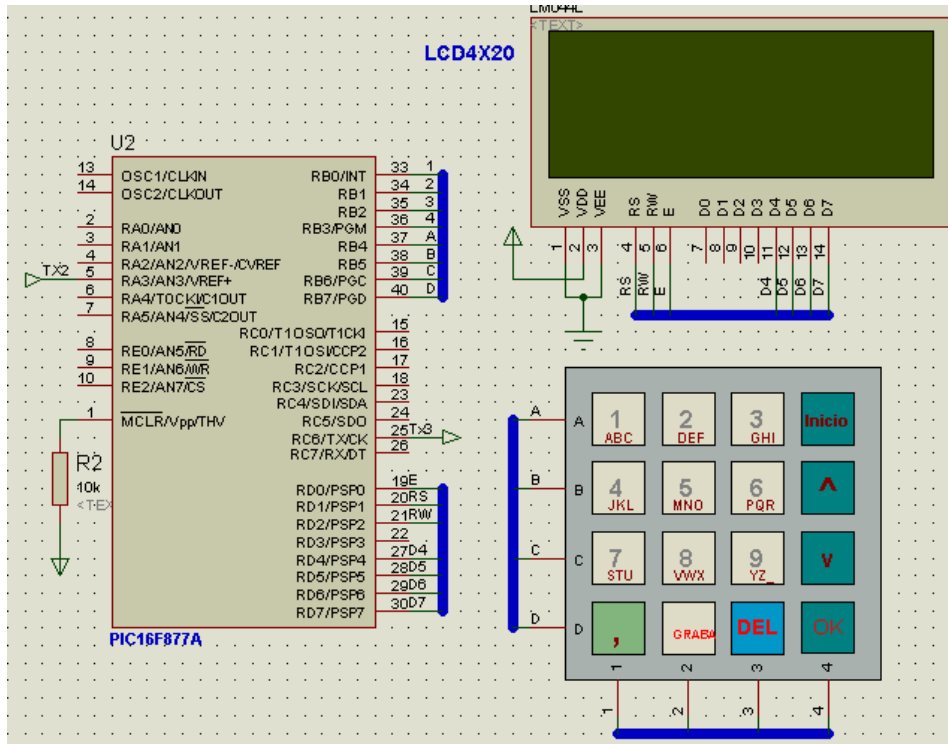


Figura III.36. Circuito de conexión del teclado y LCD al microcontrolador.

3.3.2.4. Diseño total del modulo de adquisición, ingreso y visualización de coordenadas geográficas

En el diseño consta de tres microcontroladores un 16F628A, 16F876A, 16F877A también dos pulsadores, circuitos de conexión del modulo GPS, circuito de conexión del teléfono al Pic y del circuito de conexión del teclado y el LCD al microcontrolador su forma de conexión ya lo describimos anteriormente.

Para la comunicación entre estos microcontroladores se utiliza los siguientes pines.

Pin RA2 (Tx) del microcontrolador 16F876A se conecta al Pin RB1 (Rx) del 16F628A.

Pin RB2 (Tx) del microcontrolador 16F628A se conecta al Pin RA3 (Rx) del 16F877A.

Pin RC6 (Tx) del microcontrolador 16F877A se conecta al Rx del microcontrolador 18F4550 que posteriormente detallaremos su implementación.

Pin RB0 del microcontrolador 16F628A se conecta a un pulsador y este a su vez a tierra el cual sirve para finalizar el proceso y empezar otro. En la figura III.37. Podemos observar el diseño a emplearse para el sistema.

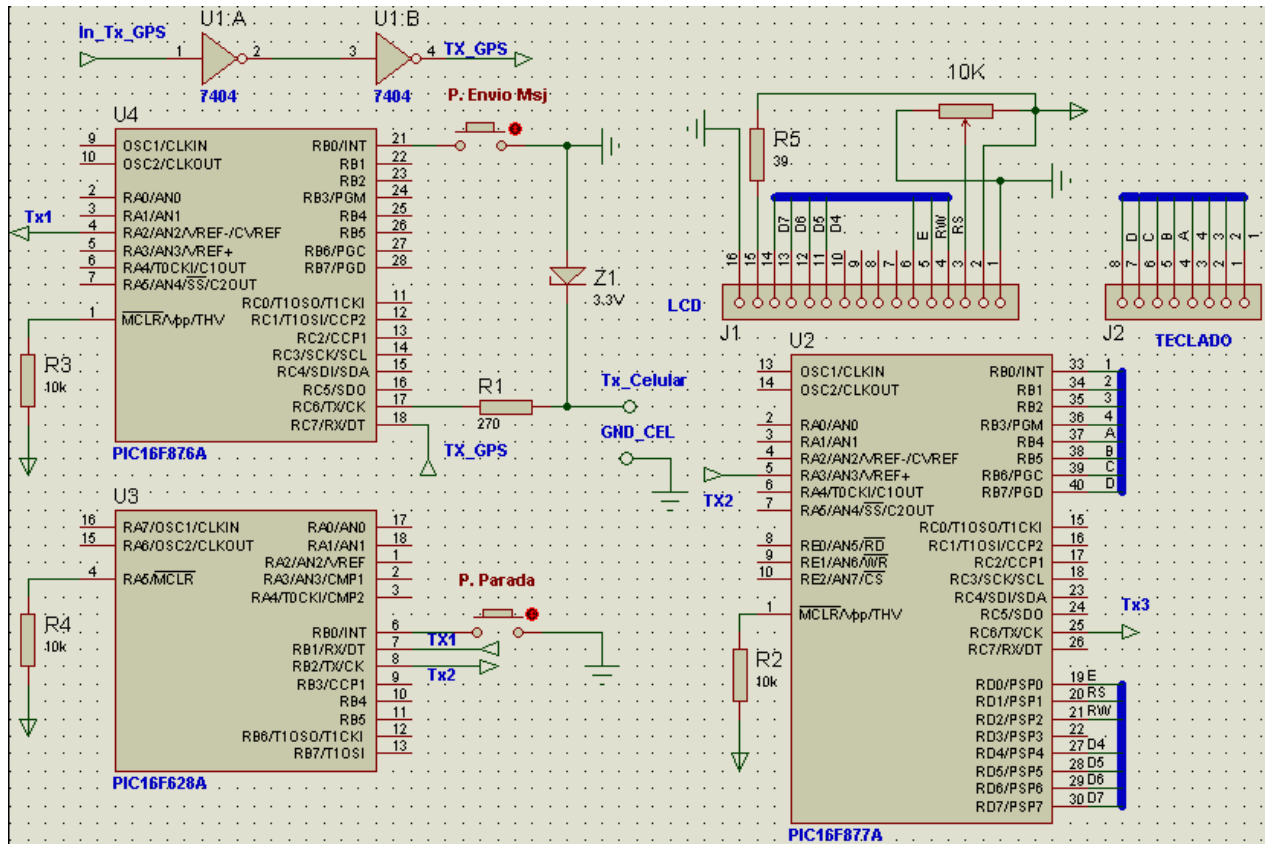


Figura III.37. Diseño del módulo de adquisición, ingreso y visualización de coordenadas geográficas.

En la figura III.38. Se puede apreciar el diseño de la placa

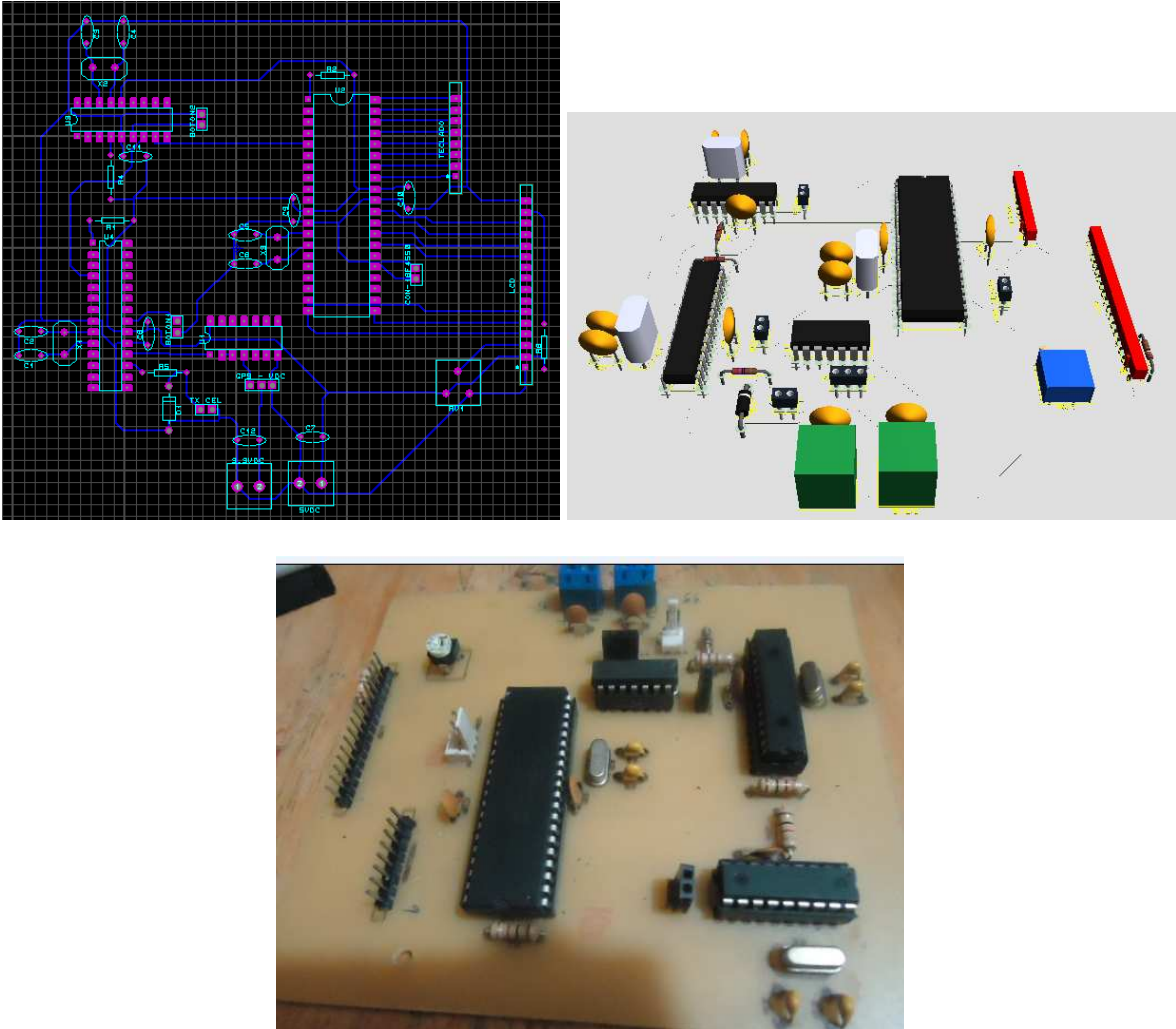


Figura III.38. Diseño 3D del modulo de adquisición, ingreso y visualización de coordenadas geográficas y placa.

3.3.3. Modulo de visualización y almacenamiento de rutas recorridas.

Este modulo cuenta con dos submodulos uno para ir graficando la trayectoria que estamos siguiendo y otro que va almacenando los datos de esta trayectoria en una micro SD, seguidamente se procede a detallar el diseño de cada uno de estos módulos.

3.3.3.1. Modulo de comunicación microcontrolador y GLCD.

Debido a que existen en el mercado electrónico una gran diversidad de display's gráficos, de tamaños y tipos variados, para este sistema se ha decidido utilizar un solo tipo de GLCD como es el JHD 12864E que es de 128*64 pixeles.

3.3.3.1.1. Características técnicas del GLCD JHD12864E.

Este tipo de pantalla cuenta con una diversidad de características tanto técnicas y eléctricas que a continuación daremos a conocer para un mayor conocimiento y mejor desenvolvimiento en la manipulación de este tipo de GLCD.

Por sí mismo no se puede conectar directa-mente a un microcontrolador, para ello necesita de un chipdriver, que se encarga de interpretar las señales recibidas. Los chipdrivers mas empleados son: KS0108 (A, B, y C), SED133x, T6963c, Noritake3900 y lc7891. Cada chip requiere de un circuito específico que actúa como interfaz entre el microcontrolador y el GLCD.

Podemos encontrar en Internet las librerías correspondientes a cada controlador para comenzar a trabajar, también existen varias herramientas que pueden utilizarse para generar matrices de caracteres, gráficos, entre otras funcionalidades para el GLCD, entre estos programas especializados están el C++ compiler el cual utilizaremos para la programación, entre otros.

El controlador que utilizado para poner a funcionar el GLCD es el KS0108, con su respectiva librería KS0108.lib que se puede descargar de la página web www.eca.ir. La

librería es fácil de entender y de utilizar ya que el código y sus funciones están expresados de forma clara y entendible.

3.3.3.1.1.1. Características Eléctricas del GLCD JHD12864E.

En la tabla III.X. Se describirá las características eléctricas que necesita este tipo de dispositivo.

Características	Condición	Min	Max	Unidades
Voltaje entrada en alto	-	2.0	+5V \pm 10%	V
Voltaje entrada en bajo	-	0	0.8	V
Voltaje salida en alto	Ioh=-200uA	2.4	-	V
Voltaje salida en bajo	Iol=1.6mA	-	0.4	V
Perdida de corriente en In.	Vin=Gnd-Vdd	-1.0	1.0	uA
Corriente de Operación	Durante despliegue	-	100	uA
	Durante acceso	-	500	uA
En resistencias	-	-	7.5	K Ω

Tabla III.X. Características Eléctricas del GLCD JHD12864E

3.3.3.1.1.2. Dimensiones externas.

En la figura III.39. se muestra las dimensiones externas, dimensiones de pantalla, dimensiones de los zócalos de los pines de conexión.

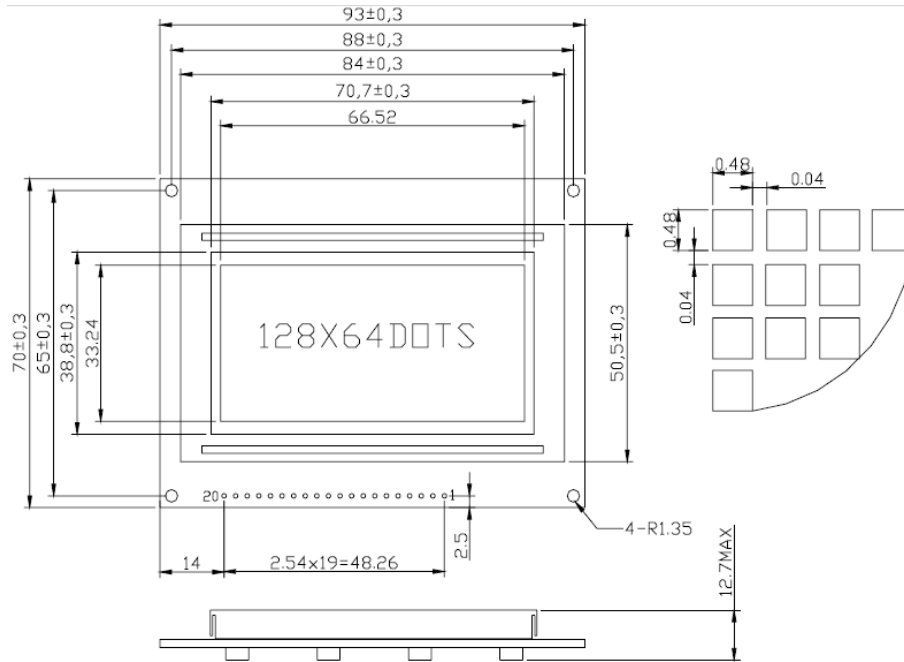


Figura III.39. Dimensiones externas.

3.3.3.1.1.3. Pines de conexión.

El GLCD tiene pines de control y de datos. Los de control son: CS1, CS2, DI, RW, E y Reset. Los de datos son del DB0 al DB7. Este GLCD se divide en 2 zonas de 64 * 64 píxeles. Con los pines de selección CS1 y CS2 seleccionamos que zona queremos usar.

Con los pines DI y RW nos sirven para controlar el display y decirle si queremos leer o escribir datos desde o hacia el display, ejecutar alguna instrucción o leer el status del GLCD.

El pin E (enable) sirve como forma de decirle al display que lea los otros pines de control y ejecute lo que se le indica por medio de estos y el pin de Reset, pues ya se han de imaginar para que sirve. Con los pines de datos se va poder enviar o recibir datos del display y leer el status del chip de control del display. En la tabla III.XI. Se resumen los pines conexión.

PIN NO.	SYMBOL	DESCRIPTION	FUNCTION
1	VSS	GROUND	0V (GND)
2	VDD	POWER SUPPLY FOR LOGIC CIRCUIT	+5V
3	V0	LCD CONTRAST ADJUSTMENT	
4	RS	INSTRUCTION/DATA REGISTER SELECTION	RS = 0 : INSTRUCTION REGISTER RS = 1 : DATA REGISTER
5	R/W	READ/WRITE SELECTION	R/W = 0 : REGISTER WRITE R/W = 1 : REGISTER READ
6	E	ENABLE SIGNAL	
7	DB0	DATA INPUT/OUTPUT LINES	8 BIT: DB0-DB7
8	DB1		
9	DB2		
10	DB3		
11	DB4		
12	DB5		
13	DB6		
14	DB7		
15	CS1	CHIP SELECTION	CS1=1,CHIP SELECT SIGNAL FOR IC1
16	CS2	CHIP SELECTION	CS2=1,CHIP SELECT SIGNAL FOR IC2
17	RST	RESET SIGNAL	RSTB=0,DISPLAY OFF,DISPLAY FROM LINE 0.
18	VEE	NEGATIVE VOLTAGE FOR LCD DRIVING	-10V
19	LED+	SUPPLY VOLTAGE FOR LED+	+5V
20	LED-	SUPPLY VOLTAGE FOR LED-	0V

Tabla III.XI. Pines de conexión del GLCD JHD12864E

3.3.3.1.2. Circuito de comunicación microcontrolador y GLCD.

Luego de conocer las características y la descripción de cada uno de los pines del GLCD se procede a la conexión de cada uno de ellos con el microcontrolador 18F4550. En la Figura III.40. Se muestra el diagrama de conexión.

Pin RC0 se conecta al RST

Pin RD0-RD7 se conecta al DB0-DB7

Pin RA4 se conecta al CS2

Pin RA5 se conecta al CS1

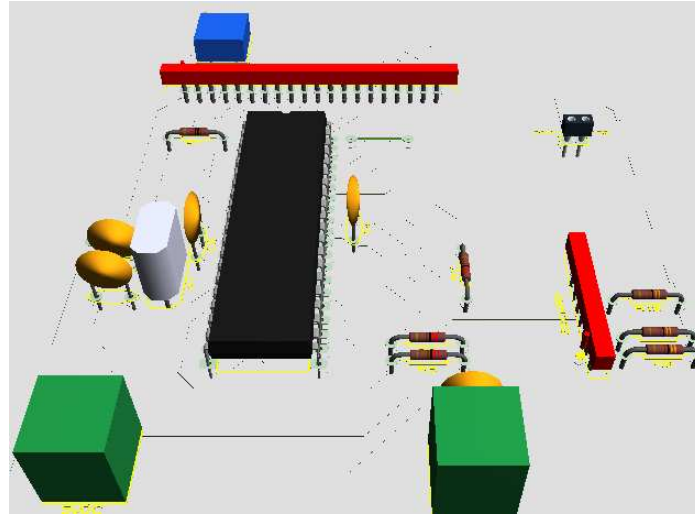


Figura III.41. Circuito 3D de comunicación microcontrolador y GLCD.

3.3.3.2. Circuito de almacenamiento de información en micro SD.

En este proyecto se desarrolló una plataforma portable y autónoma de hardware y software, que dota a un sistema basado en un microcontrolador PIC18F4550, de la capacidad de manejar tarjetas de memoria Flash SD.

En muchas aplicaciones de sistemas embebidos es necesario almacenar grandes cantidades de datos en donde las memorias seriales EEPROM son insuficientes, además de que no son portables y leerlas en una computadora requieren de un hardware adicional. En este caso el uso de las memorias flash (SD/MMC) nos brinda una gran ventaja, otorgándonos gran capacidad de almacenamiento, una interface física/eléctrica sencilla y gran disponibilidad en el mercado a costos reducidos.

Para el almacenamiento de datos, se eligió la tarjeta SD que consiste en una solución de bajo coste para almacenamiento de datos. Está diseñada como medio de almacenamiento para una amplia área de aplicaciones.

3.3.3.2.1. Características técnicas de las memorias micro SD y MMC.

Estas memorias poseen dos maneras de comunicación, la estándar denominado BUS SD que utiliza 4 líneas paralelas para la comunicación (1 Nibble de ancho de bus) y comunicación serial SPI. Es esta última forma de comunicación la razón por la cual es sencillo utilizarlo en sistemas embebidos, donde la mayoría de los microcontroladores disponen de interface SPI. En la figura III.42 se muestra tanto la MMC como la SD y sus respectivos pines de conexión.

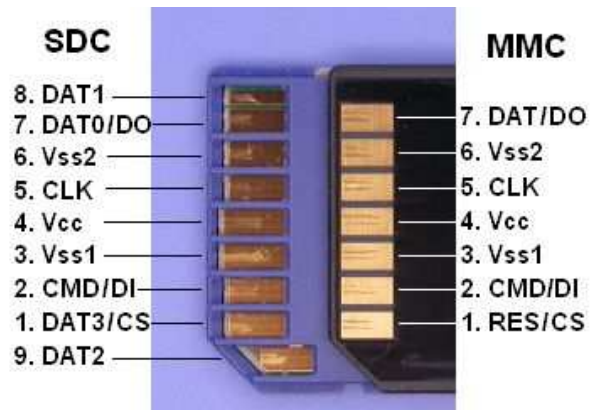


Figura III.42. Descripción de los pines de la memoria micro SD y MMC

La memoria SD tiene 9 pines y la MMC tiene 7 pines pero ambas son compatibles pin a pin. Vamos a explicar un poco la función del pin 10 (detect card) cuando se inserta la tarjeta el estado lógico del pin se pone a “0” lógico (cero voltios) y cuando la tarjeta no esta tiene un “1” lógico (3,3 voltios). Los pines del zócalo donde se inserta la tarjeta MMC/SD son los siguientes: en la figura III.42. Los podemos identificar.

- 1. - CS
- 2. - Data in
- 3,6. - GND

4. - 3,3V
5. - Clock
7. - Data out
- 8,9. - RSV
10. - Detect card

3.3.3.2.2. Diseño de conexión entre el microcontrolador y la micro SD

La placa de adquisición consta de un microcontrolador PIC18F4550. La placa se alimenta por medio de una batería de 6 V y posee un regulador de 5 V que se encarga de alimentar el PIC, y por medio de un integrado va a la tarjeta SD (3.3 V). En la figura III.43. Se muestra la forma de conexión del pic al micro SD. Donde:

RB0 del microcontrolador se conecta al DO de la SD.

RB1 del microcontrolador se conecta al CLK de la SD.

RC1 del microcontrolador se conecta al CS de la SD.

RC7 del microcontrolador se conecta al DI de la SD.

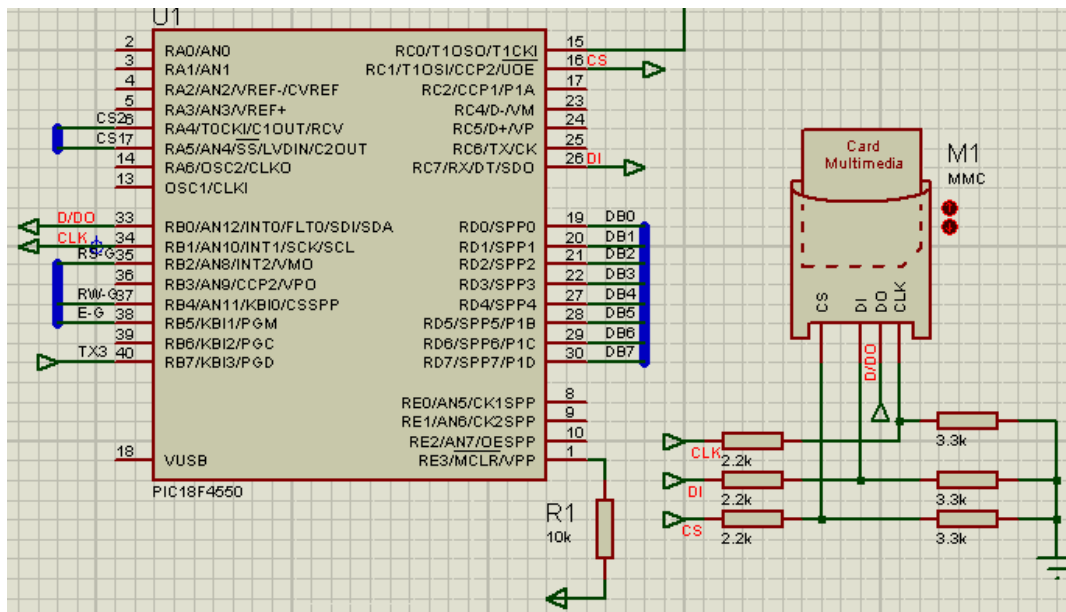


Figura III.43. Diseño de conexión entre el microcontrolador y la micro SD

3.4.4.1. Diseño total del módulo de visualización y almacenamiento de rutas

En la figura III.44. Se muestra el diseño de visualización en el GLCD conectado con el diseño de almacenamiento en el micro SD.

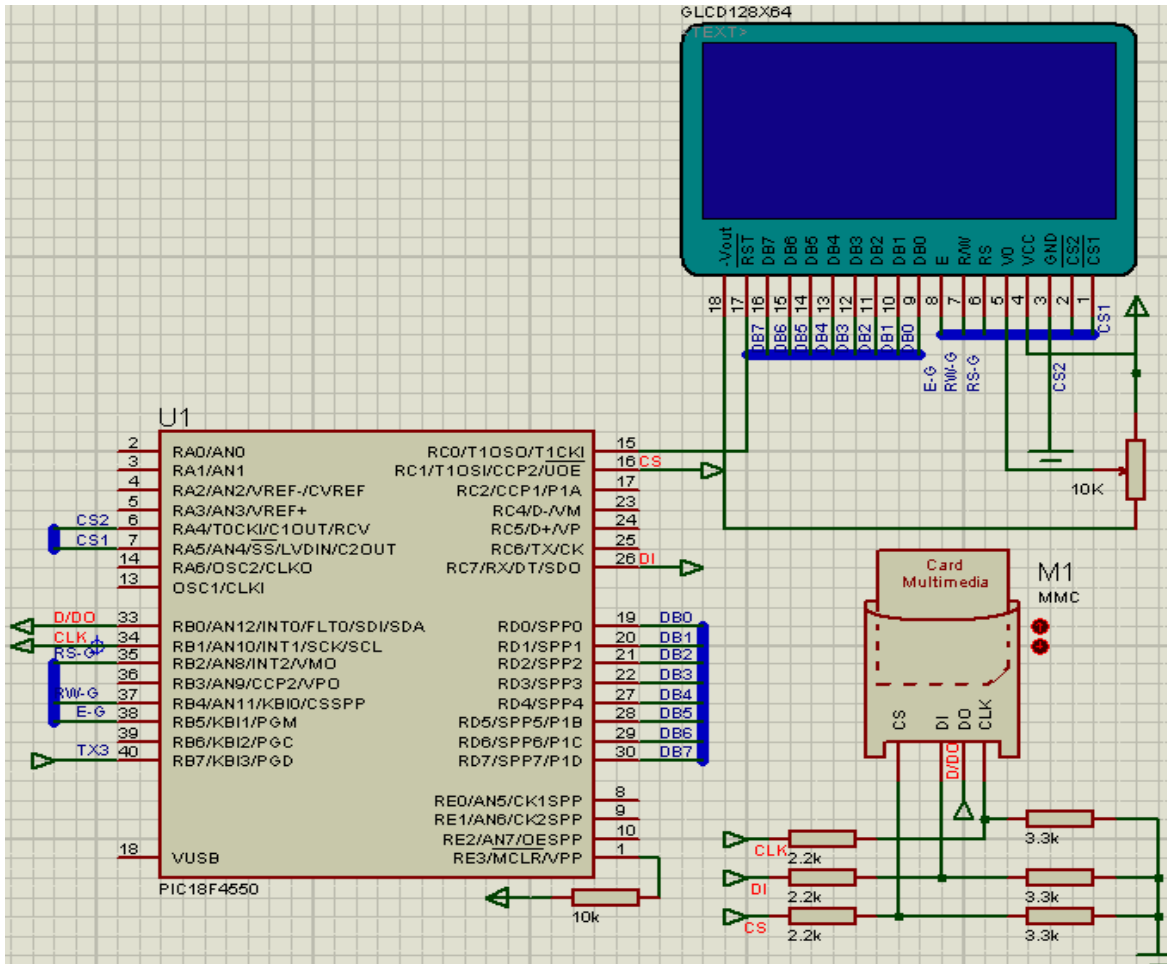


Figura III.44. Diseño total del módulo de visualización y almacenamiento de rutas

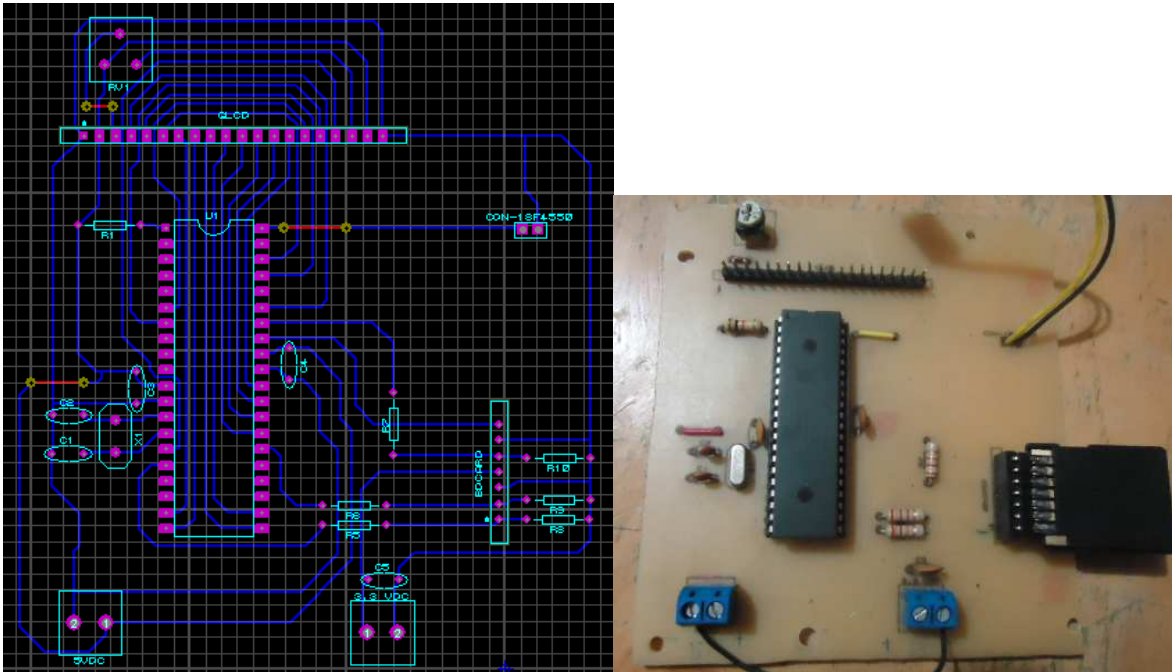


Figura III.45. Circuito del módulo de visualización y almacenamiento de rutas.

3.4. DISEÑO SOFTWARE

La programación de los microcontroladores, de los Módulos de adquisición, ingreso y visualización de coordenadas geográficas y así como el Módulo de visualización y almacenamiento de rutas recorridas. Se desarrolló en lenguaje C, bajo el entorno de C Compiler. El uso de este lenguaje fue fundamental, dado que es un lenguaje de programación de alto nivel, mucho más simple que el ensamblador. En este tema se explica todas las consideraciones tomadas para el desarrollo de nuestro proyecto.

3.4.1. Metodología

Como metodología de desarrollo se ha optado por una metodología estructural secuencial, la cual se adapta al desarrollo de programas para microcontroladores. El modelo de desarrollo utilizado es el incremental, el software cuenta con varias entradas de

dispositivos electrónicos que añaden nuevas funcionalidades de control, las cuales deben ser añadidas de forma incremental siguiendo la metodología hasta lograr el sistema completo.

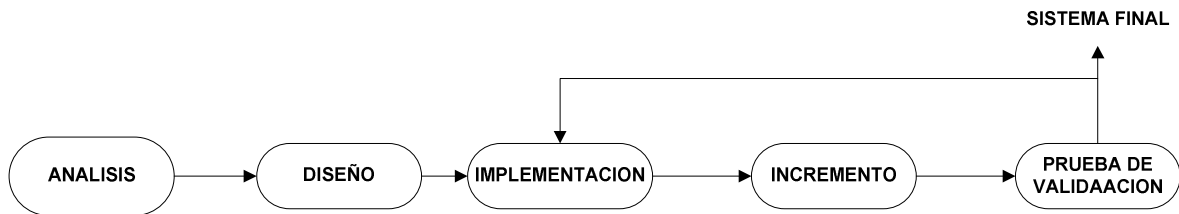
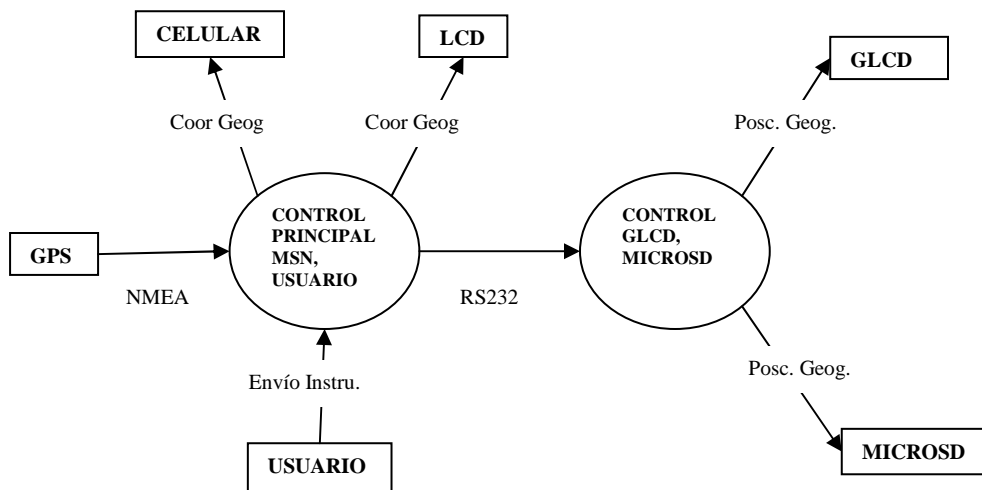


Figura III.46. Metodología de desarrollo: Modelo incremental

3.4.2. Análisis

Como muestra la figura III.47. En forma global el sistema tiene que interactuar con cada uno de los dispositivos y con el usuario que es la persona encargada de ingresar las ordenes por el teclado. La comunicación del sistema con los dispositivos y con el usuario da como resultado el envío de mensajes cortos mediante el celular, la visualización de las coordenadas GPS en la pantalla GLCD y a su vez el almacenamiento de datos en la MicroSD. **Figura III.47.** Diagrama general.



3.4.3. Requisitos

El desarrollo del proyecto está fundamentado en los objetivos generales y específicos comentados al inicio de este proyecto y debe ajustarse a los siguientes requisitos:

El desarrollo del sistema estará basado en lenguaje C, que es un lenguaje de alto nivel bajo los entornos de programación del C Compiler.

Las pruebas y validación de cada incremento serán realizadas bajo el entorno de simulación en Proteus 7.6 configurando cada una de las variables para que se asemeje a la realidad.

El sistema deberá ser capaz de establecer la comunicación e interpretación de datos de cada uno de los dispositivos, que primordialmente lo hacen en forma serial asincrónica y con formato de datos ASCII.

El programa deberá ser capaz de visualizar los posicionamientos globales del lugar donde se está ubicado y el control de envío de mensaje de la coordenada.

El programa debe también ser capaz de realizar el control de la pantalla GLCD con la mayor precisión para facilidad del usuario final.

Debe contener un algoritmo que sea capaz de interactuar óptimamente con todos los dispositivos electrónicos utilizados en la implementación, de tal manera que se pueda conseguir una interface amigable con el usuario final.

3.4.4. Diseño

3.4.4.1. Recepción de Datos con el modulo GPS

Como se revisó en el capítulo II existen una gran variedad de sentencias NMEA para diferentes equipos y para diferentes fabricantes. El módulo receptor GPS usado, envía en forma autónoma y continua, cuatro sentencias NMEA.

Estos mensajes contienen varios datos de los cuales, los más importantes para nuestro proyecto son RMC, ya que contienen la posición exacta del módulo receptor en el globo terrestre además existe un bit en especial el cual nos indicara si el dato es valido o no, mostrados en forma de coordenadas geográficas de Latitud y Longitud, así como información de los satélites entre otros. Antes de poder utilizarlos, estos datos deben ser extraídos de todo el mensaje y para ello se debe analizar la forma en que se los reciben.

Cada mensaje NMEA es transmitido en formato ASCII empieza con un "\$" seguido de GP y a continuación el mensaje enviado con cada parámetro separado por comas y terminado en * como se muestra en la siguiente trama de información.

GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,230394,003.1,W*6^a

Con todos estos datos es posible extraer los parámetros deseados que en nuestro caso son los datos de posición (Latitud, Longitud).

Para la interfaz con el receptor GPS se utiliza una velocidad de 4800 bps con 8 bit de datos, ninguna paridad y un bit de parada. El diagrama de flujo para la obtención de los datos del modulo GPS es el siguiente

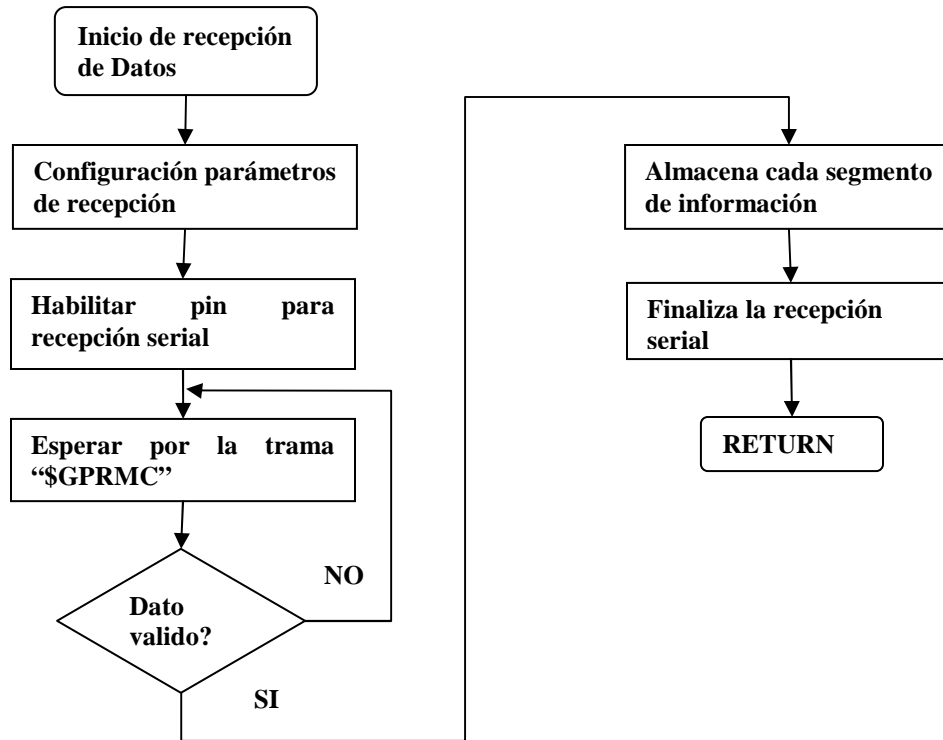


Figura III.48. Algoritmo de lectura de datos del módulo gps.

Después de haber receptado una trama de datos valida y almacenada en una variable se la envia para ser procesada al modulo de transmision via celular.

3.4.4.2. Transmisión de Datos vía Celular

Entre los datos de una trama valida se encuentran las latitudes y longitudes dichas posiciones son de seis caracteres las cuales son enviadas en forma de mensajes cortos a un receptor vía celular.

Las instrucciones empleadas para comunicarse con el celular son el fputc y fprintf a una velocidad de 9600 bps los parámetros seriales y el baud rate se especifican usando la instrucción #use rs232.

El PIC para efectuar la interfaz con el equipo celular primero habilita los pines de transmisión y recepción serial, luego envía los comandos de inicio de protocolo, operación con mensajes SMS y funcionamiento en modo texto, en la figura III.49 se observa el diagrama de flujo de esta subrutina.

El equipo GSM responde a cada comando con un reconocimiento, si el comando es correcto responde con una palabra OK.

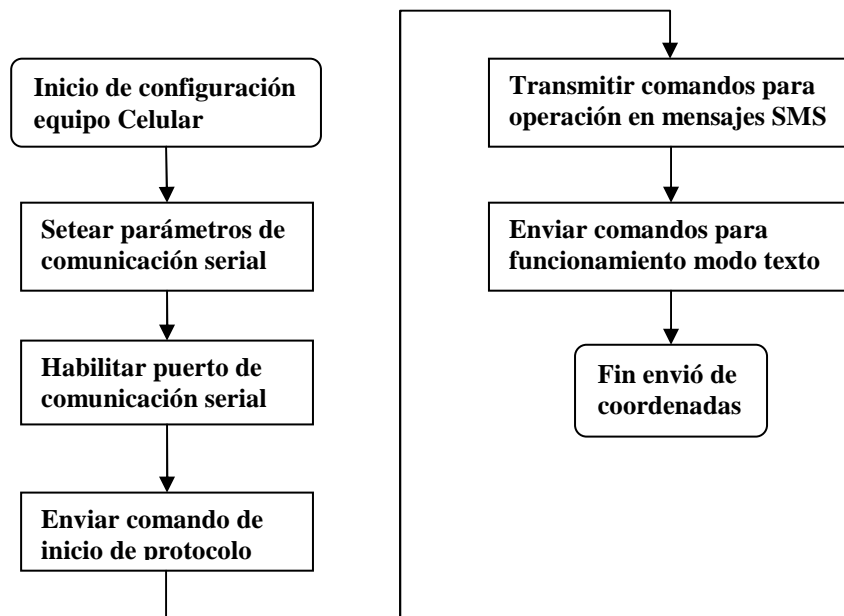


Figura III.49. Algoritmo de transmisión de datos vía celular .

3.4.4.3. Procesamiento de la Información.

El micro una vez obtenida y almacenada la información pasa a una etapa de procesamiento donde lee las variables adquiridas y coloca los segmentos de información en un paquete, cada segmento lleva su propio encabezado que permite su identificación. El paquete contiene un preámbulo donde se encuentra la escala a la que queremos visualizar en la pantalla GLCD, el diagrama de flujo de la subrutina se muestra en la figura III.50.

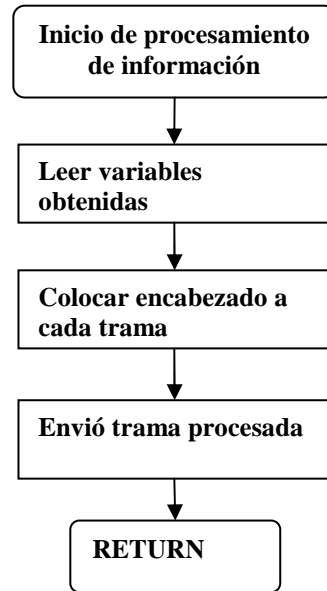


Figura III.50. Algoritmo de procesamiento de datos.

3.4.4.4. Visualización de información

El compilador CCS proporciona una librería capaz de dibujar primitivas sobre varios modelos de displaye LCD gráficos o GLCD. Hay versiones de esta librería para pantallas con diferentes controladores embebidos, como el Samsung KS0108.

Para trabajar con las pantalla GLCD se utiliza una librería `graphics.c` en la cual vamos ha obtener varias instrucciones para el manejo de estas pantallas, siempre debemos poner dentro del programa principal la sentencia `glcd_init(ON)` esta nos ha permitir inicializar la pantalla. En la figura III.51 se observa el algoritmo utilizado para la visualización de la información.

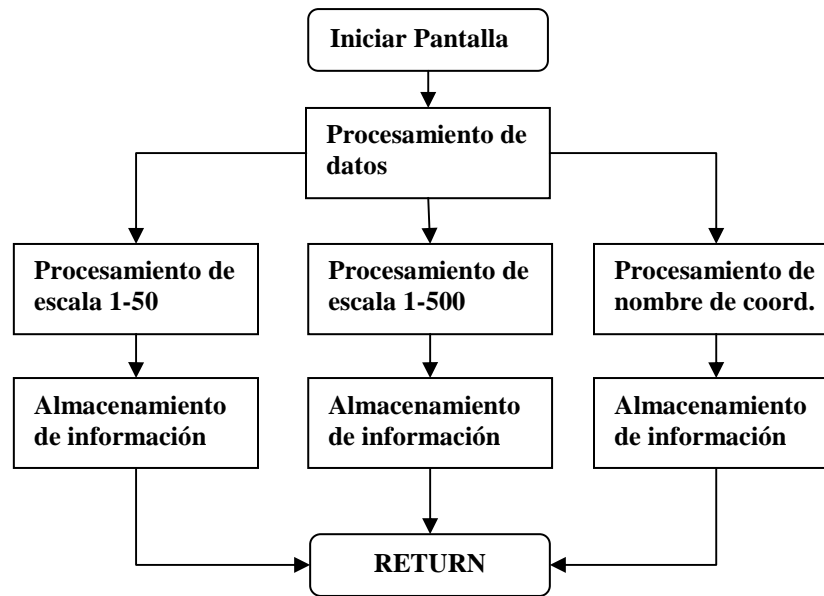


Figura III.51. Algoritmo de visualización de información.

CAPITULO IV

ANALISIS DE PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se muestran las pruebas básicas de procesamiento y adquisición de datos que se realizaron a los diferentes equipos y módulos que conforman este sistema y los resultados obtenidos que ayudaran a obtener un correcto desempeño para así llegar a determinar importantes conclusiones sobre el proyecto realizado.

4.1. Pruebas del funcionamiento del receptor GPS.

En esta prueba se va verificar la eficiencia de la recepción de las coordenadas GPS y la visualización de las mismas en la PC.

Para esto se coloca la antena del receptor GPS en un sitio exterior con línea de vista a los satélites, luego se conecta su canal de transmisión con la entrada del receptor del puerto COM1 del PC y posteriormente se alimenta de energía al dispositivo.

Mediante el programa del PC Híper Terminal configurando la comunicación a 4800 bps, 8 bits de datos, paridad ninguna y un bit de parada se obtienen los campos de información \$GPRCM, \$GPGGA, \$GPGSV proveniente del GPS SPK-GPS-GS405 como se muestra en la figura IV. 52.

```

4800bps - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
$GPGGA,152741.00,12.4065,S,07829.6144,W,0.00,,M,,M,,*51
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,*1E
$GPGSV,3,1,12,03,00,201,,04,12,043,31,09,12,225,,10,57,332,*74
$GPGSV,3,2,12,13,00,040,,16,00,359,,17,29,115,49,18,00,221,*78
$GPGSV,3,3,12,19,00,168,,21,00,264,,23,00,027,,24,00,071,*7A
$GPRMC,152742.00,12.4065,S,07829.6144,W,0.00,0.000,0.120,4.06,001.3,W,*7F
$GPGGA,152742.00,12.4065,S,07829.6144,W,0.00,,M,,M,,*52
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,*1E
$GPGSV,3,1,12,03,00,201,,04,12,043,31,09,12,225,,10,57,332,*74
$GPGSV,3,2,12,13,00,040,,16,00,359,,17,29,115,31,18,00,221,*77
$GPGSV,3,3,12,19,00,168,,21,00,264,,23,00,027,,24,00,071,*7A
Desconectado Autodetectar 4800 B-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir

```

Figura III.52. Datos provenientes del receptor GPS.

Resultado de la prueba

Se comprueba que el campo \$GPRCM contiene los datos de localización geográfica, hora fecha y estado de información, además se verifica que el GPS SPK-GPS-GS405 tarda aproximadamente 13 minutos para entrar en fix después de inicio en frío.

Posteriormente se apaga el GPS SPK-GPS-GS405 por dos horas y luego se lo energiza nuevamente para conocer el tiempo que tarda el receptor GPS en transmitir datos validos después de su inicio cálido, determinando que el GPS SPK-GPS-GS405 le toma alrededor de 5 minutos para alcanzar fix.

4.2. Prueba de integración con el modulo de adquisición de datos.

Para esta prueba vamos a comprobar el comportamiento del dispositivo GPS al ser conectarlo con el modulo de adquisición de datos ya que este nos va ha permitir observar si estoy o no recibiendo tramas de datos y de que tipo como se observa en la figura IV.53.



Figura IV.53. Integración entre el GPS y el modulo de Recepción.

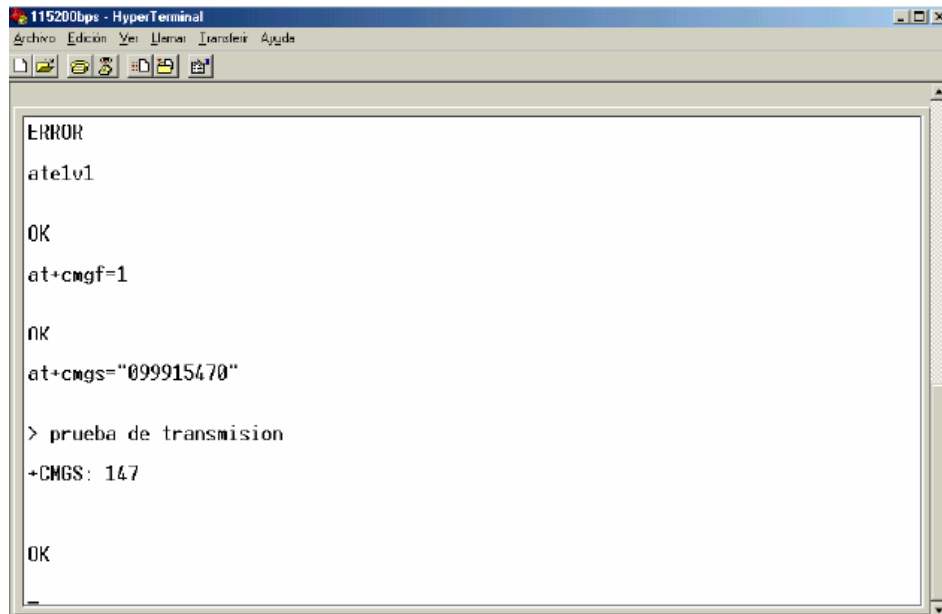
Resultado de la prueba

Como podemos observar el dispositivo GPS está enviando las respectivas tramas de datos y el modulo de adquisición de datos las procesa y manda a visualizar en el LCD la información que necesitamos.

4.1. Pruebas de funcionamiento del Equipo celular Nokia 3220.

El objetivo de la prueba es verificar el enlace serial asincrónico entre la PC y el celular Nokia 3220 conectados a través de un cable DKU-5 utilizando el set de comandos AT.

Para esta prueba los canales de transmisión y recepción serial del celular se conectan al puerto COM1 del PC para realizar una interfaz con el programa Híper Terminal, se configura la comunicación a 9600 bps, 8 bits de datos, ninguna paridad y un bit de parada, luego se coloca el chip inteligente en el interior del equipo celular y posteriormente se alimenta de energía a este equipo. Se observa que tarda 10 segundos en validarse en la red GSM, una vez que el celular accede a la red transmite un comando indicando que se encuentra en modo de operación. Los comandos para inicio de protocolo, operación en mensajes SMS, y funcionamiento en modo texto se transmite al equipo celular, como se aprecia en la figura IV. 54.



```
115200bps - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamas Transferir Ayuda
ERROR
at+cmgfv1
OK
at+cmgf=1
OK
at+cmgs="099915470"
> prueba de transmision
+CMGS: 147
OK
```

Figura IV.54. Comunicación con el Equipo Celular.

Resultado de la prueba

Se verifica que el equipo celular responde con OK cuando el comando es correcto y con ERROR si el comando no tiene la sintaxis adecuada, luego se envían varios mensajes a diferentes números telefónicos comprobando que el modem celular responde a los requerimientos establecidos.

4.2. Pruebas de integración entre el modulo transmisor y el equipo celular

Este modulo transmisor va a ser el encargado de procesar la información suministrada por el modulo receptor y esta a su vez enviarla a través del equipo celular vía SMS como lo muestra en la figura IV. 55.

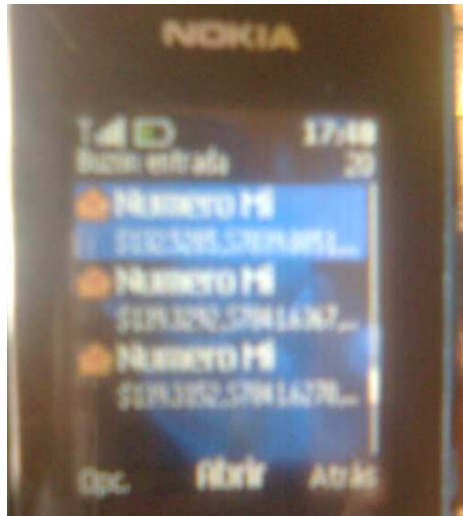


Figura IV.55. Recepción de mensaje sms.

Resultado de la prueba

Como podemos observar las coordenadas geográficas obtenidas por el modulo de recepción, el modulo de transmisión las está enviando vía SMS y nos muestra en el celular en forma de mensaje de texto.

4.3. Pruebas de funcionamiento de la pantalla GLCD.

Estas pruebas llevadas a cabo fueron realizadas para comprobar el correcto funcionamiento de la pantalla GLCD y poder determinar la precisión en la ejecución del procedimiento que será asignado a un determinado punto de la pantalla.

La prueba se realizó visualizando en la pantalla un logotipo de una marca. Se considero tres áreas ubicadas aproximadamente en el centro de la pantalla como se muestra en la figura IV.56.

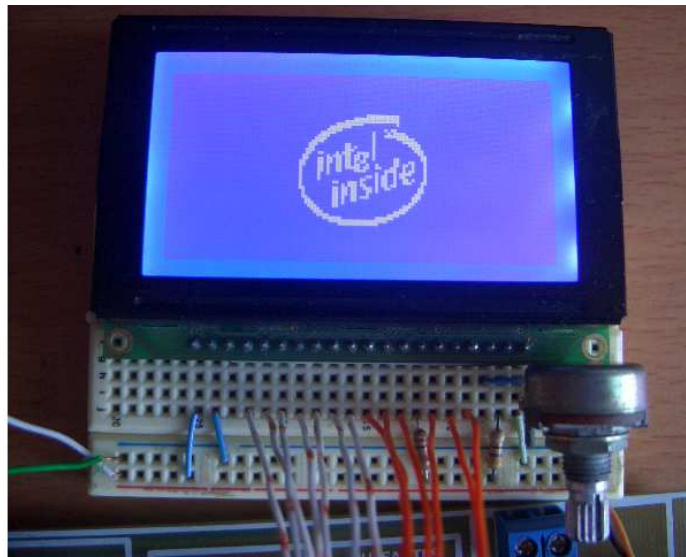


Figura IV.56. Prueba de visualización de pantalla.

Resultado de la prueba.

De las pruebas realizadas se pudo observar que en este tipo de pantallas se va a tener acceso a cada uno de los píxeles por separado, cada uno puede ser accedido y modificado a nuestro convenir, que es lo que queremos para nuestro proyecto.

4.4. Integración de los subsistemas

Luego de ir probando cada uno de los dispositivos y módulos su comportamiento y validez de información vamos a ver el funcionamiento en conjunto de todas las partes del sistema tanto el hardware como el software las pruebas fueron realizadas para tener un correcto desempeño y normal funcionamiento como se observa en la Figura IV.57.



Figura IV.57. Equipo terminado.

CONCLUSIONES

- De las pruebas realizadas en el sistema se concluye que es posible desarrollar un sistema de comunicación inalámbrico para registrar la ubicación de un emisor móvil utilizando las tecnologías satelital GPS y celular GSM.
- Es viable que en un momento determinado se pueda transmitir información geográfica mediante un sistema de red GSM, empleando equipos celulares que disponen de un puerto de comunicación.
- Es factible que los datos de localización de un móvil se recepten en una estación central empleando la red de mensajes de texto SMS como medio de transferencia de información cada mensaje puede llevar datos de posición geográfica y una cabecera para identificación de trama.
- Con el conocimiento de los protocolos de comunicación de las tecnologías satelital GPS y celular GSM es posible realizar una interfaz hombre-máquina empleando una pantalla GLCD la cual mostrara los puntos de ubicación de cada muestra tomada y además guardar esta información en un archivo de formato texto para tener un registro de la trayectoria seguida.
- El uso de los microcontroladores de gama alta brindan una gran cantidad de herramientas adicionales que están diseñados justamente para este tipo de implementaciones donde se requiere un amplio espacio de memoria y velocidad.

- Las pantallas GLCD son una herramienta muy poderosa en cuanto a la implementación de proyectos gráficos ya que gracias a estas podemos evitar el uso de otros dispositivos como hardware adición.
- El software Proteus y el pic C Compiler para PIC, ambos de alto nivel, brindan una gran cantidad de herramientas para la programación y simulación de microcontroladores.
- El equipo desarrollado puede ser la base para ampliaciones en diferentes áreas entre las cuales están: sistemas domóticos, telemedida.
- De los resultados obtenidos el autor considera que este proyecto cumplió con las expectativas propuestas demostrando así que los estudiantes pueden adentrarse en otros campos sin inconvenientes.

RECOMENDACIONES

- En lugares donde no dispone de señal celular GSM se puede incorporar al equipo una microsd para almacenar los datos.
- En caso de aplicaciones donde se maneje gran cantidad de información es posible trabajar con los equipos celulares empleando un canal solo para datos, migrando a la tecnología GPRS (General Packet Radio Service).
- Antes de elegir una pantalla GLCD es recomendable investigar los tipo, costos y usos, para determinar cuál de estas se ajusta de mejor manera a las necesidades de nuestro proyecto.
- Se recomienda investigar los lenguajes de programación que brinden herramientas y librerías necesarias para trabajar con microcontroladores de gama alta.
- Algo muy importante para la protección de la pantalla, evitar no tocar con objetos corto punzantes para evitar rayaduras en la superficie de la pantalla.

RESUMEN

Se diseñó e implementó un Sistema de visualización y trazado de rutas recorridas para grandes ciudades y campos abiertos, con la finalidad de brindar mayor seguridad, evitar pérdidas de tiempo, facilitar la ubicación de un determinado lugar y llevar un registro de las trayectorias recorridas.

En este proyecto se empleó software de programación CCS PCWH y Proteus 7.6. La implementación del hardware se lo realizó con dispositivos electrónicos y una maqueta, la misma que está compuesta por un modulo de visualización que integra una pantalla GLCD, un módulo receptor GPS y un módulo de transmisión de datos vía SMS. A través del módulo receptor, se recibe la información de las coordenadas geográficas las cuales son visualizadas en una pantalla gráfica y almacenadas en una memoria microSD. Estos datos son enviados al módulo de transmisión para, mediante la generación de un pulso, sean enviados vía SMS al receptor, todo el sistema esta basado en microcontroladores y su medio de comunicación son las redes de telefonía celular.

El alcance del sistema esta diseñado para dar cobertura a ciudades o campos abiertos con distancias geográficas de 750 y 1500 metros de longitud y latitud respectivamente, con posibilidad de ampliación.

El sistema puede ser utilizado en cualquier lugar de la ciudad o campo abierto mientras se disponga de red de telefonía celular para la transmisión y recepción de datos.

SUMMARY

Designed and implemented a visualization system and layout of routes traveled to big cities and open fields, in order to provide greater safety, avoiding loss of time, facilitating the location of a particular place and keep track of the paths traveled.

This project used software programming and Proteus PCWH CCS 7.6. The implementation of the hardware was made with electronic devices and a model, it is composed of a display module that integrates a GLCD screen, a GPS receiver module and a module for data transmission via SMS. Through the receiver module, it receives information from the geographic coordinates of which are displayed on a graphical display and stored on a microSD memory. These data are sent to transmission module, by generating a pulse, are sent via SMS to the recipient, the entire system is based on microcontrollers and their media are cellular networks.

The scope of the system is designed to cover cities and open fields with geographic distances of 750 and 1500 meters of longitude and latitude respectively, with possibility of extension.

The system can be used anywhere in the city or open country when there is no cellular network for transmitting and receiving data.

BIBLIOGRAFÍA

1. GARCIA BREIJO, Eduardo. Compilador C CCS y Simulador Proteus para Microcontroladores. Barcelona-España: Ediciones Técnicas Marcombo PIC, 2008. 83-220 p.
2. REYES A., Carlos. Aprenda Rápidamente a Programar Microcontroladores. Quito: Gráficas Ayerve, 2004. 193 p.
3. TOMASI, Wayne. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. México DF-México: Prentice Hall, 2003. 898-899 p.

RECURSOS WEB

COMANDOS AT

1. http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://pinouts.ru/CellularPhones-Nokia/nokia_pop_pinout.shtml

2010/06/03
2. <http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.zeeman.de/wp-content/uploads/2007/09/ubinetics-at-command-set.pdf>

2010/06/05
3. <http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.developershome.com/sms/howToUseHyperTerminal.asp>

2010/06/10

FAT Y SDCARD

1. http://www.zator.com/Hardware/H8_1_2a1.htm

2011/02/16

2. http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php?title=FAT_al_desnudo

2011/03/20

MICROCONTROLADORES

1. <http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.best-microcontroller-projects.com/16F628.html>

2010/07/10

2. <http://www.monografias.com/trabajos18/descripcion-pic/descripcion-pic.shtml>

2010/07/15

3. <http://www.pinguino.org.ve/descargas/Manual%20PIC%2018F4550.pdf>

2010/07/19

PANTALLAS GLCD

1. http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.altadox.com/lcd/knowledge/lcd_display_types.htm

2010/06/15

2. http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.sparkfun.com/commerce/product_info.php%3Fproducts_id%3D710

2010/06/20

3. <http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.geocities.com/dinceraydin/lcd/gfxintro.htm>

2010/06/24

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS

1. <http://www.com.uvigo.es/asignaturas/scvs/trabajos/curso0203/gps/SEGMENTOS%20DEL%20SISTEMA.htm> 2010/

2010/03/07

2. <http://www.alsitel.com/tecnico/gps/sistema.htm>

2010/03/15

3. <http://www.tecnopedroches.hostoi.com/apuntes/t3-4eso.pdf>

2010/03/13

4. <http://tel.abloque.com/telecomunicaciones/tutorial/capitulo6.html>

2010/03/24

SISTEMA GSM

1. <http://bc.inter.edu/facultad/cgonzalezr/ELEN4618/GSM.pdf>

2010/05/02

2. <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Tecnologias%20de%20banda%20angosta/Sitemas%20de%20comunicaciones%20m%F3viles%20%28GSM%29.pdf>

2010/05/07

3. <http://www.telefonos-moviles.com/articles/item.asp?ID=30>

2010/05/17

4. http://es.wikipedia.org/wiki/Bandas_de_frecuencia_GSM

2010/05/23

ANEXOS

ANEXO 1**MANUAL DE USUARIO**

El sistema de visualización de rutas recorridas cuenta con un equipo portable que consta de un teclado, pantalla LCD para visualizar los datos, pantalla GLCD para graficar las coordenadas, botoneras, switch para encendido y apagado.

**TECLADO**

El teclado consta de diferentes teclas que ha su vez realizan diversos procesos entre los mas importantes tenemos:



Inicio: esta tecla nos va a permitir ingresar a la pantalla de menú.

Ok: esta permite va a permitir afirmar el proceso que queremos realizar.

^v: teclas de selección de procesos.

Del: nos va a permitir borrar caracteres mal ingresados.

Grabar: permite grabar un nombre para coordenada.

BOTONES

Este dispositivo cuenta con dos tipos de botones que son:



FIN: permite terminar un proceso.

SMS: permite enviar al receptor coordenadas de posición actual.

SWITCH

Este equipo esta equipado con dos tipos de switche que detallaremos a continuación.

SWITCH-GPS.- Este va ha permitir el encendido del modulo GPS.

SWITCH-EQUIP.- Este tiene la función de encender el sistema de pantallas.

MENU

Después de la pantalla de bienvenida vamos a tener un menú el cual costa de los siguientes procesos a realizar:



Escala 1-50.- aquí vamos ha poder obtener coordenadas cada 50 metros.

Escala 1.-500.- en esta vamos ha poder obtener coordenadas cada 500 metros cabe recalcar que en tanto en la escala 1-50 y 1-500 vamos ha poder grabar la información en una memoria micro sd.

Monitoreo.- este proceso me va ha permitir el monitoreo de los datos cada que llega una coordenada valida al receptor GPS dichas coordenadas no vamos ha poder grabar en la memoria micro sd.

PANTALLA GLCD

Aquí es donde vamos a poder ir visualizando la gráfica de la trayectoria que estamos siguiendo, la trayectoria ideal y posición a la que deseamos llegar.



INGRESO DE COORDENADAS FINALES

Luego que escogemos la escala a la que queremos que se almacene los datos ingresamos la posición final a la que deseamos llegar primero nos pide que ingresemos las coordenadas tanto latitud y longitud respectivamente.



INGRESO DE NOMBRE DE COORDENADA

Aquí podemos ingresar el nombre del lugar donde nos encontramos, mediante el teclado para a su vez grabar la información en la memoria micro sd.

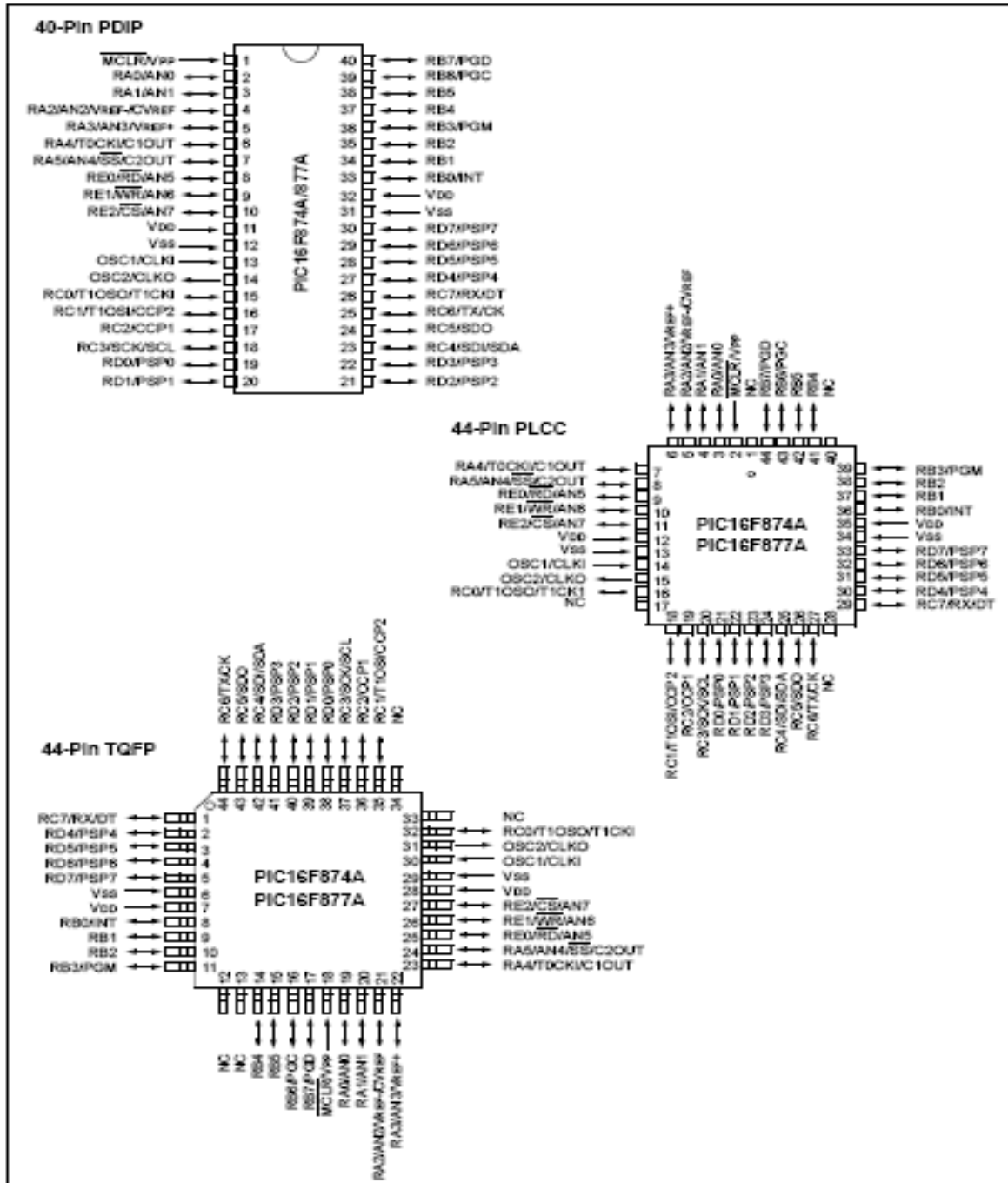


ANEXO 2

DATASHEET DEL MICROCONTROLADOR PIC16F876A

PIC16F87XA


Pin Diagrams (Continued)



PIC16F87XA

FIGURE 2-3: PIC16F876A/877A REGISTER FILE MAP

File Address		File Address		File Address		File Address	
Indirect addr. ⁽¹⁾	00h	Indirect addr. ⁽¹⁾	80h	Indirect addr. ⁽¹⁾	100h	Indirect addr. ⁽¹⁾	180h
TMR0	01h	OPTION_REG	81h	TMR0	101h	OPTION_REG	181h
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h
FSR	04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h
PORTA	05h	TRISA	85h		105h		185h
PORTB	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h
PORTC	07h	TRISC	87h		107h		187h
PORTD ⁽¹⁾	08h	TRISD ⁽¹⁾	88h		108h		188h
PORTE ⁽¹⁾	09h	TRISE ⁽¹⁾	89h		109h		189h
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch	EEDATA	10Ch	EECON1	18Ch
PIR2	0Dh	PIE2	8Dh	EEADR	10Dh	EECON2	18Dh
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh	EEDATH	10Eh	Reserved ⁽²⁾	18Eh
TMR1H	0Fh		8Fh	EEADRH	10Fh	Reserved ⁽²⁾	18Fh
T1CON	10h		90h		110h		190h
TMR2	11h	SSPCON2	91h		111h		191h
T2CON	12h	PR2	92h		112h		192h
SSPBUF	13h	SSPADD	93h		113h		193h
SSPCON	14h	SSPSTAT	94h		114h		194h
CCPR1L	15h		95h		115h		195h
CCPR1H	16h		96h		116h		196h
CCP1CON	17h		97h	General Purpose Register 16 Bytes	117h	General Purpose Register 16 Bytes	197h
RCSTA	18h	TXSTA	98h		118h		198h
TXREG	19h	SPBRG	99h		119h		199h
RCREG	1Ah		9Ah		11Ah		19Ah
CCPR2L	1Bh		9Bh		11Bh		19Bh
CCPR2H	1Ch	CMCON	9Ch		11Ch		19Ch
CCP2CON	1Dh	CVRCON	9Dh		11Dh		19Dh
ADRESH	1Eh	ADRESL	9Eh		11Eh		19Eh
ADCON0	1Fh	ADCON1	9Fh		11Fh		19Fh
General Purpose Register 96 Bytes	20h	General Purpose Register 80 Bytes	A0h		General Purpose Register 80 Bytes		120h	General Purpose Register 80 Bytes	1A0h
			EFh	16Fh		1EFh	
			accesses 70h-7Fh	accesses 70h-7Fh		accesses 70h-7Fh	1F0h
Bank 0	7Fh	Bank 1	FFh	Bank 2	17Fh	Bank 3	1FFh

 Unimplemented data memory locations, read as '0'.
^{*} Not a physical register.

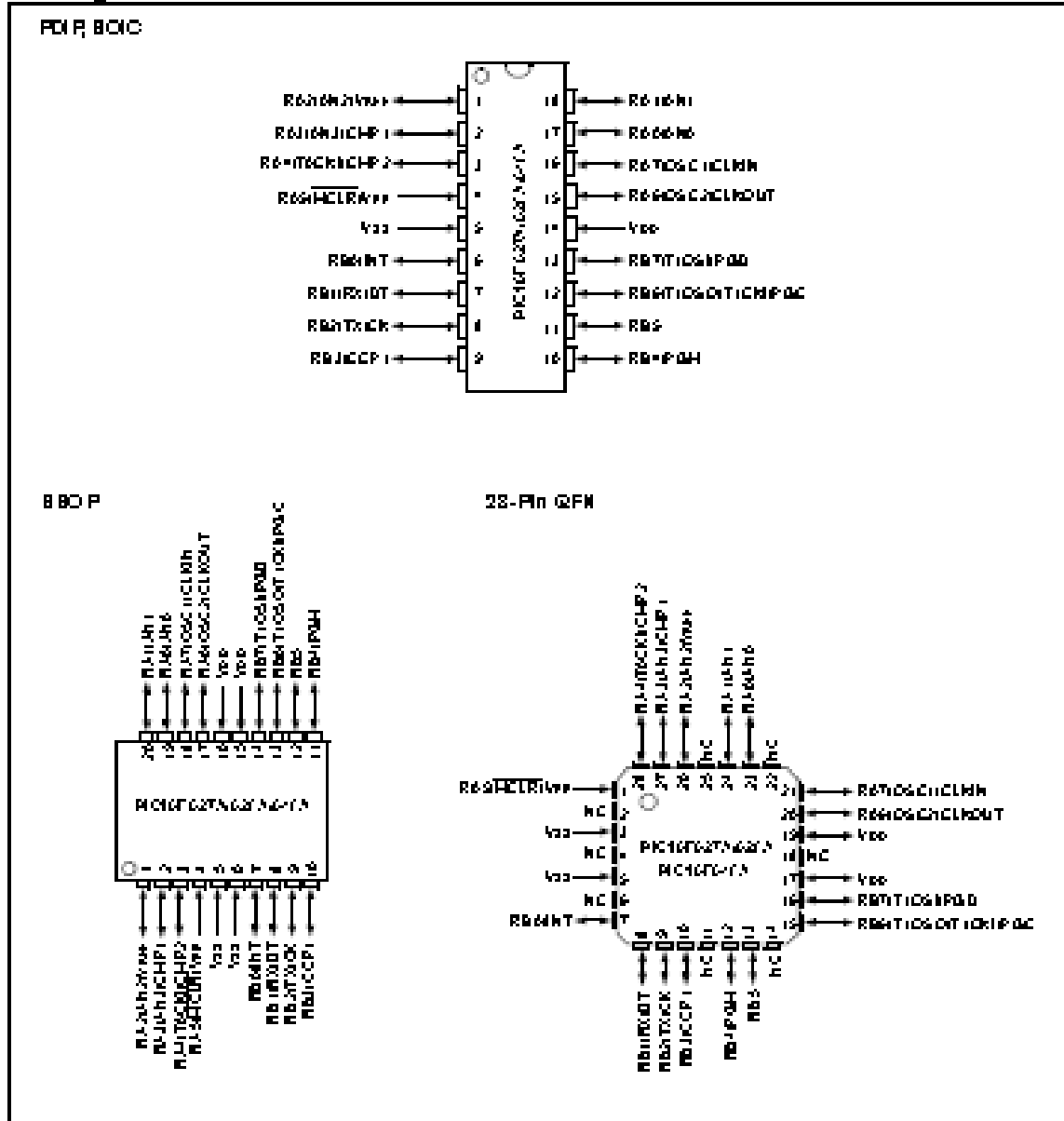
Note 1: These registers are not implemented on the PIC16F876A.
Note 2: These registers are reserved; maintain these registers clear.

ANEXO 3

DATASHEET DEL MICROCONTROLADOR PIC16F628A

PIC16F627A/628A/648A

Pin Diagram 1



PIC16F627A/628A/648A

TABLE 3-2: PIC16F627A/628A/648A PINOUT DESCRIPTION

Name	Function	Input Type	Output Type	Description
RA0/AN0	RA0	ST	CMOS	Bidirectional I/O port I
	AN0	AN	—	Analog comparator input
RA1/AN1	RA1	ST	CMOS	Bidirectional I/O port I
	AN1	AN	—	Analog comparator input
RA2/AN2/VREF	RA2	ST	CMOS	Bidirectional I/O port I
	AN2	AN	—	Analog comparator input
	VREF	—	AN	Vref output
RA3/AN3/COMP1	RA3	ST	CMOS	Bidirectional I/O port I
	AN3	AN	—	Analog comparator input
	COMP1	—	CMOS	Comparator 1 output
RA4/TDCK/COMP2	RA4	ST	OD	Bidirectional I/O port I
	TDCK	ST	—	Timer/D clock input
	COMP2	—	OD	Comparator 2 output
RA5/MCLR/VPP	RA5	ST	—	Input port
	MCLR	ST	—	Master clear. When configured as MCLR, this pin is an active low Reset to the device. Voltage on MCLR/Vpp must not exceed Vpp during normal device operation.
	Vpp	—	—	Programming voltage input
RA6/OSC2/CLKOUT	RA6	ST	CMOS	Bidirectional I/O port I
	OSC2	—	XTAL	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode.
	CLKOUT	—	CMOS	In RC/INTOSC mode, OSC2 pin can output CLKOUT, which has 1/4 the frequency of OSC1.
RA7/OSC1/CLKIN	RA7	ST	CMOS	Bidirectional I/O port I
	OSC1	XTAL	—	Oscillator crystal input
	CLKIN	ST	—	External clock source input. RC biasing pin.
RB0/INT	RB0	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port I. Can be software programmed for internal weak pullup.
	INT	ST	—	External interrupt
RB1/RX/DT	RB1	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port I. Can be software programmed for internal weak pullup.
	RX	ST	—	USART receive pin
	DT	ST	CMOS	Synchronous data I/O
RB2/TX/CK	RB2	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port I. Can be software programmed for internal weak pullup.
	TX	—	CMOS	USART transmit pin
	CK	ST	CMOS	Synchronous clock I/O
RB3/CCP1	RB3	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port I. Can be software programmed for internal weak pullup.
	CCP1	ST	CMOS	Capture/Compare/PWM I/O

Legend: O = Output
 — = Not used
 TTL = TTL Input

CMOS = CMOS Output
 I = Input
 OD = Open Drain Output

P = Power
 ST = Schmitt Trigger Input
 AN = Analog

PIC16F627A/628A/648A

TABLE 3-2: PIC16F627A/628A/648A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

Name	Function	Input Type	Output Type	Description
RB4/PGM	RB4	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt for pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	PGM	ST	—	Low-voltage programming input pin. When low-voltage programming is enabled, the interrupt for pin change and weak pull-up resistor are disabled.
RB5	RB5	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt for pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
RB6/T10S0/TICKI/PGC	RB6	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt for pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	T10S0	—	XTAL	Timer1 oscillator output
	TICKI	ST	—	Timer1 clock input
	PGC	ST	—	ISP™ programming clock
RB7/T10S1/PGD	RB7	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt for pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	T10S1	XTAL	—	Timer1 oscillator input
	PGD	ST	CMOS	ISP data I/O
V _{SS}	V _{SS}	Power	—	Ground reference for logic and I/O pins
V _{DD}	V _{DD}	Power	—	Positive supply for logic and I/O pins

Legend: O = Output
 — = Not used
 TTL = TTL Input

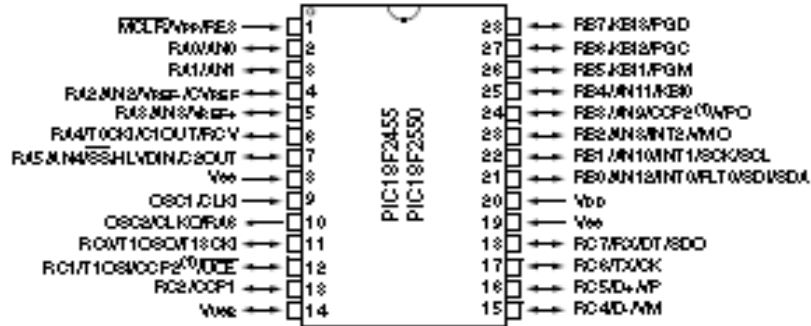
CMOS = CMOS Output
 I = Input
 OD = Open Drain Output

P = Power
 ST = Schmitt Trigger Input
 AN = Analog

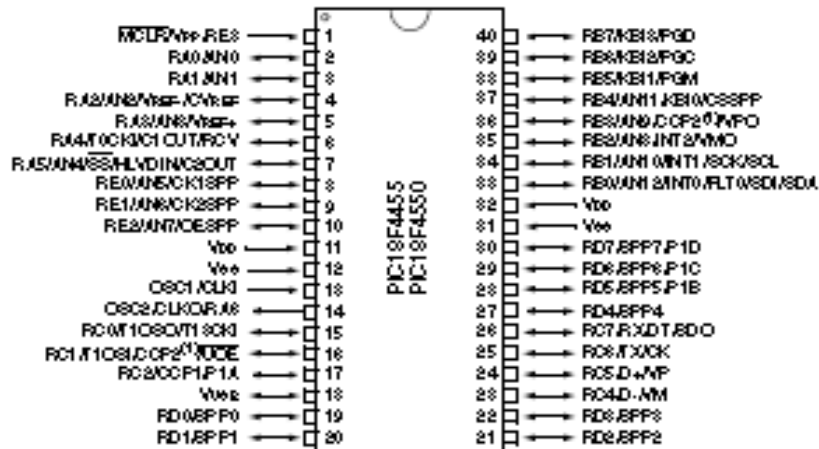
ANEXO 4

DATASHEET DEL MICROCONTROLADOR PIC18F4550

28-Pin PDIP, SOIC



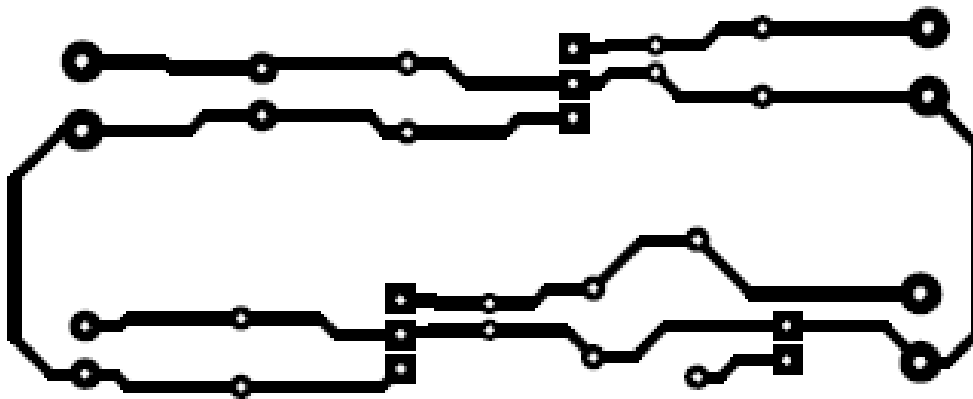
40-Pin PDIP



Note 1: RB3 is the alternate pin for CCP2 multiplexing.

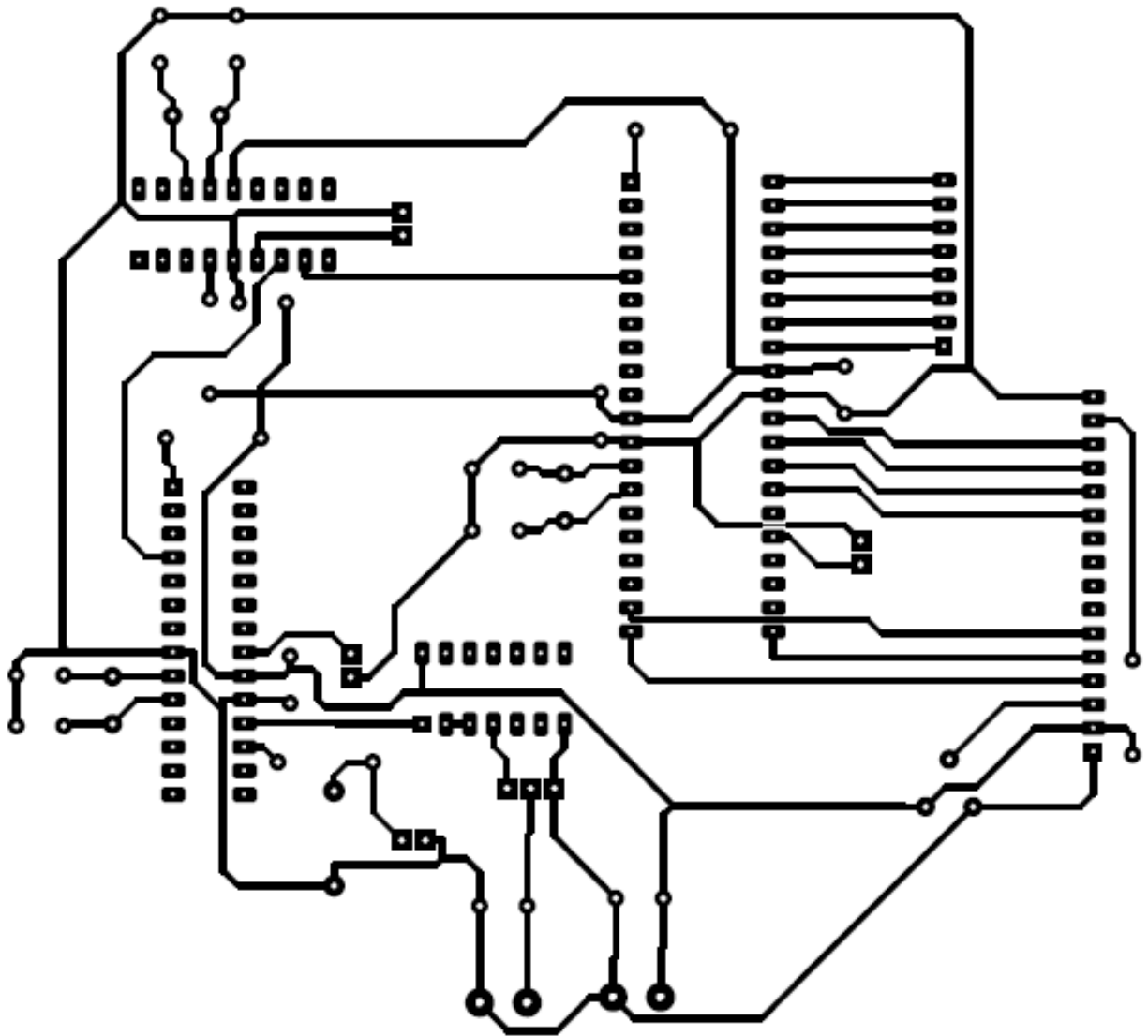
ANEXO 5

DIAGRAMA DE CIRCUITO IMPRESO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN



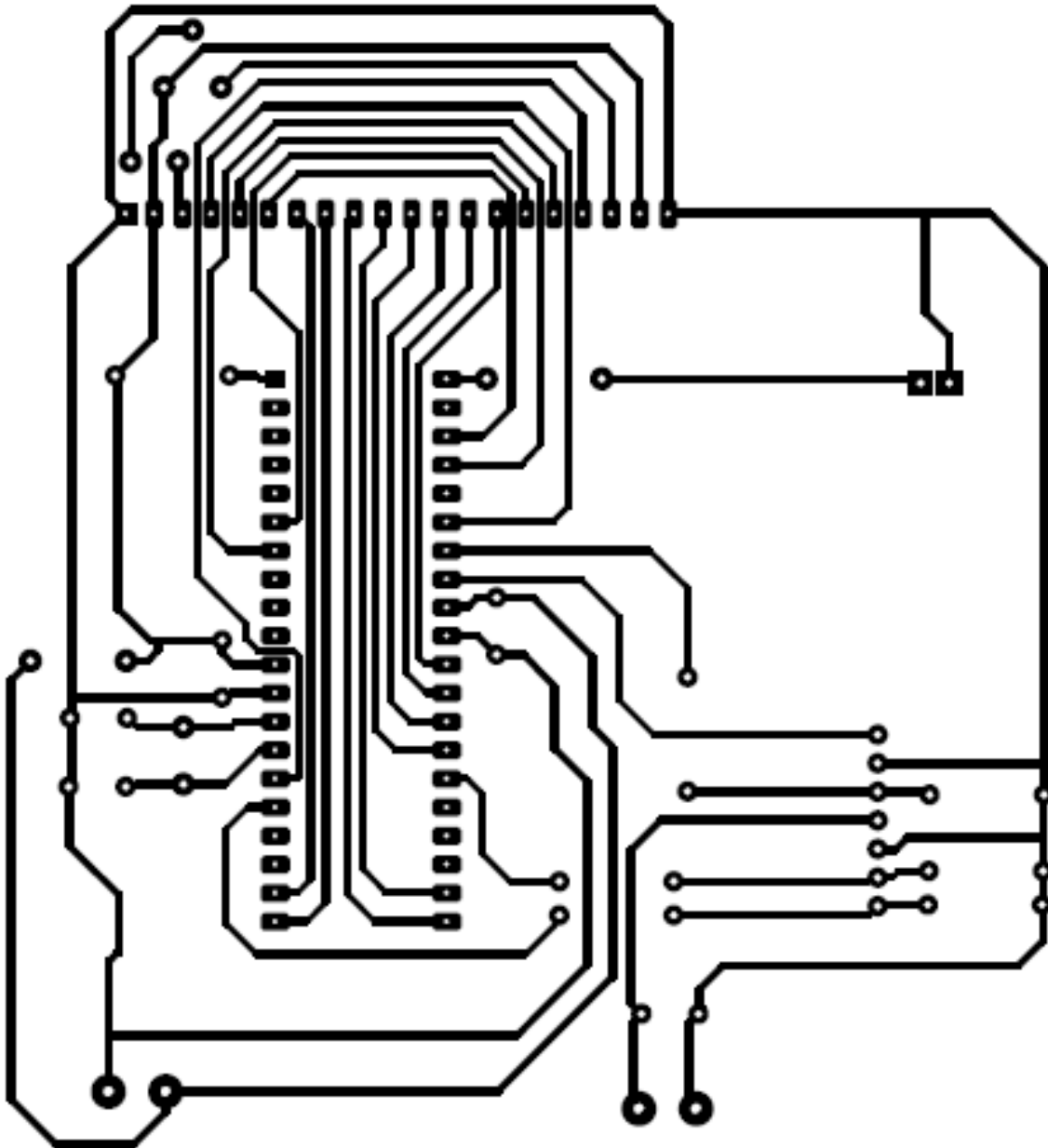
ANEXO 6

DIAGRAMA DE CIRCUITO IMPRESO DEL MODULO DE ADQUISICIÓN,
INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS



ANEXO 7

DIAGRAMA DE CIRCUITO IMPRESO DEL MODULO DE VISUALIZACIÓN Y
ALMACENAMIENTO DE RUTAS RECORRIDAS



ANEXO 8**CODIGO FUENTE DEL ENVIO DE MSM y INTERRUPCIONES**

```
#include <16F628A.h>

#fuses XT,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NOCPD,NOBROWNOUT,NOPUT

#use delay(clock=4000000)

#use rs232(baud=9600, rcv=pin_b1, bits=8, parity=N, stream=TECLADO)

#use rs232(baud=9600, xmit=pin_b2, bits=8, parity=N, stream=TECLADOF)

#use fast_io(B)

char vector[23];

char vector1[3];

char c;

int x;

#INT_EXT

ext_isr(){

    disable_interrupts(GLOBAL);

    c="*";

    fprintf(TECLADOF, "\r");

    FPUTC(c,TECLADOF);

    delay_ms(1000);

    vector1[0]="$";

    vector1[1]="/";

    vector1[2]="*";

    for(x=0;x<=2;x++){
```

```
c=vector1[x];  
FPUTC(c,TECLADOF);  
delay_ms(40);  
}  
c="\r";  
FPUTC(c,TECLADOF);  
enable_interrupts(GLOBAL);  
}  
void cojer()  
{  
char x;  
int j=0;  
do{  
x=fgetc(TECLADO);  
}  
while (x!='$');  
while(x!='*')  
{  
vector[j]=x;  
j++;  
x=fgetc(TECLADO);  
}  
vector[22]="*";  
}
```

```

void main()

{

    set_tris_b(0x00010011);

    port_b_pullups(TRUE);

    enable_interrupts(INT_EXT);    // Habilita la interrupcion

    ext_int_edge(L_TO_H);

    enable_interrupts(GLOBAL);    // Habilita las interrupciones globales.

    for(;;)

    { Cojer();

    for(x=0;x<=22;x++){

    c=vector[x];

    FPUTC(c,TECLADOF);

    delay_ms(40);

    }c="\r";

    FPUTC(c,TECLADOF);

    }}

#include <16F876A.h>

#include <string.h>

#fuses

    XT,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,NOWRT,NOCPD,NOBROWNO

    UT,NOPUT

#use delay(clock=4000000)

#use rs232(baud=4800, rcv=pin_c7, bits=8, parity=N, stream=gps, FORCE_SW,

    disable_ints)

```

```

#use rs232(baud=9600, xmit=pin_c6, bits=8, parity=N, stream=CEL)

#use rs232(baud=9600, xmit=pin_a2, bits=8, parity=N, stream=TECLADO)

#use fast_io(B)

#INT_EXT

ext_isr(){

disable_interrupts(GLOBAL); //Deshabilita las interrupciones

printf("ATDM,000E07D62E33,1101");    // conecta con el movil

putc(0x0D);

delay_ms(16000);

fprintf(CEL,"AT+CMGF=1\n\r"); //Formato texto para operar mensajes de texto

delay_ms(1000); //Espera por respuesta del celular

fprintf(CEL,"ATE0\n\r"); //Desactiva eco del celular

delay_ms(1000);

fprintf(CEL,"at+cmgs="); //Incluye número de destino

fputc("",CEL);

}fprintf(CEL,"098066766");

fputc("",CEL);

fprintf(CEL,"\n\r");

delay_ms(3000);

fprintf(CEL,"%s\n\r",vector1); //Información del GPS

putc(26,CEL); //Envía el mensaje con ctrl+z

delay_ms(6000);

enable_interrupts(GLOBAL);

}

```

ANEXO 9

**CÓDIGO FUENTE DEL MODULO DE VISUALIZACION Y
ALMACENAMIENTO DE RUTAS RECORRIDAS**

Ver archivo adjunto