

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE TELEMÁTICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO DE
SEÑALES GPS”**

POR:

CORTES CAISACHANA DAYCI ELIZABETH

Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN TELEMÁTICA

2010

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Srta. Dayci Elizabeth Cortes como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN TELEMÁTICA.

Ing. PABLO PILATASIG

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Agosto 03 del 2010

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño

A Dios, por ser el maestro de la vida, me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa

A mis Padres, por haberme formado con todo el cariño y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han creído en mí. Este trabajo que me llevo tiempo esfuerzo es para ustedes, por ser la más chica de sus hijas aquí esta lo que ustedes me brindaron, solamente les estoy devolviendo lo que ustedes me dieron en un principio.

A mis hermanos, Sandra, María, Edwin gracias por apoyarme guiarme estar siempre a mi lado y jamás dejarme caer. Cesar para ti por más que ser mi cuñado ah sido mi protector mi orientador te quiero mucho.

A mis sobrinas, Monserrate, Grace, Leslie, Cecibel, Tabata sus risas me hacen crecer y sentirme afortunada de tenerlas conmigo.

Joan, por ser el que siempre me da ánimos y me hace sonreír, por ser el que me ayuda a crecer emocionalmente, gracias mi vida por demostrarme que a pesar de que hubo derrotas, la batalla no estaba perdida, pero sobre todo Gracias por darme ese Amor incondicional esta meta te la dedico con todo mi corazón. Te amo

Dayci Elizabeth Cortez

AGRADECIMIENTO

Dios gracias por darme la sabiduría paciencia y confort para la terminación de este proyecto.

Mi sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera aportaron con sus conocimientos para formarme como excelente profesional, a mis padres Luis Abelardo y Gloria Esmeralda quienes me han impulsado a ser mejor todos los días de mi existencia.

A los Docentes que colaboraron durante la duración para la elaboración de este trabajo.

Agradezco especialmente al Ing. Pablo Pilatasig por haberme ayudado directamente como director en la realización de este proyecto de grado.

Dayci Elizabeth Cortez

RESUMEN

La tecnología de comunicación satelital que antes era inalcanzable para el común de las personas, ahora es más accesible, ya que permite Transferencia de información a altas velocidades (Kbps, Mbps) ideal para comunicaciones en puntos distantes y no fácilmente accesibles geográficamente.

El capítulo I, se relaciona de forma puntual con los temas del presente proyecto de investigación, antecedentes, justificación, planteamiento, objetivos y alcance; a fin de dar a conocer la importancia para desarrollo e implementación del modulo de señales GPS.

El capítulo II, concierne a la fundamentación teórica, se hace referencia a una breve descripción de toda la información acerca de todos los equipos, protocolos, materiales que se utilizaran para la instalación del modulo de señales GPS, conocimiento de vital importancia para fundamentar adecuadamente la presente investigación.

El capítulo III, se relaciona con el desarrollo del tema, presentando de manera detallada como se realizo el diseño implementación y funcionamiento del modulo de señales GPS sistema de seguridad.

El capítulo IV, se anuncia conclusiones y recomendaciones finales de trabajo de graduación.

Dentro de este capítulo incluye bibliografía, glosario y términos de correcto entendimiento y finalmente se indica los anexos respectivos que sustentan el trabajo realizado.

SUMMARY

The technology of satellite communication that before was unattainable for the common of the persons now is more accessible, since it allows Transfer of information high speeds (Kbps, Mbps) ideal for communications in distant and not easily accessible points geographically.

The chapter I, it relates of punctual form to the topics of the present project of investigation, precedents, justification, exposition, aims and scope; in order the importance announces for development and implementation of the module of signs GPS.

The chapter II, it concerns the theoretical foundation, one refers to a brief description of all the information brings over of all the equipments, protocols, materials that were in use for the installation of the module of signs GPS, knowledge of vital importance for basing adequately the present investigation.

The chapter III, it relates to the development of the topic, presenting of way detailed since the design realized implementation and functioning of the module of signs GPS safety system.

The chapter IV, announces conclusions and final recommendations of work of graduation.

Inside this chapter it includes bibliography, glossary and terms of correct understanding and finally are indicated the respective annexes that sustain the realized work.

ÍNDICE GENERAL

Página de Título y Portada _____	I
Certificación _____	II
Dedicatoria _____	III
Agradecimiento _____	IV

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen _____	V
Summary _____	VI

CAPÍTULO I EL TEMA

1.1 Antecedentes _____	1
1.2 Justificación e Importancia _____	1
1.3 Objetivos _____	2
1.3.1 Objetivo general _____	2
1.3.2 Objetivos específicos _____	2
1.4 Alcance _____	2

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Comunicación Satelital _____	3
2.1.1 Definición _____	3
2.1.2 Sistema de comunicación satelital _____	3
2.1.3 Satélites artificiales _____	3
2.1.4 Satélites de posicionamiento _____	3
2.2 Sistema GPS _____	4
2.2.1 Definición _____	4
2.2.2 Funcionamiento GPS _____	4
2.2.3 Características GPS _____	5
2.2.4 Frecuencia GPS _____	5

2.2.5 Usos de un receptor GPS _____	6
2.2.6 Ventajas del GPS _____	7
2.2.7 Limitaciones del GPS _____	7
2.3 Descripción del GPS SiRFstarIII _____	7
2.3.1 Características del SiRFstarIII _____	7
2.3.2 Especificaciones del SIRF STAR III _____	8
2.3.3 Asignación de Pines _____	11
2.4 NMEA _____	12
2.4.1 Definición _____	12
2.4.2 Protocolo NMEA _____	12
2.4.3 Código GPRMC _____	12
2.4.4 Código GPGGA _____	14
2.5 Display LCD _____	14
2.5.1 Definición _____	14
2.5.2 Distribución de Pines _____	15
2.6 Microcontroladores _____	16
2.6.1 Definición _____	16
2.6.2 Distribución del PIC16F887A _____	16
2.6.3 Características del PIC 16F887A _____	17
2.6.4 Función de los Pines 16F887A _____	18
2.7 MAX 232 _____	19

CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares _____	21
3.2 Implementación del Hardware _____	21
3.2.1 Diseño de circuitos electrónicos y requerimientos técnicos _____	21
3.2.1.1 Fuente de poder _____	22
3.2.1.2 Entradas, salidas digitales _____	22
3.2.1.3 Interface GPS _____	23
3.2.1.4 Conexión LCD _____	24
3.2.1.5 Relés de salida _____	25
3.2.1.6 Pulsadores _____	26

3.2.1.7 Interface RS232 _____	27
3.3 Diseño de Placas _____	28
3.4 Implementación del Circuito _____	30
3.5 Implementación del Software _____	30
3.6 Implementación Física _____	42
3.7 Pruebas y Análisis de Resultado _____	43
3.7.1 Informe fase de pruebas _____	47
3.7.2 Análisis de resultados _____	48
3.8 Gastos Realizados _____	49
3.8.1 Costos primarios _____	49
3.8.2 Costos secundarios _____	50
3.8.3 Costo total _____	50
3.9 Análisis costo-beneficio _____	50

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones _____	53
4.2 Recomendaciones _____	54
GLOSARIO DE TÉRMINOS _____	55
BIBLIOGRAFÍA _____	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Propiedades Generales _____	8
Tabla 2. 2 Precisión del GPS _____	8
Tabla 2.3 Adquisición de Tiempo _____	9
Tabla 2.4 Condiciones Dinámicas GPS _____	10
Tabla 2.5 Poder _____	10
Tabla 2.6 Protocolo con el que Trabaja el SiRFstarIII _____	10
Tabla 2.7 Características Físicas _____	11
Tabla 2.8 Descripción de Pines _____	11
Tabla 2.9 Formato de la cadena de datos GPRMC _____	13
Tabla 2.10 Formato de la cadena de datos GPGGA _____	14

Tabla 2.11 Descripción de Pines _____	15
Tabla 3.1 Datos Obtenidos por el Módulo GPS _____	48
Tabla 3.2 Datos Obtenidos por la pagina de coordenadas del internet _____	48
Tabla 3.3 Costos primarios generales del proyecto _____	49
Tabla 3.4 Costos Secundarios _____	50
Tabla 3.5 Costo total _____	50
Tabla 3.6 Módulo Desarrollo Simcom GPS _____	51
Tabla 3.7 GPS Garmin Nuvi 250 Con Cartografía Detallada Del Ecuador _____	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Configuración interna asignación del Pin _____	11
Figura 2.2 Designación de los Pines _____	16
Figura 2.3 Diagrama de Pines del Pic16F887A _____	16
Figura 2.4 Función de los Pines 16F887A _____	19
Figura 2.5 Diagrama de Pines del MAX 232 _____	20
Figura 3.1 Diagrama fuente de poder del Módulo GPS _____	22
Figura 3.2 Diagrama entrada salida digitales del Módulo GPS _____	23
Figura 3.3 Diagrama Interfaces del Módulo GPS _____	24
Figura 3.4 Diagrama Conexiones del LCD del Módulo GPS _____	25
Figura 3.5 Diagrama Relés de salida del Módulo GPS _____	26
Figura 3.6 Diagrama Pulsadores del Módulo GPS _____	27
Figura 3.7 Diagrama de Interface 232 del Módulo GPS _____	28
Figura 3.8 Ventana del Programa MicroCode Studio _____	31

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 3.1 Circuito Impreso Lado de Componentes Módulo GPS _____	29
Foto 3.2 Circuito Impreso Lado de las pistas Módulo GPS _____	29
Foto 3.3 Circuito Conectado _____	30
Foto 3.4 Modulo de Entrenamiento de Señales GPS _____	43
Foto 3.5 Presentación Pantalla Conectado a los Satélites y Pulsador 0 _____	45
Foto 3.6 Pulsador 1 Longitud en grados minutos y Longitud en grados _____	45

minutos _____	
Foto 3.7 Pulsador 2 Latitud en grados minutos y Latitud en grados minutos segundos _____	46
Foto 3.8 Numero de Satélites Enganchados por el GPS _____	47

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Trabajo de graduación Anteproyecto _____	59
ANEXO B Diseño Completo del Módulo GPS _____	60
ANEXO C Silueta del Lado de Componentes del Módulo GPS _____	61
ANEXO D Silueta del Lado de Pistas del Modulo GPS _____	62
ANEXO E Manual de Cadenas Códigos del SiRFstarIII _____	63
ANEXO F Manual de Usuario _____	64

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

Este trabajo se muestra como resultado de una investigación realizada sobre los dispositivos y tecnologías para el mejoramiento del sistema de educación de la carrera de Telemática, cuya información podemos encontrar en el Anexo A.

Los resultados de la investigación establecida determinaron que en la actualidad existen varios dispositivos modernos y métodos de aplicación en la carrera para la enseñanza y desarrollo en el área de comunicaciones, como son las Comunicaciones Satelitales que es un medio de transmisión y recepción actual y nueva generación. La aplicación que se proyecta es mejorar el área de enseñanza de comunicaciones, microcontroladores y electrónica en general.

1.2 Justificación e Importancia

Los últimos avances tecnológicos han permitido trabajar con comunicaciones satelitales desde un aula de clases con instrumentos complementarios, el sistema GPS como medio de transmisión y recepción de datos presentará al alumno innovación en el desarrollo y formación académica.

La principal característica de esta tecnología es que las señales GPS son accesibles para el uso del público en general, no hay cuotas, licencias o restricciones para su empleo y puede ser utilizada para el estudio y desarrollo de los alumnos de la Institución.

Debido a que actualmente existe poco conocimiento de las personas, en lo referente a esta nueva tecnología en comunicaciones, es esencial que el proyecto sirva como punto de partida para empezar a mejorar los laboratorios, que utilizan la carrera de Telemática en especial en el área de microcontroladores y de

Comunicaciones puesto que la carrera está basada, en el área de las Telecomunicaciones e Informática mejorando el nivel académico de la Institución.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Implementar un módulo de entrenamiento de señales GPS utilizando microcontroladores para mejorar el aprendizaje de los alumnos del ITSA.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diseñar un circuito electrónico el cual permita la aplicación de prácticas de comunicación entre microcontroladores y un módulo GPS.
- Construir las placas anteriormente diseñadas y probadas.
- Ejecutar pruebas de funcionamiento del módulo de entrenamiento de señales GPS.
- Instalar el módulo de entrenamiento en el laboratorio de Instrumentación Virtual.

1.4 Alcance

El presente proyecto abarcará la construcción e implementación de un módulo de recepción de señales GPS, estará ubicado en el Laboratorio de Instrumentación Virtual de la carrera de electrónica, pues aquí se realizan las prácticas de la materia de microcontroladores de los alumnos de la carrera de Telemática. El cual está diseñado para realizar la recepción de señales de comunicaciones satelitales (GPS).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Comunicación Satelital

2.1.1 Definición

“Son ondas electromagnéticas que permiten transmitir información por medio de los satélites artificiales.”¹

2.1.2 Sistema de comunicación satelital

“El sistema de comunicaciones vía satélite, está formado básicamente por las estaciones terrenas y el satélite. El objetivo del sistema, es permitir que las estaciones terrenas se comuniquen entre sí, utilizando al satélite como una estación repetidora.”²

2.1.3 Satélites artificiales

“Se denomina satélite artificial a cualquiera de los objetos puestos en órbita alrededor de la Tierra con gran variedad de fines, científicos, tecnológicos y militares”³. Un satélite es cualquier objeto fabricado en la tierra, que orbita alrededor de otro, que se denomina principal son enviados al exterior en vehículos de lanzamiento. Son muy útiles para el hombre moderno, son los protagonistas principales de las comunicaciones.

2.1.4 Satélites de posicionamiento

El GPS funciona mediante un método de triangulación, con una red de “32 satélites (28 operativos y 4 de respaldo) en órbita sobre el globo, a

¹ <http://mafer-cadi.blogspot.com/2009/07/conceptos-de-la-unidad-1-y-2.html>

² <http://www.slideshare.net/lilyalex/comunicacin-satelital>

³ <http://ctasatelitesartificiales.wordpress.com/concepto-de-satelite-artificial/>

20, 200 km, con trayectorias sincronizadas, para cubrir toda la superficie de la Tierra.”⁴

2.2 Sistema GPS

2.2.1 Definición

El GPS, sistema de posicionamiento global por sus siglas en inglés Global Positioning System, permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros, proporciona una dirección disponible nueva, única e instantánea, para cada punto de la superficie del planeta.

2.2.2 Funcionamiento GPS

Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Exactamente, recibe dos tipos de datos, “los datos del Almanaque, que consiste en una serie de parámetros generales sobre la ubicación y la operatividad de cada satélite en relación al resto de satélites de la red, esta información puede ser recibida desde cualquier satélite, y una vez que el Receptor GPS tiene la información del último Almanaque recibido y la hora precisa, sabe dónde buscar los satélites en el espacio”⁵, Los datos Efemérides son la otra serie que entrega el GPS, estos datos hacen relación con datos de los satélites precisos, los que son receptados por el GPS, estos datos son exclusivos de cada satélite y se utilizan para calcular la distancia exacta del receptor al satélite. Cuando el Receptor ha captado la señal de al menos tres satélites, calcula su propia posición en la Tierra mediante la triangulación de la posición de los satélites captados, y nos presentan los datos de Longitud, Latitud y Altitud calculados. Los Receptores GPS pueden recibir, y habitualmente lo hacen, la señal de más de tres satélites para calcular su posición. En principio, cuantas más señales reciben, más exacto es el cálculo de posición.

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

⁵ <http://www.efdeportes.com/efd9/gps.htm#nota3>

2.2.3 Características GPS

“Una de las características de los GPS es que constan de tres partes El segmento del espacio, el segmento del usuario y el segmento de control.

- El segmento del espacio o sistema de satélites, consiste en 28 satélites que están en una órbita de 11000 millas náuticas sobre la tierra.
- El segmento del usuario consiste, en un Receptor que puede ser llevado en la mano o dentro del auto.
- El segmento de control consiste en estaciones terrestres (5 en total, distribuidas alrededor del mundo) que monitorean a los satélites para que trabajen con precisión.”⁶

Otra característica existen en los Receptores GPS es que son de 2 tipos.

- Fijos, son de mayor tamaño, funcionan alimentados por baterías de automóviles, aviones o barcos, y tienen antenas exteriores independientes. Habitualmente van interconectados a otros instrumentos electrónicos como radares, sondas, plotters, pilotos automáticos, etc.
- Portátiles, son mucho más pequeños pueden funcionar por medio de pilas o cualquier tipo de energía. Las antenas suelen ir instaladas en el interior del Receptor, (la mayoría tiene disponible antenas exteriores que se adquieren como opcionales), aunque también las hay desmontables para poder ser instaladas en el exterior. Algunos modelos portátiles también pueden interconectarse con otros instrumentos electrónicos.

2.2.4 Frecuencia GPS

Se han creado dos tipos de frecuencia de los GPS frecuencia militares y frecuencia civiles, estas transmiten datos en dos códigos diferentes, frecuencia militar.

⁶ http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamiento_global

“CODIGO P: El código exacto, está reservado para un uso estrictamente militar y como su propio nombre lo indica ofrece la máxima exactitud y precisión. Se emite en la frecuencia de 1.227,6 MHz.

Frecuencias civiles

CODIGO SPS: El código de adquisición ordinaria, también es el código destinado a uso civil. Todos los Receptores GPS ‘civiles’ están sintonizados con este código. Se emite en la frecuencia de 1.575,42 MHz”⁷

2.2.5 Usos de un receptor GPS

Naturalmente, podemos utilizar nuestro Receptor GPS, para todo aquello en lo que creamos que nos puede ser útil. No obstante, debemos tener en cuenta que son, exclusivamente, Receptores de datos.

La función principal de un GPS es informar sobre la posición que ocupa el Receptor, por medio de las coordenadas de longitud y latitud, de manera que dicha posición pueda situarse con facilidad en un mapa o plano.

Posición: Indicar la ubicación del GPS. Facilita la localización casi exacta del Receptor. Para ello el GPS tiene que haber captado las señales emitidas al menos por tres satélites.

Altura: al captar 4 o más satélites, el GPS indica la altura sobre el nivel del mar. (Sensible a Disponibilidad Selectiva)

Tiempo: una vez inicializado el GPS, aunque no reciba señales satelitales indica la hora y fecha, si recibe señales indica la hora exacta.

Distancia: informa la distancia que falta en línea recta, para llegar a nuestro punto de destino.

Hora: (Time) Selecciona el formato de la hora, se puede elegir entre UT.

⁷ <http://www.clubdelamar.org/sistemagps.htm>

(Universal time) y GMT. Algunos modelos también traen la hora local.

2.2.6 Ventajas del GPS

En síntesis, se puede entender el GPS como un sistema, que facilita la posición en la tierra y altitud, con una precisión casi exacta, incluso en condiciones meteorológicas muy adversas.

2.2.7 Limitaciones del GPS

Las señales emitidas por los satélites, se comportan en cierto modo como la luz, porque pueden traspasar el cristal y el plástico, sin embargo no pasan a través de montañas, túneles, edificios, superficies metálicas o estructuras similares. La antena de los Receptores, debe estar orientada de forma que tenga "acceso visual" a los satélites.

2.3 Descripción del GPS SiRFstarIII

SiRFstarIII es un Receptor GPS de alta sensibilidad, componente electrónico fabricado con la Tecnología de SiRF. Los circuitos integrados del microcontrolador del GPS interpretan las señales del GPS con los satélites y determinan la posición del Receptor del GPS.

2.3.1 Características del SiRFstarIII

Los componentes electrónicos del SiRFstarIII, se distingue de anteriores GPS de SiRF, y de los chipsets del GPS hechos por otros fabricantes por:

- En gran parte debido a su capacidad de adquirir y de mantener una cerradura de la señal en ambientes urbanos, o denso cubiertos del bosque.
- El Tiempo menor que toma para el Receptor SiRFstarIII GPS para adquirir las señales basadas en los satélites y que determina la posición inicial.

Las capacidades mejoradas de los componentes electrónicos de SiRFstarIII son hechas posibles por varias características.

2.3.2 Especificaciones del SIRF STAR III

Tabla 2.1 Propiedades General

Frecuencia	157,42Mhz
Canales	20
Sensibilidad del Receptor	-159
Código C/a	023 MHz

Fuente:http://seniord.ece.iastate.edu/dec0803/manuals/EM-406%20Product_Guide1.pdf

Elaborado por: Dayci Cortes

Tabla 2.2 Precisión del GPS

Posición	10 metros, 2D RMS 5metros2D RMS, WAAS habilitado
Canales	20
Velocidad	0.1 m/s 0,1 m / s
Tiempo	1 μ s sincronizado al tiempo GPS

Fuente:http://seniord.ece.iastate.edu/dec0803/manuals/EM-406%20Product_Guide1.pdf

Elaborado por: Dayci Cortes

La precisión del GPS SiRFstarIII se visualiza con una notación "RMS significa, que se trata de un error aleatorio que degrada la exactitud de nuestra posición, en cualquier dirección, mientras que la notación 2D significa que ese error aleatorios, se produce en dos dimensiones (latitud y longitud)"⁸ es decir que este GPS cuenta con un error de 5 a 10 metros.

⁸ <http://es.oocities.com/johannarodriguezcardenas/epps/t2.htm>

WAAS “(*Wide Area Augmentation System*) es un Sistema de Aumentación Basado en Satélites desarrollado por Estados Unidos. Está ideado como un complemento para la red GPS, para proporcionar una mayor precisión y seguridad en las señales, permitiendo una precisión en la posición menor de dos metros.

El sistema consta de 24 estaciones de vigilancia, llamadas estaciones de referencia de área amplia o WRS (*Wide-area Reference Stations*), 2 estaciones maestras o WMS (*Wide-area Master Stations*), 6 antenas para la retransmisión de datos GES (*Ground Earth Stations*) y 3 satélites geoestacionarios.”⁹

Tabla 2.3 Adquisición de Tiempo

Readquisición	0,1 seg. El promedio
Arranque en caliente	38 seg. El promedio
Tiempo Arranque en frío	42 seg. El promedio

Fuente:http://seniord.ece.iastate.edu/dec0803/manuals/EM-406%20Product_Guide1.pdf

Elaborado por: Dayci Cortes

Cuando el GPS se enciende necesita de un tiempo de espera para su funcionamiento de 42 seg, para enganchar la señal con satélite, si se ha perdido la señal del GPS – Satélite este cuenta con 0,1 seg, para poderse enganchar nuevamente, si el GPS es apagado por un lapso de tiempo no muy grande este se demorara un tiempo de 38 seg para realizar una conexión GPS- Satélite.

⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Wide_Area_Augmentation_System#Elementos_del_sistemas_WAAS

Tabla 2.4 Condiciones Dinámicas GPS

Altitud limite que trabaja el GPS	18000 metros
Velocidad	515 metros como máximo
Aceleración	Menos de 4g

Fuente:http://seniord.ece.iastate.edu/dec0803/manuals/EM-406%20Product_Guide1.pdf

Elaborado por: Dayci Cortes

Tabla 2.5 Poder

Energía Principal	4.5V,6.5V entrada de CC
Consumo de Energía	70 Ma

Fuente:http://seniord.ece.iastate.edu/dec0803/manuals/EM-406%20Product_Guide1.pdf

Elaborado por: Dayci Cortes

Tabla 2.6 Protocolo con el que Trabaja el SiRFstarIII

Nivel Eléctrico	Nivel TTL, voltaje de Nivel de salida: 0V 2.85V
Velocidad de Transmisión	4800 bps
Imprime un Código de caracteres	NMEA 0813 GGA,GSA,GSV,RMC,VTG,GGL

Fuente:http://seniord.ece.iastate.edu/dec0803/manuals/EM-406%20Product_Guide1.pdf

Elaborado por: Dayci Cortes

Tabla 2.7 Características Físicas

Dimensión	30mm x 30 mm x10.5mm
Temperatura de funcionamiento	-40°C a +85°C

Fuente: http://seniord.ece.iastate.edu/dec0803/manuals/EM-406%20Product_Guide1.pdf

Elaborado por: Dayci Cortes

2.3.3 Asignación de Pines

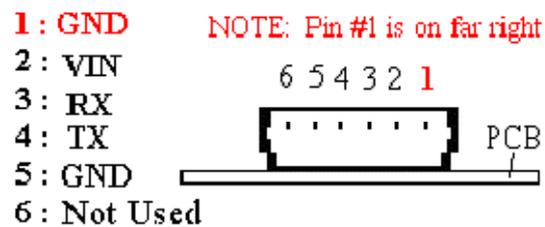


Figura 2.1 Configuración interna asignación del Pin

Fuente: http://seniord.ece.iastate.edu/dec0803/manuals/EM-406%20Product_Guide1.pdf

Tabla 2.8 Descripción de Pines

VIN alimentación de entrada DC	Entrada Principal para la fuente de DC para una entrada 4.5V y 6.5V
Tx	Canal principal para la transmisión navegación y medición de la salida
Rx	Principal canal para recibir comandos de software para el circuito.
GND	Proporciona la base para la placa para la conexión a tierra.

Fuente: http://seniord.ece.iastate.edu/dec0803/manuals/EM-406%20Product_Guide1.pdf

Elaborado por: Dayci Cortes

2.4 NMEA

2.4.1 Definición

Es una especificación combinada eléctrica y de datos entre aparatos electrónicos y Receptores GPS. Para protocolos normalizados de transmisión de datos.

2.4.2 Protocolo NMEA

Es un protocolo que se usa en los Receptores de los GPS para transmitir datos, se transmite por medio de un circuito de Interface, de entrada y salida con el intercambio de datos binarios. El protocolo NMEA 0183 se transmite con cadenas que incluyen códigos ASCII. “Cada cadena comienza con el signo dólar (\$) y termina con un salto de línea de retorno de carro (<CR> <LF>). Los datos son delimitados por comas, todas las comas deben ser incluidos ya que funcionan como marcadores.”¹⁰

2.4.3 Código GPRMC

Es uno entre los muchos códigos fuentes que presentan el SiRFstarIII que está sujeto por el protocolo NMEA. Es un conjunto de códigos, que presentan datos del GPS y son transportados al Receptor para almacenarlos, ejecutarlos, presentarlos por medio de un programa en una pantalla.

¹⁰ <http://www.kh-gps.de/nmea-faq.htm>

Tabla 2.9 Formato de la cadena de datos GPRMC

\$GPRMC,161229.487,A,3723.2475,N,12158.3416,W,0.13,309.62,120598,,*10

Nombre	Ejemplo	Unidades	Descripción
ID mensaje	\$GPRMC		RMC cabecera de protocolo
Tiempo UTC	161229.487		hhmmss.sss
Estado	A		A=dato valido o V=dato invalido
Latitud	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicador	N		N=Norte o S=Sur
Longitud	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicador	W		E=Este o W=Oeste
Velocidad sobre la tierra	0.13	Nudos	
Curso sobre la tierra	309.62	Grados	Verdadero
Fecha	120598		Ddmmyy
Variación Magnética		Grado	E=east or W=west
Suma de verificación	*10		Una suma de verificación una forma de control de redundancia, una medida muy simple para proteger la integridad de datos.
<CR><LF>			Terminación del mensaje

Fuente:http://seniord.ece.iastate.edu/dec0803/manuals/EM-406%20Product_Guide1.pdf

Elaborado por: Dayci Cortes

2.4.4 Código GPGGA

Es otro código del SiRFstarIII consta con datos parecidos GPRMC pero incluye otras variaciones como número de satélites, altitud etc.

Tabla 2.10 Formato de la cadena de datos GPGGA

\$GPGGA, 161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,M,,,0000*18

Nombre	Ejemplo	Unidades	Descripción
ID mensaje	\$GPGGA		GGA cabecera de protocolo
Tiempo UTC	161229.487		hhmmss.sss
Latitud	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicador	N		N=Norte o S=Sur
Longitud	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicador	W		E=Este o W=Oeste
Arreglo de posición de Indicador	1		Mirar tabla B-3
Satélites usados	07		Rango de 0 a 12
HDOP	1.0		Dilución de precisión horizontal
Altitud	9.0	Metros	
Unidades	M	Metros	
Genoide de Separación		Metros	
Unidades	M	Metros	
Años de Diff. Corr.		Segundos	Campos nulos cuando se utiliza DGPS
ID. diferentes estaciones	0000		
Suma de verificación	*18		Una suma de verificación una forma de control de redundancia, una medida muy simple para proteger la integridad de datos.
<CR><LF>			Terminación del mensaje

Fuente:http://seniord.ece.iastate.edu/dec0803/manuals/EM-406%20Product_Guide1.pdf

Elaborado por: Dayci Cortes

2.5 Display LCD

2.5.1 Definición

Es un dispositivo de pantalla de cristal líquido posibilita “mostrar mensajes, que indican el estado de la máquina para dar instrucción de manejo, mostrar valores

el LCD permite la comunicación entre la máquina y el ser humano este puede mostrar cualquier carácter ASCII¹¹, los LCD son pantallas delgadas y planas, formadas por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora.

2.5.2 Distribución de Pines

Tabla 2.11 Descripción de Pines

PIN	NOMBRE	FUNCION
1	Vss	Tierra
2	Vdd	5 V
3	Vee	Voltaje de contraste (ajustable con potenciómetro) en general queda bien al conectarlo a tierra
4	RS	Register Select. 0 para escribir comando, 1 para escribir carácter
5	R/W	Read / Write. 0 para escribir al LCD. 1 para leer del LCD
6	E	Enable, hace las veces de clock
7	D0	data 0, bit menos significativo de los datos
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	data 7, bit más significativo de los datos
15	NC	No conectado, en otros LCD se usa para el BackLight
16	NC	No conectado, en otros LCD se usa para el BackLight

Fuente: <http://www2.ing.puc.cl/~iee2782/lcd.html>

Elaborado por: Dayci Cortes

¹¹ Microcontroladores PIC Programación en Basic, Reyes Carlos, segunda edición, 2006, Pag79

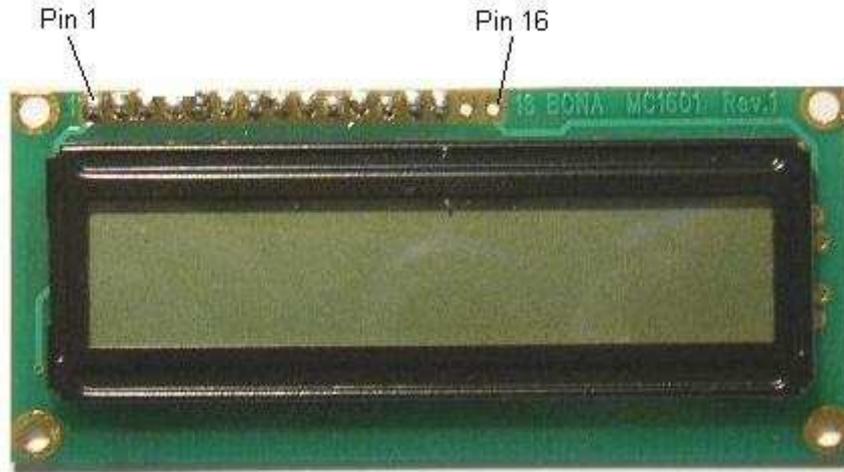


Figura 2.2 Designación de los Pines

Fuente: <http://www2.ing.puc.cl/~iee2782/lcd.html>

2.6 Microcontroladores

2.6.1 Definición

Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida).

2.6.2 Distribución del PIC16F887A

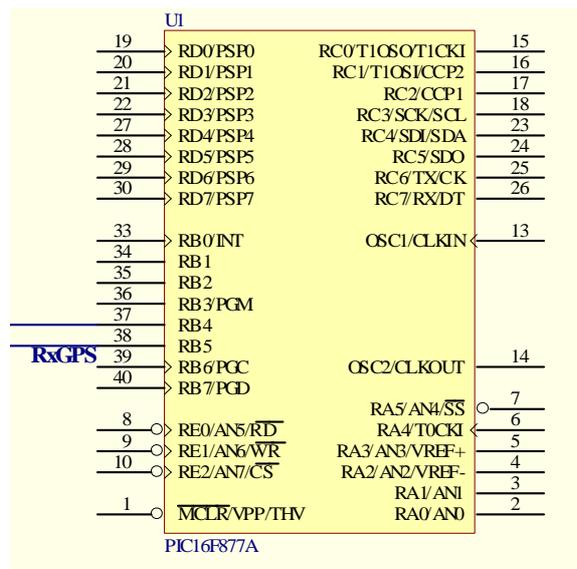


Figura 2.3 Diagrama de Pines del Pic16F887A

Fuente: www.datasheetcatalog.com

2.6.3 Características del PIC 16F887A

- Memoria flash de programa 8 K por 14 bits.
- Memoria de datos (RAM)368 bytes
- Memoria de datos EEPROM 256 bytes
- Timer en encendido (PWRT)
- Protección programable de código
- Lectura / escritura de la CPU a la memoria de la flash del programa.
- Voltaje de trabajo 2.0 a 5.5 volts
- Consumo de corriente 25 mA

2.6.4 Función de los Pines 16F887A

Pin Name	PDIP, SOIC, SSOP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	9	6	I I	ST/CMOS ⁽³⁾	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2 CLKO	10	7	O O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP MCLR VPP	1	26	I P	ST	Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input.
RA0/AN0 RA0 AN0	2	27	I/O I	TTL	PORTA is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Analog input 0.
RA1/AN1 RA1 AN1	3	28	I/O I	TTL	Digital I/O. Analog input 1.
RA2/AN2/VREF-/ CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF	4	1	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input. Comparator VREF output.
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	5	2	I/O I I	TTL	Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input.
RA4/T0CKI/C1OUT RA4 T0CKI C1OUT	6	3	I/O I O	ST	Digital I/O – Open-drain when configured as output. Timer0 external clock input. Comparator 1 output.
RA5/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT	7	4	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. Comparator 2 output.
RB0/INT RB0 INT	21	18	I/O I	TTL/ST ⁽¹⁾	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs. Digital I/O. External interrupt.
RB1	22	19	I/O	TTL	Digital I/O.
RB2	23	20	I/O	TTL	Digital I/O.
RB3/PGM RB3 PGM	24	21	I/O I	TTL	Digital I/O. Low-voltage (single-supply) ICSP programming enable pin.
RB4	25	22	I/O	TTL	Digital I/O.
RB5	26	23	I/O	TTL	Digital I/O.
RB6/PGC RB6 PGC	27	24	I/O I	TTL/ST ⁽²⁾	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock.
RB7/PGD RB7 PGD	28	25	I/O I/O	TTL/ST ⁽²⁾	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data.

RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	11	8	I/O O I	ST	PORTC is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2	12	9	I/O I I/O	ST	Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RC2/CCP1 RC2 CCP1	13	10	I/O I/O	ST	Digital I/O. Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output.
RC3/SCK/SCL RC3 SCK SCL	14	11	I/O I/O I/O	ST	Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I ² C mode.
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	15	12	I/O I I/O	ST	Digital I/O. SPI data in. I ² C data I/O.
RC5/SDO RC5 SDO	16	13	I/O O	ST	Digital I/O. SPI data out.
RC6/TX/CK RC6 TX CK	17	14	I/O O I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous transmit. USART1 synchronous clock.
RC7/RX/DT RC7 RX DT	18	15	I/O I I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous receive. USART synchronous data.
VSS	8, 19	5, 6	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	20	17	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

Figura 2.4 Función de los Pines 16F887A

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39582b.pdf>

2.7 MAX 232¹²

El Circuito Integrado MAX232 es la solución para transmitir a mayor distancia, debido a que incrementa los niveles de voltaje de 5 V. a más o menos 10V.

El MAX232 soluciona la conexión necesaria, para lograr comunicación entre el puerto serie de una PC y cualquier otro circuito, con funcionamiento en base a señales de nivel TTL/CMOS.

El circuito integrado posee dos convertidores de nivel TTL a RS232 y otros dos que, a la inversa, convierten de RS232 a TTL.

Estos convertidores son suficientes para manejar, las cuatro señales más utilizadas del puerto serie del PC, que son TX, RX, RTS y CTS.

TX es la señal de transmisión de datos, RX es la de recepción, y RTS y CTS se utilizan, para establecer el protocolo en el envío y recepción de los datos.

¹² Microcontroladores PIC Programación en Basic, Reyes Carlos, segunda edición, 2006, Pag135

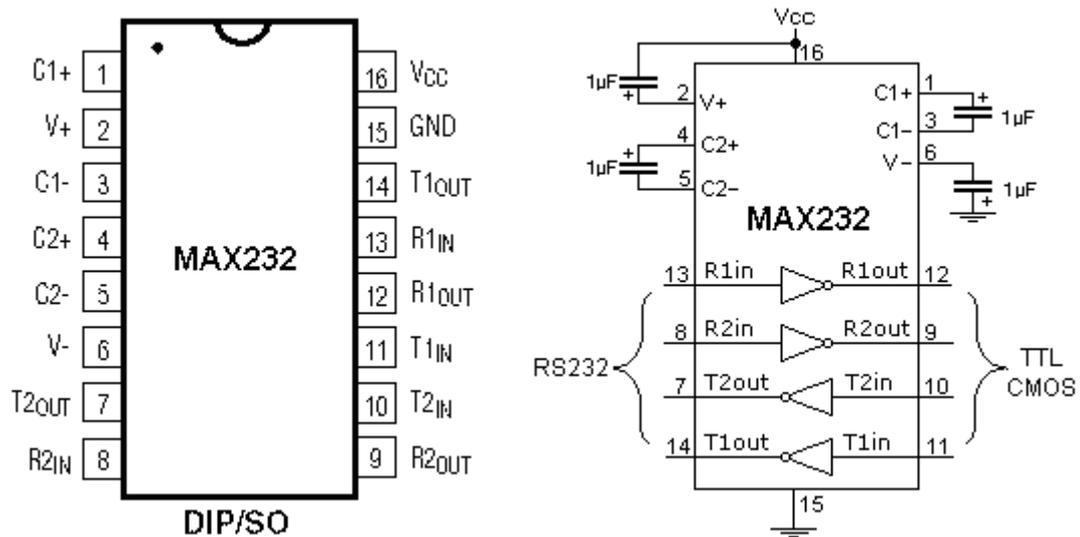


Figura 2.5 Diagrama de Pines del MAX 232

Fuente: http://axxon.com.ar/rob/Comunicacion_max232.htm

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

El presente proyecto fue diseñado para proponer una nueva alternativa, en cuanto a aplicaciones de comunicación Satelital con ayuda de microcontroladores.

Como este proyecto servirá de muestra para posteriores aplicaciones en comunicaciones satelitales y microcontroladores, se escogió el laboratorio de instrumentación Virtual del ITSA, este lugar se encuentra disponible para los alumnos de la carrera de Telemática.

Anteriormente el laboratorio permitía el aprendizaje de microcontroladores, para circuitos pequeños o realizados por los alumnos, pero no se combinaba con los Sistemas de Posicionamiento Global.

El nuevo módulo será capaz de ayudar al aprendizaje entre docente y alumno, incentivándolos a innovar su enseñanza y aprendizaje respectivamente, este módulo de entrenamiento con ayuda de una pantalla LCD facilitará la visualización de los datos, que el GPS entrega. Posteriormente se describirá por partes, el procedimiento que se siguió para conseguir con éxito, el propósito planteado.

3.2 Implementación del Hardware

3.2.1 Diseño de circuitos electrónicos y requerimientos técnicos

Para la construcción de este proyecto se realizó un diagrama completo, el cual separado en varios circuitos: fuente de poder, entradas y salida digitales, Interface GPS, conexión LCD, relés de salida, pulsadores, interface RS232

3.2.1.1 Fuente de poder

El circuito de la fuente de poder tiene dos funciones, la primera transformar la señal alterna o continua proveniente de un transformador reductor, a corriente continua, la segunda regular a un valor seguro y fijo de 5 voltios DC. Para energizar los diferentes circuitos del módulo (Ver figura 3.1)

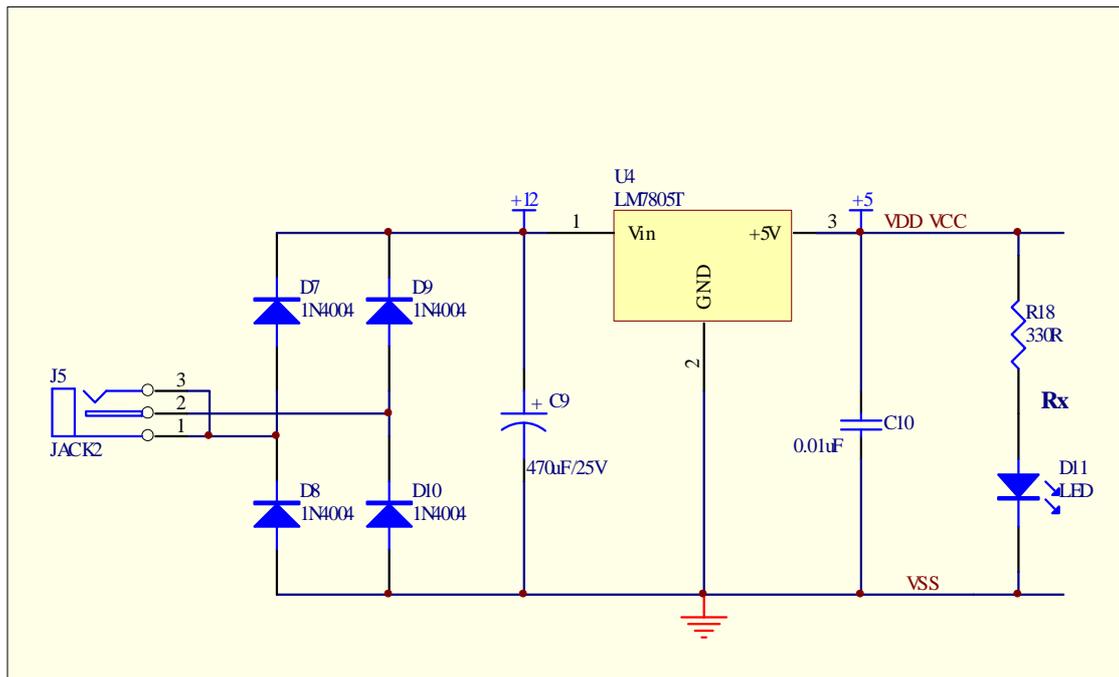


Figura 3.1 Diagrama Fuente de Poder del Módulo GPS

Fuente: Investigación de campo

3.2.1.2 Entradas salidas digitales

Estas entradas son las encargadas de llevar la señal digital, que ingresa en el módulo a través del conector J1, para que el programa los interprete y procese, una vez procesados se activa las respectivas salidas del puerto RD las cuales se las obtiene en el conector J2.(Ver figura 3.2)

Estos conectores son utilizados, para que el estudiante ingrese y obtenga información de microcontrolador, en base a los experimentos que realice.

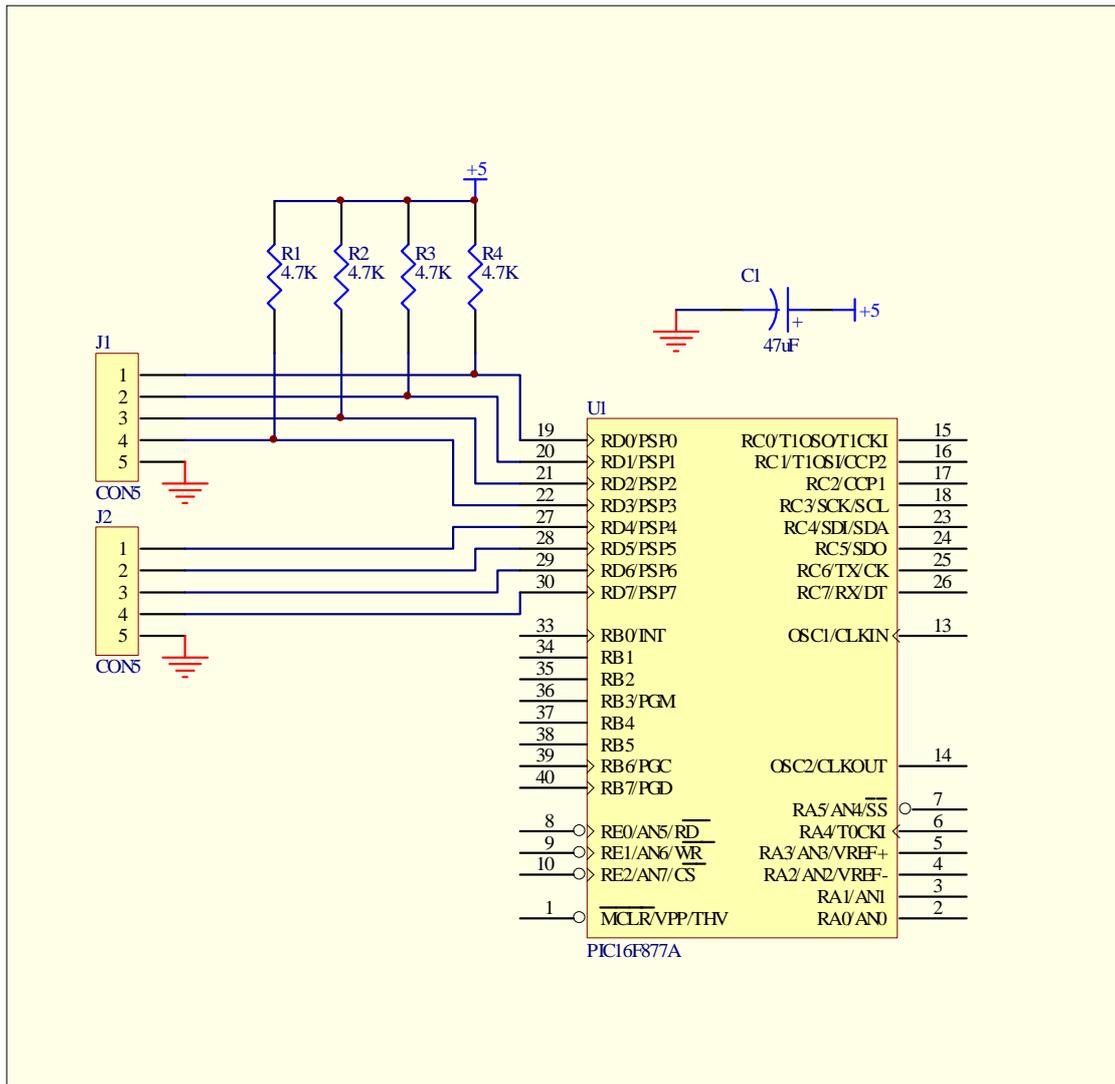


Figura 3.2 Diagrama Entrada Salida Digitales del Módulo GPS

Fuente: Investigación de campo

3.2.1.3 Interface GPS

Es la encargada de energizar al Receptor GPS, y realizar la comunicación entre el microcontrolador y el Receptor. (Ver figura 3.3)

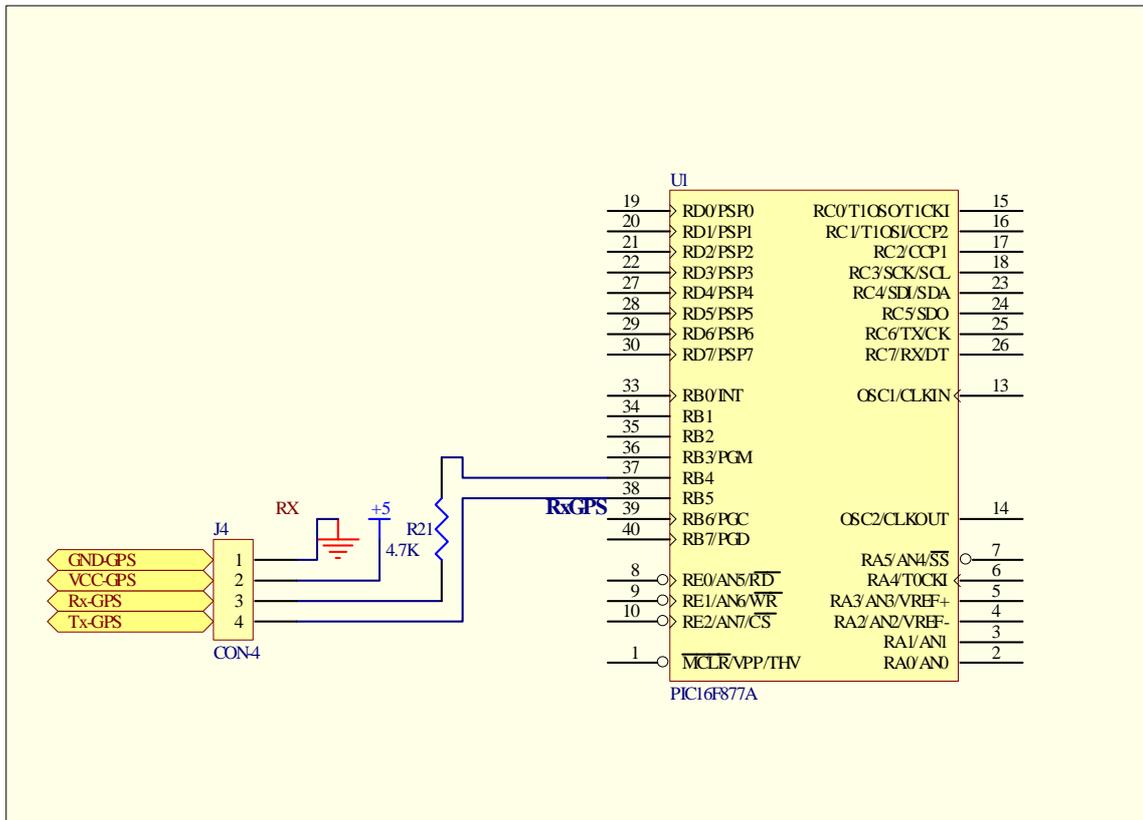


Figura 3.3 Diagrama Interfaces del Módulo GPS

Fuente: Investigación de campo

3.2.1.4 Conexión LCD

El LCD es el encargado de visualizar los datos que fueron leídos por el Receptor y, luego procesados por el programa del microcontrolador, y presentados en el módulo LCD. (Ver figura 3.4)

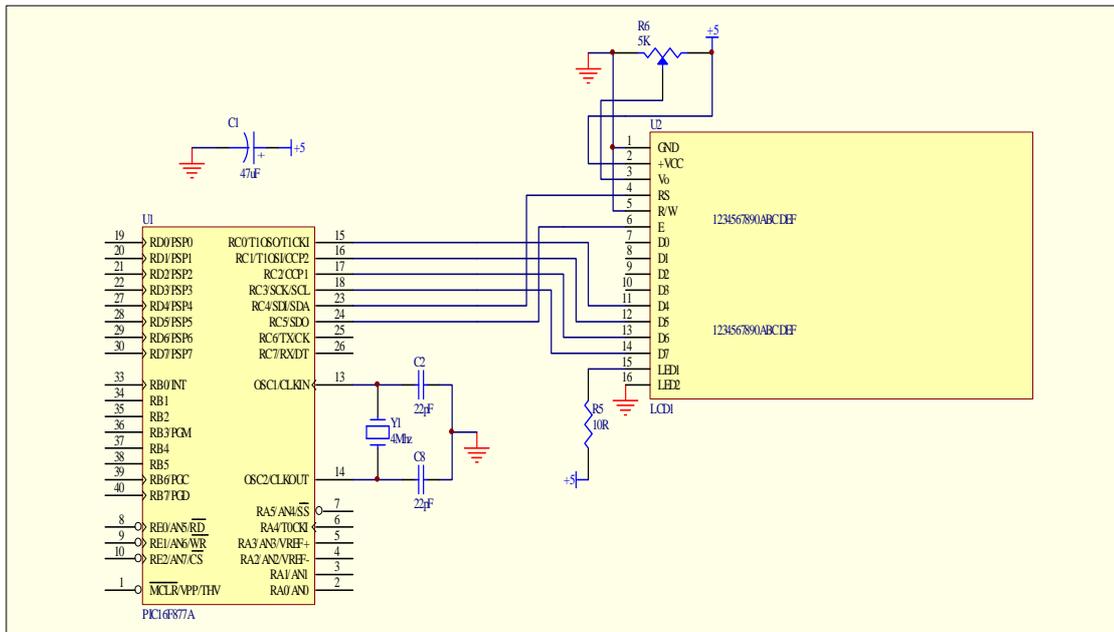


Figura 3.4 Diagrama Conexiones del LCD del Módulo GPS

Fuente: Investigación de campo

3.2.1.5 Relés de salida

Son los encargados de activar cargas con mayor consumo de corriente, en base a la señal que envía la salida del puerto RA del microcontrolador, en el módulo, estos relés se utilizan para que el estudiante pueda realizar aplicaciones de control a motores lámpara, válvulas, etc. (Ver figura 3.5)

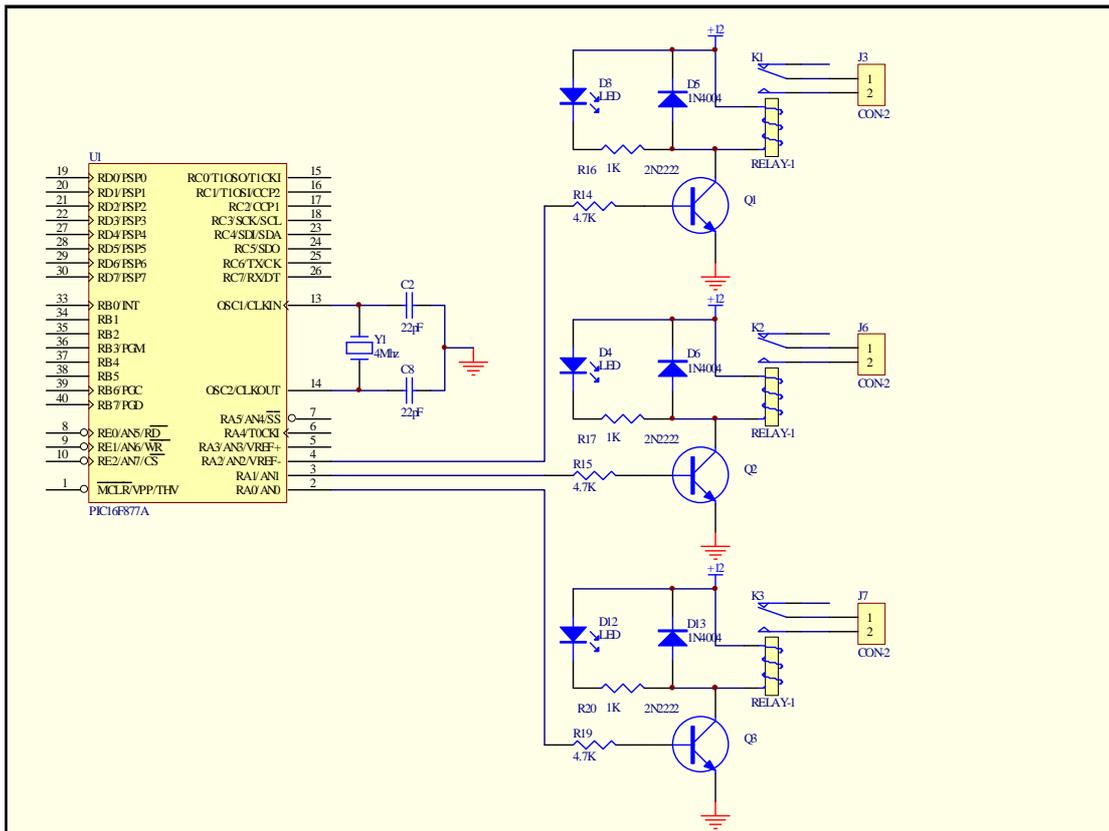


Figura 3.5 Diagrama Relés de salida del Módulo GPS

Fuente: Investigación de campo

3.2.1.6 Pulsadores

Estos dispositivos mecánicos son los encargados de proveer una señal digital de entrada, para que el programa los interprete y procese, una vez procesados se activa las respectivas salidas de acuerdo a la programación del PIC. (Ver figura 3.6)

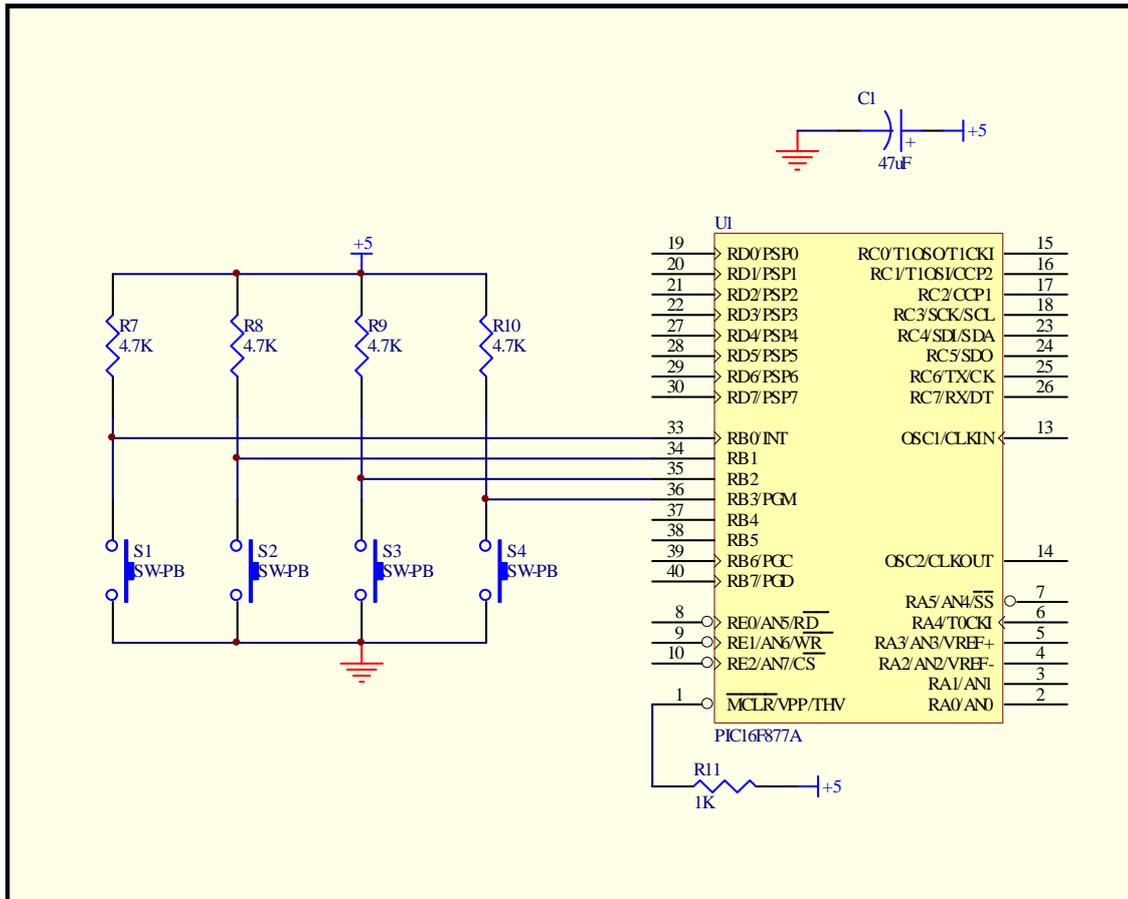


Figura 3.6 Diagrama Pulsadores del Módulo GPS

Fuente: Investigación de campo

3.2.1.7 Interface RS232

Este circuito se encarga de las comunicaciones del PIC con el PC.

En realidad no es más que un conversor de voltaje, entre las salidas TX y RX del PIC (niveles TTL) que nos dan ceros y unos, con 0V y 5V y el estándar de RS-232 que hace la misma modulación pero con +15V y -15V, compatibles con la interface serial del computador. Esa conversión la realiza el circuito integrado MAX232. (Ver figura 3.7)

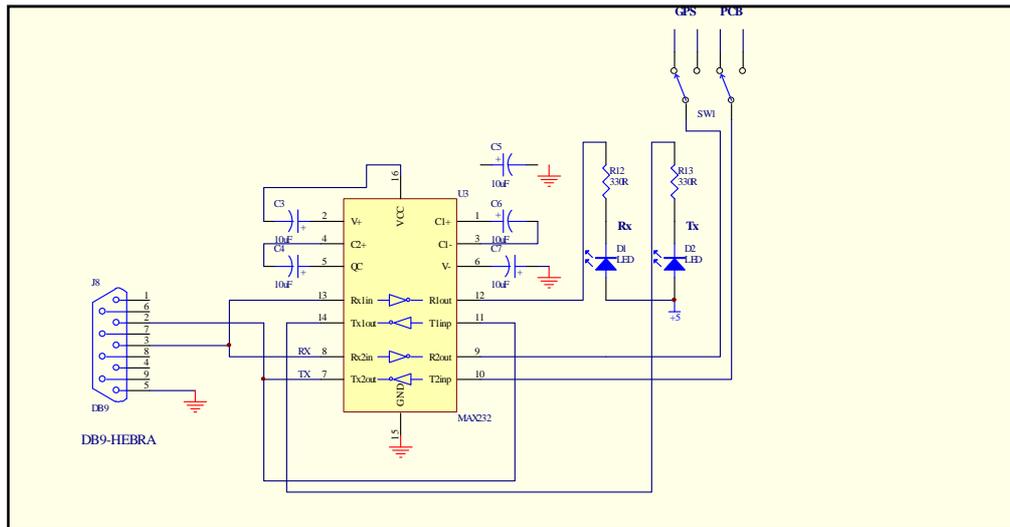


Figura 3.7 Diagrama de Interface 232 del Módulo GPS

Fuente: Investigación de campo

El módulo con todos los circuitos se puede apreciar en el Anexo B

3.3 Diseño de Placas

Para esta fase se utilizó el programa ARES, que es una herramienta para la elaboración de placas de circuito impreso, con posicionador automático de elementos y generación automática de pistas.

Las pistas con sus respectivas siluetas se pueden apreciar en los Anexo C y Anexo D el cual se lo pasó por fotocopiado a la placa de baquelita de fibra de vidrio, y luego se colocó el cloruro férrico quedando de la siguiente forma.

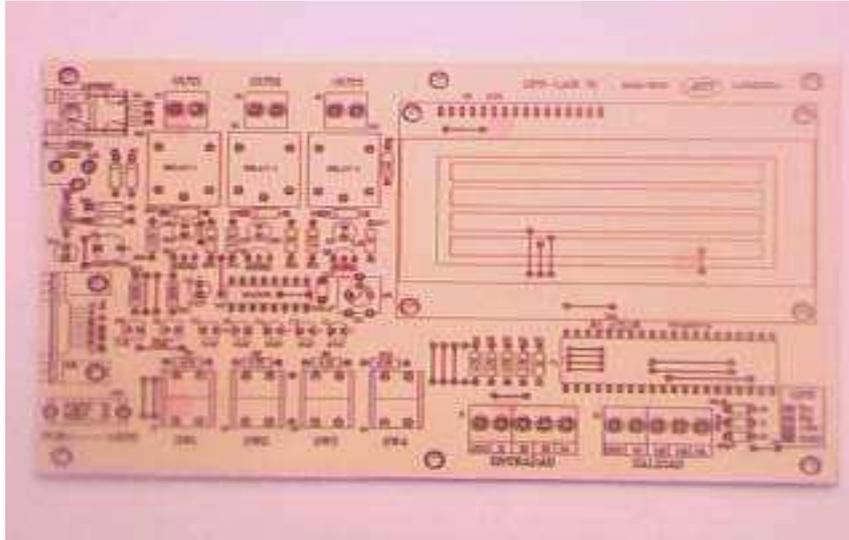


Foto 3.1 Circuito Impreso Lado de Componentes Módulo GPS

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Dayci Cortes

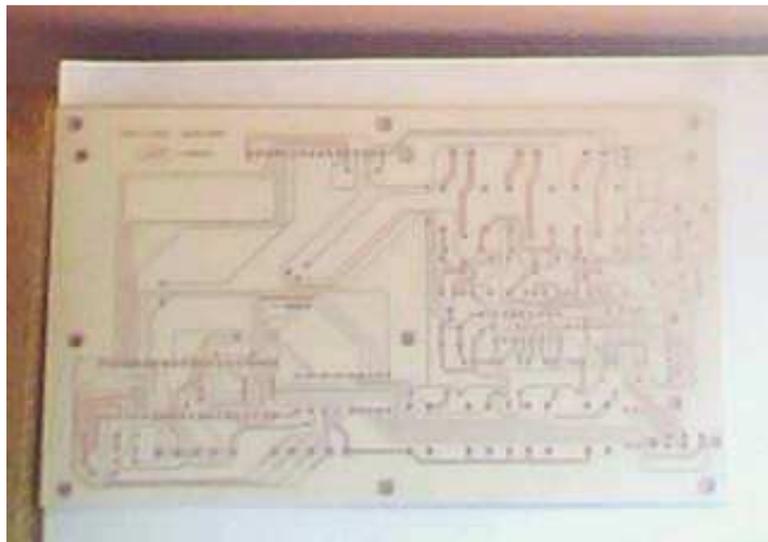


Foto 3.2 Circuito Impreso Lado de las pistas Módulo GPS

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Dayci Cortes

3.4 Implementación del Circuito

Una vez realizado el circuito impreso y adquirido los elementos, según el diagrama se procedió a soldar en sus respectivos lugares quedando de la siguiente manera.



Foto 3.3 Circuito Conectado
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Dayci Cortes

3.5 Implementación del Software

Una vez realizado el circuito impreso, se procede a realizar el programa el cual se desarrolló en MicroCode Studio, este programa fue creado para ayudar a escribir y compilar programas para microcontroladores.

La pantalla se verá como en la figura 3.8

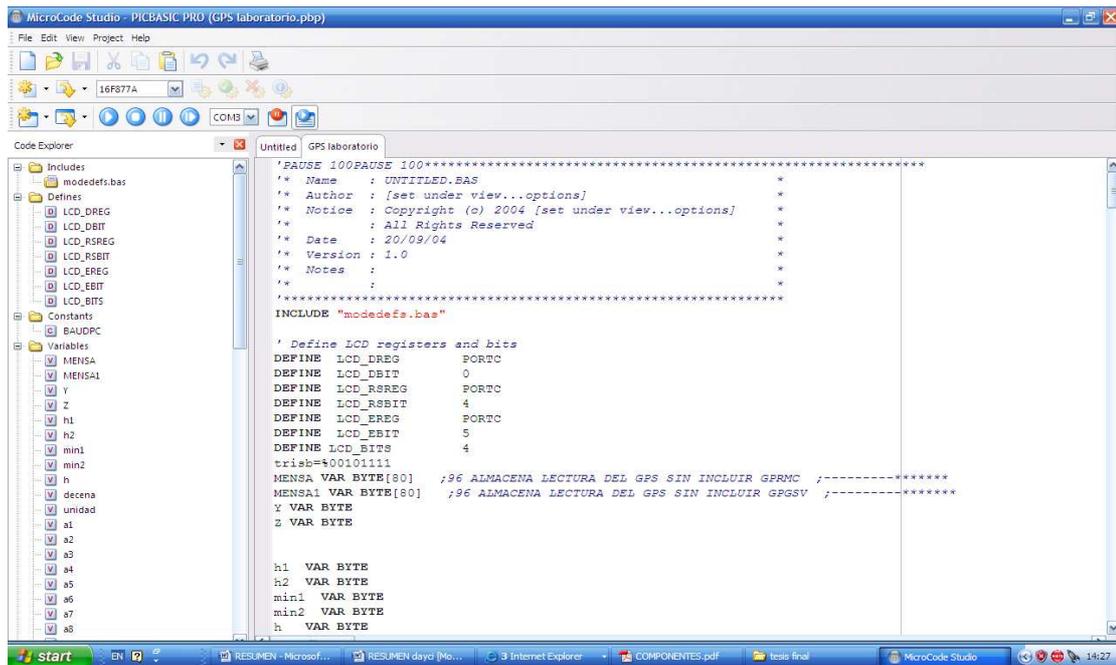


Figura 3.8 Ventana del Programa MicroCode Studio

Fuente: Investigación de campo

El programa que se describe a continuación se encargará de realizar la comunicación entre el GPS el microcontrolador (PIG16F877A) el LCD y los pulsadores

include "modedefs.bas"

Configuración del LCD

DEFINE LCD_DREG PORTC

DEFINE LCD_DBIT 0

DEFINE LCD_RSREG PORTC

DEFINE LCD_RSBIT 4

DEFINE LCD_EREg PORTC

DEFINE LCD_EBIT 5

DEFINE LCD_BITS 4

trisb=%00101111

MENSA VAR BYTE[80] ;96 ALMACENA LECTURA DEL GPS SIN INCLUIR GPRMC

MENSA1 VAR BYTE[80] ;96 ALMACENA LECTURA DEL GPS SIN INCLUIR GPGSV

Definición de las variables para utilizar las cadenas GPRMC y GPGSV entregada por el GPS

Y VAR BYTE

Z VAR BYTE

Definición de las variables para la determinación de la hora, y fecha.

h1 var byte

h2 var byte

min1 var byte

min2 var byte

h var byte

decena var byte

unidad var byte

a1 var byte

a2 var byte

a3 var byte

a4 var byte

a5 var byte

a6 var byte

a7 var byte

a8 var byte

a9 var byte

a10 var byte

a11 var byte

a12 var byte

a13 var byte

a14 var byte

a15 var byte

a16 var byte

a17 var byte

a18 var byte

a19 var byte

a20 var byte

a21 var byte

a22 var byte
a23 var byte
d1 VAR BYTE
d2 VAR BYTE
m1 var byte
m2 var byte
an1 var byte
an2 VAR BYTE
lons1 var byte
lons2 var byte
lons3 var byte
dato var word
entero var word
decimal var byte
selector var byte
lats1 var byte
lats2 var byte
lats3 var byte
dato1 var word
entero1 var word
decimal1 var byte
s1 var byte
s2 var byte
s3 var byte
s4 var byte
s5 var byte
s6 var byte
s7 var byte
s8 var byte
s9 var byte
s10 var byte

Variable para la transmisión y recepción GPS - PIC

TxGPS VAR PORTB.4

RxGPS VAR PORTB.5

Variable para la transmisión y recepción PIC - PC

TxPC VAR PORTC.6

RxPC VAR PORTC.7

BAUDPC CON 188 ; PARA 4800 N81 SIN INVERSION (CON MAX232), comunicación con el GPS

pause 100

selector=0

inicio:

Lee GPS:

pause 50

SerIn2 RxGPS,baudPC,3000,FAILgps,[wait("\$GPRMC"),STR MENSA\79\13]

y= MENSA[12]

SerIn2 RxGPS,baudPC,3000,FAILgps,[wait("\$GPGGA"),STR MENSA1\79\13]

if y <> "A" then FAILgps

h1=mensa[1]

h2=mensa[2]

min1=mensa[3]

min2=mensa[4]

a1=mensa[47]

a2=mensa[50]

'Almacenamiento de Datos de Latitud

a3=mensa[14]

a4=mensa[15]

a5=mensa[16]

```
a6=mensa[17]
a7=mensa[18]
a8=mensa[19]
a9=mensa[20]
a10=mensa[21]
a11=mensa[22]
a12=mensa[24]
a13=mensa[26]
a14=mensa[27]
a15=mensa[28]
a16=mensa[29]
a17=mensa[30]
a18=mensa[31]
a19=mensa[32]
a20=mensa[33]
a21=mensa[34]
a22=mensa[35]
a23=mensa[37]
```

Tomada datos de fecha

```
if a1="." and a2="," then
d1=mensa[51]
d2=mensa[52]
M1=MENSA[53]
m2=mensa[54]
an1=mensa[55]
an2=mensa[56]
endif
```

'Procesamiento Tiempo

```
select case h1
case 48
decena=0
case 49
decena=10
case 50
decena=20
end select
select case h2
case 48
unidad=0
case 49
unidad=1
case 50
unidad=2
case 51
unidad=3
case 52
unidad=4
case 53
unidad=5
case 54
unidad=6
case 55
unidad=7
case 56
unidad=8
case 57
unidad=9
end select
h=(decena+unidad)-5
```

'Procesamiento de segundos longitud

```
select case a19
  case 48
  lons1=0
  case 49
  lons1=1
  case 50
  lons1=2
  case 51
  lons1=3
  case 52
  lons1=4
  case 53
  lons1=5
  case 54
  lons1=6
  case 55
  lons1=7
  case 56
  lons1=8
  case 57
  lons1=9
end select
```

```
select case a20
  case 48
  lons2=0
  case 49
  lons2=1
  case 50
  lons2=2
  case 51
  lons2=3
  case 52
  lons2=4
```

```
case 53
lons2=5
case 54
lons2=6
case 55
lons2=7
case 56
lons2=8
case 57
lons2=9
end select
```

```
select case a21
  case 48
    lons3=0
  case 49
    lons3=1
  case 50
    lons3=2
  case 51
    lons3=3
  case 52
    lons3=4
  case 53
    lons3=5
  case 54
    lons3=6
  case 55
    lons3=7
  case 56
    lons3=8
  case 57
    lons3=9
End select
```

Dato= (lons1*100) + (lons2*10) +lons3

entero=(dato*6)/100

decimal=(dato*6)//100

'Procesamiento de segundos latitud

```
select case a8
```

```
    case 48
```

```
    lats1=0
```

```
    case 49
```

```
    lats1=1
```

```
    case 50
```

```
    lats1=2
```

```
    case 51
```

```
    lats1=3
```

```
    case 52
```

```
    lats1=4
```

```
    case 53
```

```
    lats1=5
```

```
    case 54
```

```
    lats1=6
```

```
    case 55
```

```
    lats1=7
```

```
    case 56
```

```
    lats1=8
```

```
    case 57
```

```
    lats1=9
```

```
end select
```

```
select case a9
```

```
    case 48
```

```
    lats2=0
```

```
    case 49
```

```
    lats2=1
```

```
    case 50
```

```
    lats2=2
```

```
case 51
lats2=3
case 52
lats2=4
case 53
lats2=5
case 54
lats2=6
case 55
lats2=7
case 56
lats2=8
case 57
lats2=9
end select
```

```
select case a10
case 48
lats3=0
case 49
lats3=1
case 50
lats3=2
case 51
lats3=3
case 52
lats3=4
case 53
lats3=5
case 54
lats3=6
case 55
lats3=7
case 56
lats3=8
```

```

    case 57
    lats3=9
    end select
dato1=(lats1*100)+(lats2*10)+lats3
entero1=(dato1*6)/100
decimal1=(dato1*6)//100

```

Selección de los pulsadores

```

if portb.0=0 then
selector=0
endif
if portb.1=0 then
selector=1
endif
if portb.2=0 then
selector=2
endif
if portb.3=0 then
selector=3
endif
s1=mensa1[39]
s2=mensa1[40]

```

Presentación en la pantalla LCD

```
select case selector
```

case 0 Presenta la HORA en UTC fecha actual la latitud y longitud

```

LCDOUT $FE, 1, "Hora: ",dec h,":",min1,min2
LCDOUT $FE, $C0, "FECHA: ",d1,d2,"/",m1,m2,"/20",an1,an2 ' Clear lcdout
LCDOUT $FE, $94, "Longi:",a13,a14,a15,a16,a17,a18,a19,a20,a21,a22," ",a23
LCDOUT $FE, $D4, "Latitud:",a3,a4,a5,a6,a7,a8,a9,a10,a11," ",a12

```

case 1

```
LCDOUT $FE, 1, "Longi Grados minutos"
```

```
LCDOUT $FE, $C0, a13,a14,a15,a16,a17,a18,a19,a20,a21,a22," ",a23
```

```
LCDOUT $FE, $94, "Longi Grados min seg "
```

```
lcdout $FE,$D4 , a14,a15,"g",a16,a17,"",#entero,".",#decimal,"",a23
```

case 2

```
LCDOUT $FE, 1, "Lat Grados minutos "
```

```
LCDOUT $FE, $C0, a3,a4,a5,a6,a7,a8,a9,a10,a11," ",a12
```

```
LCDOUT $FE, $94, "Lat Grados min seg "
```

```
LCDOUT $FE, $D4 , a4,"g",a5,a6,"",#entero1,".",#decimal1,"",a12
```

CASE 3

```
LCDOUT $FE, 1, "Num de Satelites"
```

```
LCDOUT $FE, $C0, " ",s1,s2
```

end select

Presentación en la pantalla en el instante en que los Datos del GPS no sean leídos

```
PAUSE 500
```

```
    GOTO INICIO
```

FAILgps:

```
    LCDOUT $FE, 1, " I.T.S.A. " ' Clear lcdout
```

```
    LCDOUT $FE, $C0, "FAIL - DATOS LEIDOS" ' Clear lcdout
```

```
    LCDOUT $FE, $94, " INCORRECTOS " ' Clear lcdout
```

```
    LCDOUT $FE, $D4, " ULTIMA UBICACION " ' Clear lcdout
```

```
PAUSE 3000
```

3.6 Implementación Física

Una vez construido el circuito y programado el PIC, se procedió a realizar el cableado para la antena, el cable para el puerto serial (conector DB9), el conector para alojar la batería recargable de 9 voltios, y la base en mica para alojar el conjunto del módulo. Obteniendo la siguiente forma. (Ver foto 3.4)

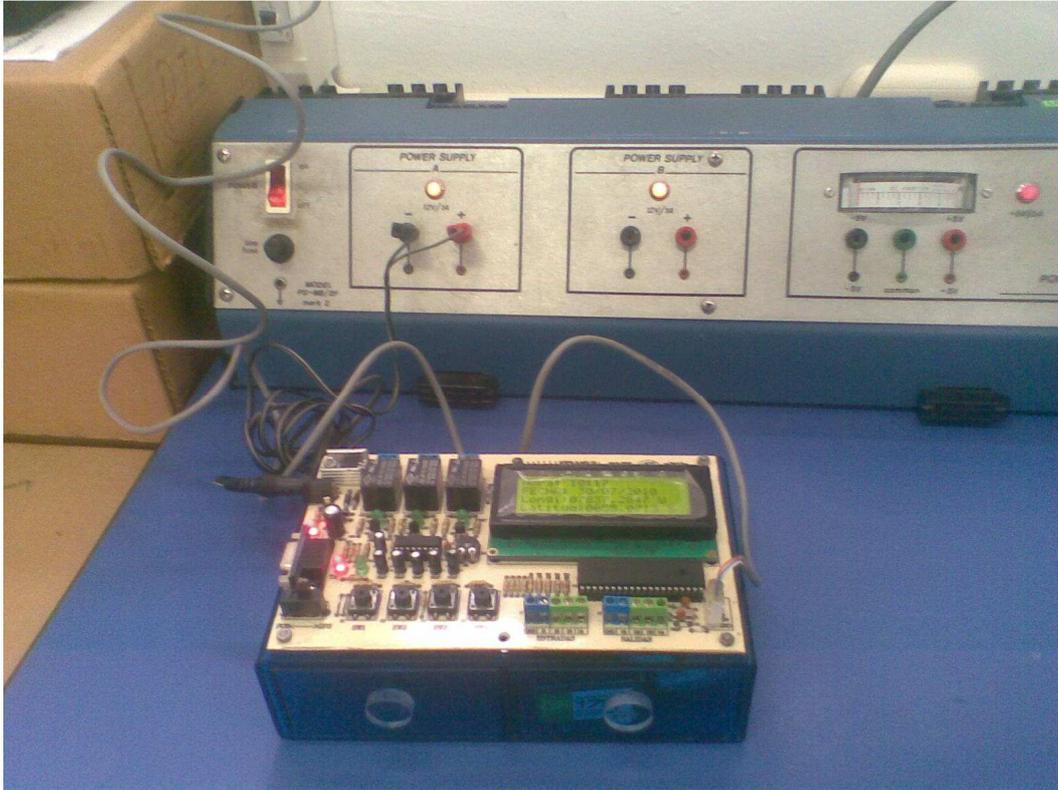


Foto 3.4 Módulo de Entrenamiento de Señales GPS

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Dayci Cortes

3.7 Pruebas y Análisis de Resultado

Las pruebas respectivas se las realizó, mediante los siguientes pasos:

- Verificar que la batería se encuentre debidamente cargada
- Ubicar la antena del GPS en un sitio despejado
- Conectar la batería o la fuente de poder a la del Módulo GPS
- Al encenderse el módulo GPS y no tener un enganche de señal aparece en la pantalla LCD

ITSA
FAIL-DATOS INCORRECTOS
INCORRECTOS
ÚLTIMA UBICACIÓN

- Esperar un lapso de tiempo de aproximadamente 1 minuto hasta que el GPS adquiera los datos del satélite la presentación de la pantalla es. (Ver foto 3.5)
- Los pulsadores nos ayudarán a que en la pantalla aparezcan diferentes tipos de información presentada por el GPS
- **Pulsador 0** al momento de tocar el pulsador entrega la siguiente información. (Ver Foto 3.5)

HORA: 10:16

FECHA: 30/07/2010

LONGITUD: 07837.2630 W

LATITUD: 0055.0606 S



Foto 3.5 Presentación de Pantalla Conectado a los Satélites y Pulsador 0

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Dayci Cortes

Pulsador 1 Presenta la longitud en grados minutos y a su vez en grados minutos segundos. (Ver foto 3.6)

"Longi Grados minutos"

07837.2630 W

Longi Grados min seg

78g62'15,78" w



Foto 3.6 Pulsador 1 Longitud en grados minutos y Longitud en grados minutos segundos

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Dayci Cortes

Pulsador 2 Muestra la longitud en grados minutos y a su vez en grados minutos segundos. (Ver foto 3.7)

Lat Grados minutos

0055.0606 S

Lat Grados min seg

0 g 55 ' 3,61 " S

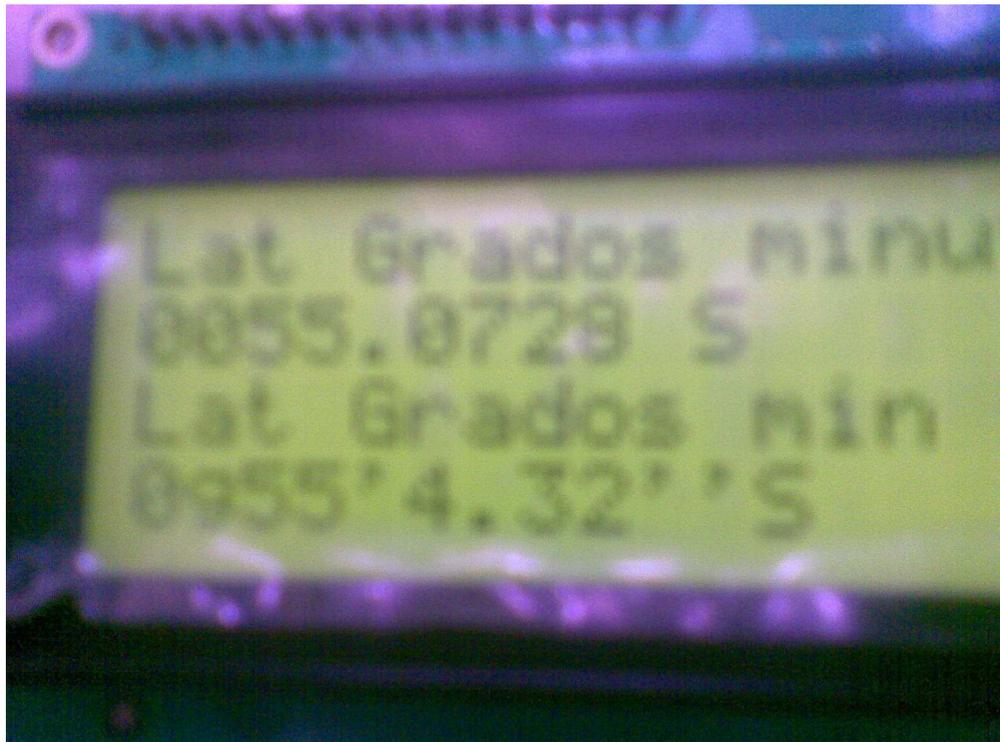


Foto 3.7 Pulsador 2 Latitud en grados minutos y Latitud en grados minutos segundos

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Dayci Cortes

Pulsador 3 Al Presionar el pulsador 3 se despliega en la pantalla el número de satélites enganchados con el módulo (Ver foto 3.8)

Núm. de Satélites

05



Foto 3.8 Número de Satélites Enganchados por el GPS

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Dayci Cortes

Estos datos fueron comprobados con un GPS de un teléfono celular, que tiene la opción de rutas con ayuda del Sistema de Posicionamiento Global, los datos obtenidos fueron iguales con un margen de error mínimo en los segundos tanto en la longitud, como latitud.

3.7.1 Informe fase de pruebas

Una vez instalado, configurado, y realizado las pruebas de funcionamiento, se procede a verificar las coordenadas entregadas por el Módulo GPS, en distintos puntos de la provincia de Cotopaxi y comparándolos con los datos obtenidos de la página de internet <http://carta-natal.es/ciudades.php?iso=EC&div=07&pag=12>, la cual presenta coordenadas de distintos puntos de la provincia.

Tabla 3.1 Datos Obtenidos por el Módulo GPS

Lugares de Prueba	Coordenadas
Latacunga La Merced	Longitud 07836.8594 W Latitud 0055.8139 S
Salcedo Parque Central	Longitud 07835.34.22 W Latitud 0102.6052 S
Salcedo Mulliquindil	Longitud 07833.89304 W Latitud 0102.0125 S

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Dayci Cortes

Tabla 3.2 Datos Obtenidos por la página de coordenadas del internet

Lugares de Prueba	Coordenadas
Latacunga La Merced	Longitud 78°37'00"W Latitud 00°55'00" S
Salcedo Parque Central	Longitud 78°43'00" W Latitud 01°02'00" S
Salcedo Mulliquindil	Longitud 78°35'00" W Latitud 01°02'00"S

Fuente: <http://carta-natal.es/ciudades.php?iso=EC&div=07&pag=12>,

Elaborado por: Dayci Cortes

3.7.2 Análisis de resultados

El módulo de entrenamiento de señales GPS es un instrumento fiable para la enseñanza de los alumnos, se puede modificar las opciones señaladas anteriormente, pero se deja a criterio del instructor y estudiantes para el manejo de la programación y los datos a ser presentados en la pantalla LCD, es la ventaja que ofrece el módulo GPS.

3.8 Gastos Realizados

Para la implementación de este proyecto se determinaron los siguientes rubros:

3.8.1 Costos primarios

Aquí se incluyen los gastos referentes a materiales utilizados para la construcción e implementación del proyecto, y se los sintetiza en la tabla 3.3

Tabla 3.3 Costos primarios generales del proyecto

Materiales	Cant.	V. unitario	V. Total
GPS	1	350	475
Resistencias	80	0,05	4
Transistores	3	2	6
Microcontroladores	1	8	8
Pulsadores	4	0.40	1.60
Borneros de 2 pines	5	0.20	1
Borneros de 3 pines	2	0.30	0.60
Diodos	20	0.15	3
Molex	1	0.60	0.60
RS 232	1	12	12
Cables UTP	10	0.60	6
LCD	1	15	15
Potenciómetro	1	0.50	0.50
Fila de pines	1	0.50	0.50
Placa de Fibra de Vidrio	1	10	10
Materiales para el impreso	1	5	5
Batería de recargable	1	15	15
Cargador de Batería	1	15	15
Base de acrílico para placa	1	25	25
SUBTOTAL			603,8

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Dayci Cortes

3.8.2 Costos secundarios

En la tabla 3.4 se encuentran los gastos secundarios que están relacionados indirectamente con la realización del proyecto.

Tabla 3.4 Costos Secundarios

Descripción	V. Unitario	V. Total
Derechos de asesor	120	120
Internet	50	50
Tinta para impresora	40	40
Material de papelería		25
SUBTOTAL		235

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Dayci Cortes

3.8.3 Costo total

El costo total se representa en la tabla 3.5 que es la unión de los costos primario y secundario como se muestra a continuación.

Tabla 3.5 Costo total

Costo Primario	603,8
Costo Secundario	235
TOTAL	838,8

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Dayci Cortes

3.9 Análisis costo-beneficio

Para este análisis costo beneficios se describe en forma general 3 módulos de sistema GPS existentes en el mercado y el que se desarrollo en bases a los conocimientos adquiridos.

Tabla 3.6 Módulo Desarrollo Simcom GPS

Características	Conexión a cámara a color Rastreo de niveles de señales Personalidad de software Ubicación de coordenadas
Precio	3233

Fuente: http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-48117485-módulo-desarrollo-gps-gsm-gprs-sms-simcom-548c-_JM

Elaborado por: Dayci Cortes

Tabla 3.7 GPS Garmin Nuvi 250 Con Cartografía Detallada Del Ecuador

Características	Permite seleccionar un lugar de destino (dentro de Ecuador o EEUU) y este le indicará la ruta óptima para llegar al punto de su elección, mediante señalización gráfica en la pantalla y por medio de voz giro a giro
Precio	198

Fuente: http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-6760898-gps-garmin-nuvi-250-con-cartografia-detallada-del-ecuador-_JM

Elaborado por: Dayci Cortes

En base a la realización de investigación de costo, características, y maniobrabilidad podremos apreciar.

El sistema de entrenamiento de señales GPS propuesto, está idóneo para brindar a los estudiantes, todos los beneficios de los módulos existentes en el mercado, sólo se requiere de la investigación de los alumnos y guías de los profesores, para que se lo pueda programar en base a lo que se requiera demostrar o realizar las prácticas. De esta manera optimizar el aprendizaje en las materias de

comunicaciones microcontroladores y electrónica en general facilidad que no prestan los módulos mencionados al principio.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El circuito electrónico está diseñado para que el microcontrolador en base a programación presente datos de hora, fecha, latitud, longitud y número de satélites, dejando abierta la posibilidad de que los alumnos modifiquen según sus necesidades en las prácticas.
- Debido a que la señal proveniente de los satélites está en el orden de MHZ, necesita línea de vista para una adecuada comunicación con GPS.
- El programa MicroCode Studio, da un ambiente más amigable para la programación sobre todo en etapas de enseñanza aprendizaje.
- En base al programa realizado las pruebas del módulo de señales GPS, se presenta un margen de error entre 1 hasta 10 metros en los segundos de latitud, y longitud debido a las características propias SIRF STARIII con otro GPS
- El módulo fue construido con materiales y elementos electrónicos, de uso comunes en electrónica, para que el alumno visualice la importancia del estudio de éstas asignaturas como electrónica, microcontroladores, sistema de comunicación etc.
- Este módulo debido al diseño didáctico realizado, se puede expandir con otros módulos, por tal razón se incluyeron entradas y salidas con los respectivos terminales.

4.2 Recomendaciones

- Los programas, realicen bajo la supervisión del docente encargado de la materia, con lo que se logrará un mayor tiempo de vida útil al módulo
- Para utilizar el módulo se recomienda, ubicar la antena en un lugar despejado o cerca de alguna ventana
- Reforzar en la malla académica de la carreras el programa MicroCode Studio base fundamental de microcontroladores, y posterior utilización en el módulo de entrenamiento de señales GPS
- Tomar en cuenta el rango de error, en caso de que se quiera comparar con otros GPS o carta topográfica
- En caso de fallas de módulo, se deberá reemplazar por elementos de las mismas características.
- Para poder mejorar el módulo, tomar en cuenta las características de entrada, salida, comunicaciones y programa para evitar daños y errores en el funcionamiento de este.
- Informar de la existencia del módulo, para que los instructores hagan uso de este.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Almanaque: Información enviada de forma periódica por los satélites de la constelación, informando sobre ellos mismos y el resto de satélites miembros del sistema, su nivel de salud, etc. Esta información suele variar con poca frecuencia, de año en año.

Altitud: Altura de un punto del terreno respecto al nivel del mar, expresada habitualmente en metros o pies.

Antena: Dispositivo para enviar y recibir ondas de radio.

Arranque en caliente: Es cuando el GPS ya ha adquirido del almanaque previamente y no han pasado más de 6 horas desde su última recopilación de información, un encendido en caliente permite una adquisición desde cero más rápida de nuestra posición.

Cerradura de señal: También conocido como *detector sensible de la fase* es un tipo de amplificador eso puede extraer a la señal en ambientes extremadamente ruidoso.

Efemérides: Información enviada por los satélites, dando la posición precisa de los mismos. Esta información sí cambia frecuentemente, siendo actualizada por las estaciones de seguimiento de la Tierra. Los parámetros orbitales de los satélites se van actualizando a medida que su movimiento se ve alterado por la atracción del Sol y la Luna, la diferencia de gravedad entre distintas zonas de la corteza terrestre, viento solar, etc. Un período de cambio típico sería de 4 horas.

Estación terrestre: Término para describir una antena o la combinación de antena, amplificador de bajo ruido, convertidor de bajada y la electrónica de recepción es utilizada para recibir la señal del satélite.

Fix: Una "posición" proporcionada por una unidad GPS. Es decir, cada una de las medidas de posición que nos ofrece.

Latitud: La latitud proporciona la localización de un lugar, en dirección Norte o Sur desde el Ecuador y se expresa en medidas angulares. Van desde el 0° a los 90° para cada hemisferio partiendo desde el Ecuador hacia los polos.

Longitud: La longitud proporciona la localización de un lugar, en dirección Este u Oeste desde el meridiano de referencia 0°, también conocido como meridiano de Greenwich, expresándose en medidas angulares. Van del 0° a 180° al Oeste y este, partiendo desde el meridiano de Greenwich.

Micronrolador: Circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida).

Ondas electromagnéticas: Es la forma de propagación de la radiación electromagnética a través del espacio.

Receptor (Rx): Dispositivo electrónico que permite a una señal satelital en particular ser separada de todas las demás señales recibidas por una estación terrestre y convertir el formato de la señal a formato de voz, dato o video.

Tiempo de arranque en Frio: significa que el GPS se demora más en captar la posición de los satélites por ende su posición en el globo terráqueo.

UTC: Tiempo universal coordinado, es el término referente a la Hora universal.

WAAS: Wide Area Augmentation System. Sistema de corrección de señales GPS, sistema de carácter regional, que tiene por objeto complementar y mejorar el servicio proporcionado por los sistemas GPS.

BIBLIOGRAFÍA

Microcontroladores PIC Programación en Basic, Reyes Carlos, segunda edición.
<http://mafer-cadi.blogspot.com/2009/07/conceptos-de-la-unidad-1-y-2.html>
<http://www.slideshare.net/lilyalex/comunicacin-satelital>
<http://ctasatelitesartificiales.wordpress.com/concepto-de-satelite-artificial/>
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamiento_global
<http://www.efdeportes.com/efd9/gps.htm#nota3>
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamiento_global
<http://www.clubdelamar.org/sistemagps.htm>
<http://es.oocities.com/johannarodriguezcardenas/epps/t2.htm>
http://es.wikipedia.org/wiki/Wide_Area_Augmentation_System#Elementos_del_sistemas_WAAS
<http://www.kh-gps.de/nmea-faq.htm>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>
<http://www.rutasyviajes.net/documentos/infogps/glosario.html>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Efem%C3%A9rides>
http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Lock-in_amplifier
<http://www.monografias.com/trabajos18/gps-solucion/gps-solucion.shtml>
<http://www.gpsaventura.cl/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=66>
http://seniord.ece.iastate.edu/dec0803/manuals/EM406%20Product_Guide1.pdf
http://es.wikipedia.org/wiki/Onda_electromagn%C3%A9tica
<http://www.jcea.es/artic/gps-definiciones.htm>
http://axxon.com.ar/rob/Comunicacion_max232.htm
http://lc.fie.umich.mx/~ifranco/DATASHEET/uC/Manual_PIC16F87X.pdf

ANNEXOS

**ANEXO A Trabajo de graduación Anteproyecto
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

IR AL ANTEPROYECTO



ANTEPROYECTO DE TESIS

¿Cómo contribuir al mejoramiento del sistema de educación de la carrera de Telemática, mediante la implementación de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's)?

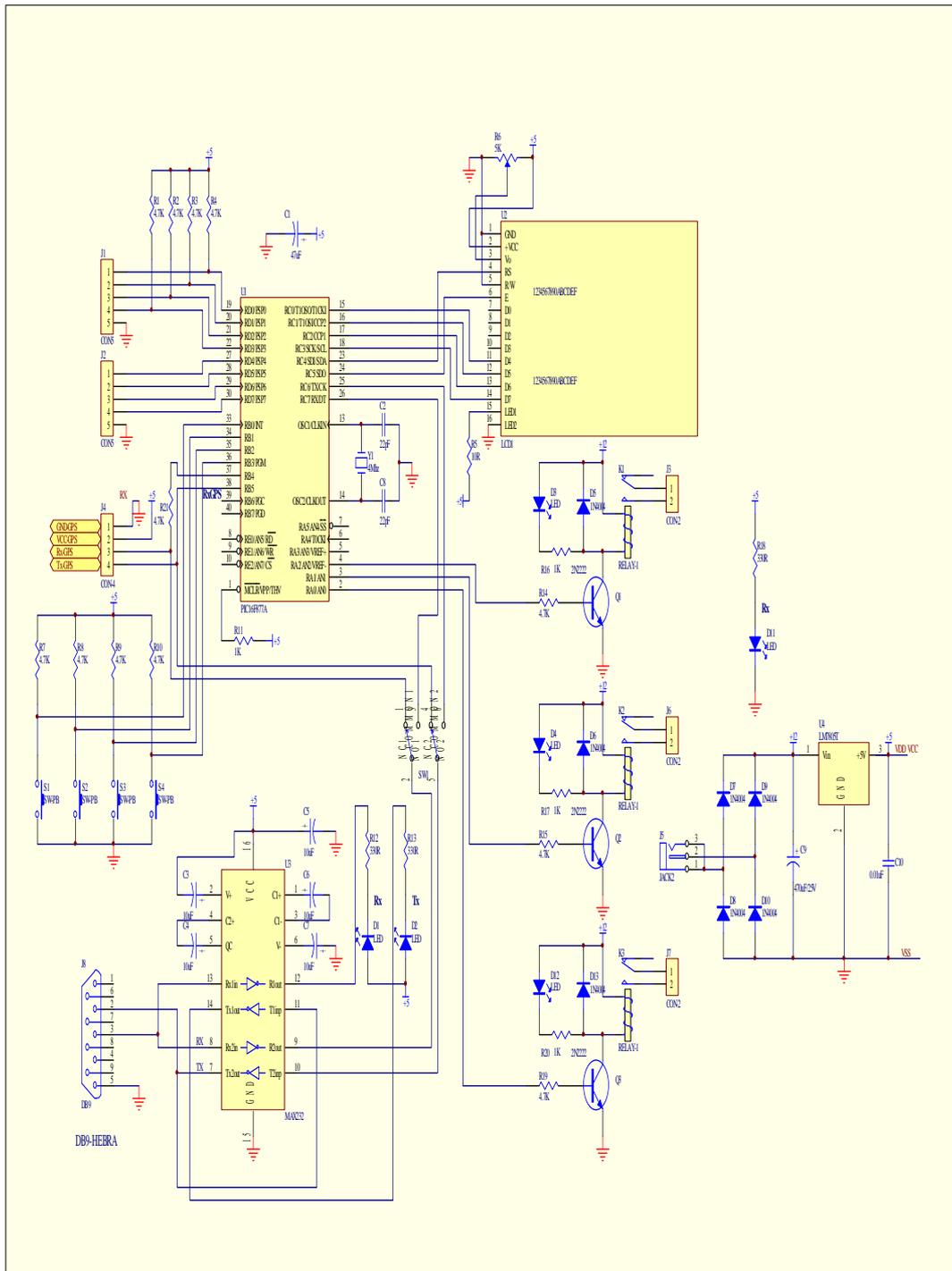
POSTULANTE:

A/C. DAYCI ELIZABETH CORTEZ CAISACHANA

1 DE FEBRERO DEL 2010

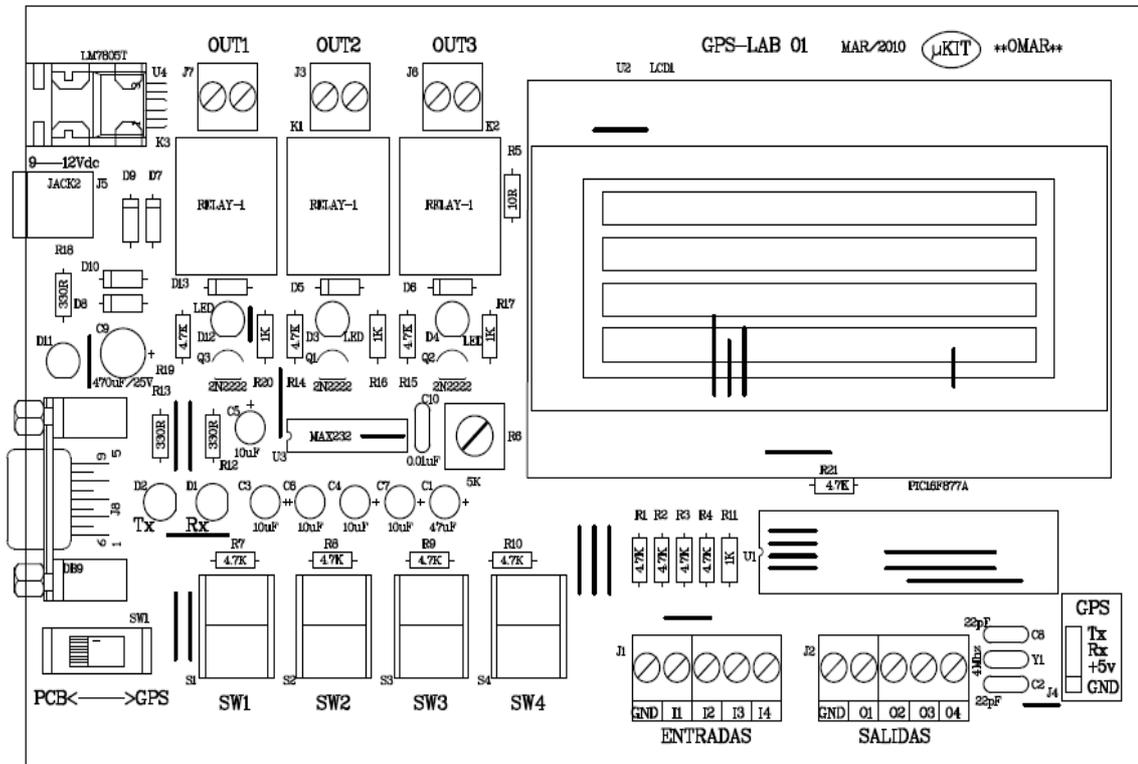
ANEXO B

Diseño Completo del Módulo GPS



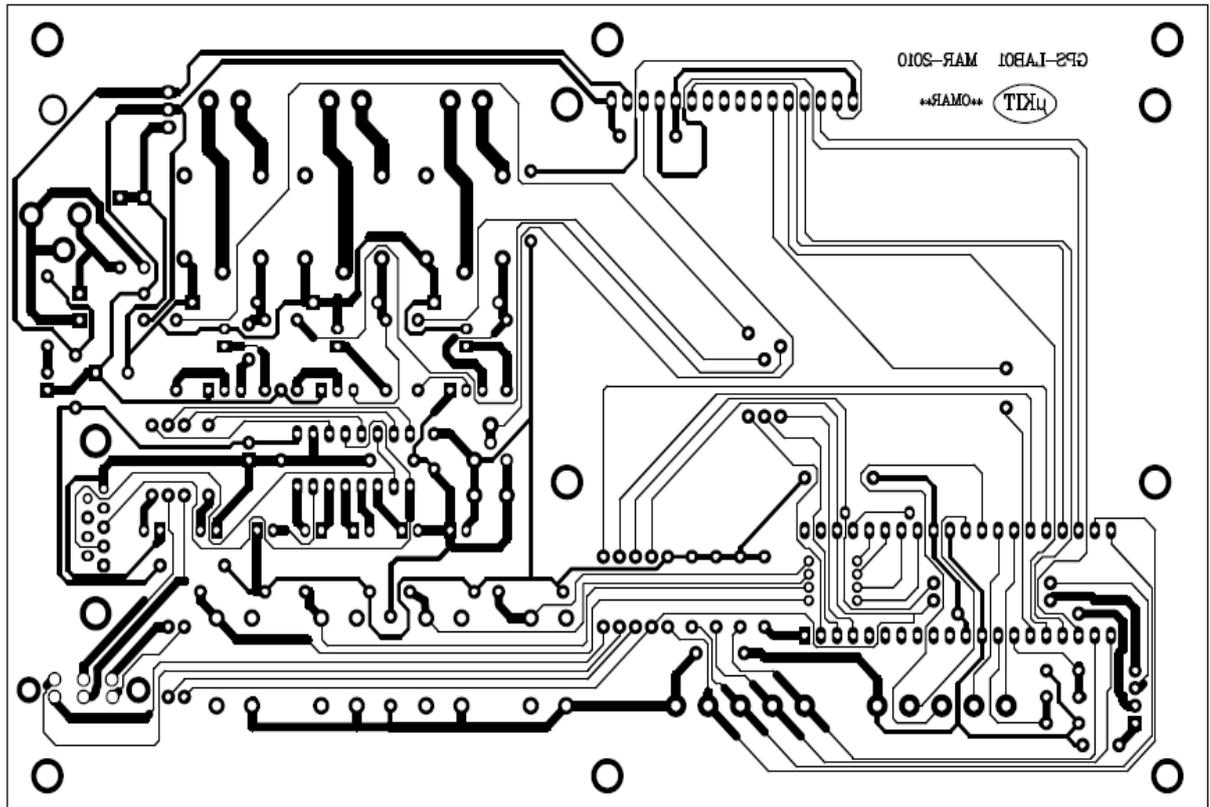
ANEXO C

Silueta del Lado de Componentes del Módulo GPS



ANEXO D

Silueta del Lado de Pistas del Módulo GPS



Manual Cadenas de Codigos SiRFstarIII

[IR A CÓDIGOS SiRFstarIII](#)

ANEXO F

MANUAL DEL USUARIO

Para el manejo del módulo de entrenamiento GPS, el usuario debe seguir los siguientes pasos:

- Conectar la fuente de alimentación que funciona con 9V
- Verificar las conexiones estén respectivamente conectadas una a tierra y otra a la entrada para esto se especifica cable negro y rojo para conexión a la fuente de poder.
- Si se utiliza la batería de 9V como manejo fuera del laboratorio verificar que esta se encuentre debidamente cargada para su utilización.
- Para utilizar el módulo se recomienda, ubicar la antena en un lugar despejado o cerca de alguna ventana
- Tomar en cuenta el rango de error, en caso de que se quiera comparar con otros GPS o carta topográfica
- Para mejorarlas al módulo, tomar en cuenta las características de entrada, salida, comunicaciones y programa para evitar daños y errores en el funcionamiento de este(Observar en la tesis los diagramas electrónicos realizados, y la programación detallada del mismo)
- En caso de fallas de módulo, se deberá reemplazar por elementos de las mismas características. (Observar en la tesis los diagramas electrónicos realizados, para el remplazo)
- Para realizar cambios a la programación se debe utilizar un PIG 16F887A.
- No hacer contacto con alimentos o bebidas se podría producir un incidente que dañara el módulo.

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Dayci Cortez Caisachana

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 19/05/83

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 050275571-3

TELÉFONOS: 032726418/ 092955680

CORREO ELECTRÓNICO: delizabeth0123@hotmail.com

DIRECCIÓN: Ana Paredes y Mejía Salcedo Cotopaxi



ESTUDIOS REALIZADOS

- PRIMARIA:

Escuela Particular "San Francisco de Asís"

- SECUNDARIA:

Instituto Tecnológico Superior "Victoria Vascones Cuvi"

Título de Bachiller en especialización FÍSICO- MATEMÁTICO

- SUPERIORES:

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA)

Egresada de TELEMÁTICA

TÍTULOS OBTENIDOS

- Bachiller especialización FÍSICO- MATEMÁTICO.

- Egresada en TELEMÁTICA.
- Suficiencia en idioma Inglés.

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

- Pasantías Petroecuador (160 horas)
- Pasantías Corporación Nacional de Telecomunicaciones. (960 horas).

CURSOS Y SEMINARIOS

- 2006 III JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ITSA 2006 (Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico).
- 2007 SUFICIENCIA EN IDIOMA INGLÉS (Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico).

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **CORTES CAISACHANA DAYCI ELIZABETH** Egresada de la carrera de **TELEMÀTICA** en el año **2009**, con Cédula de Ciudadanía N° **050275571-3** autor del Trabajo de Graduación “**IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO CON SEÑALES GPS**” cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Cortes Dayci Elizabeth

Latacunga, agosto 03 del 2010

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

Cortes Caisachana Dayci Elizabeth

DIRECTOR DE LA CARRERA DE TELEMÁTICA

Ing. Karla Vasco.

Latacunga, agosto 03 del 2010