

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Recinto**

**Universitario “Rubén Darío”.**

**Facultad de Ciencias e Ingeniería.**

**Departamento de Tecnología.**



**Seminario de Graduación para optar al Título de Ingeniero**

**Electrónico.**

**Tema:**

**Escribir el subtema.**

**Elaborado por:**

**Darwin Antonio Tapia Moraga.**

**Richard Antonio Aguilar Díaz.**

**Tutor:**

**Msc. Edwing Quintero.**

**Asesor tecnológico:**

**Msc. Jorge Luis Palacios**

## ÍNDICE

CAPÍTULO 1: SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS) .....	¡Error! Marcador no definido.
1.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1.1 Sistema Satelital .....	¡Error! Marcador no definido.
1.1.2 Sistema de Control Terrestre .....	¡Error! Marcador no definido.
1.1.3 Sistema del Usuario.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GPS .....	¡Error! Marcador no definido.
1.3 NIVELES DE PRECISIÓN DE NAVEGACIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
1.4 FUENTES DE ERROR EN LOS GPS .....	¡Error! Marcador no definido.
1.5 APLICACIONES DE LOS RECEPTORES GPS.....	¡Error! Marcador no definido.
1.6 INTEGRACIÓN CON OTRAS ESTRUCTURAS DE COMUNICACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
APLICACIÓN GPS, SMS y GPRS .....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO 2: FUNCIONAMIENTO DEL GPS RASTREO VEHICULAR.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1 FUNCIONAMIENTO DE PROTOTIPO GPS .....	¡Error! Marcador no definido.
2.3 RASTREO POR GPS.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1 FUNCIONAMIENTO PROTOTIPO PARA EL RASTREO VEHICULAR .....	¡Error! Marcador no definido.
2.4 MONTAJE PROTOTIPO GPS EN LOS AUTOMOTORES .....	¡Error! Marcador no definido.
2.5 COSTO, BENEFICIO .....	¡Error! Marcador no definido.
2.6 RUTA DE PRUEBA INGRESADA EN EL MICROCONTROLADOR. ...	¡Error! Marcador no definido.
2.7 OTRAS APLICACIONES DEL GPS DENTRO DE LA UNAN-MANAGUA. ....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO 3: PLACA DE DESARROLLO PROTOTIPO GPS .....	¡Error! Marcador no definido.
3.1 ARQUITECTURA .....	¡Error! Marcador no definido.
3.2 ETAPAS DE FUNCIONAMIENTO .....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.1 Etapa de alimentación.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2 Etapa de recepción de datos de satélite .....	¡Error! Marcador no definido.
ANTENAS MICROSTRIP .....	¡Error! Marcador no definido.
SENTENCIAS NMEA .....	¡Error! Marcador no definido.
Estructura de sentencia NMAE .....	¡Error! Marcador no definido.

MENSAJES NMEA SOPORTADOS POR PMB688.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.3 Decodificación y comparación de datos .....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.3.1 PARÁMETROS BÁSICOS DEL MICROCONTROLADOR.....	¡Error! Marcador no definido.
Reloj del sistema .....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.4 Etapa de visualización .....	¡Error! Marcador no definido.
Conexión de LCD mediante 4 bits .....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO 4: SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
4.1 PROTEUS PROFESIONAL Y AVRstudio .....	¡Error! Marcador no definido.
4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS APLICACIONES .....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.1 Proteus 7 profesional .....	¡Error! Marcador no definido.
ISIS .....	¡Error! Marcador no definido.
Conexión de los componentes en ISIS de proteus. ....	¡Error! Marcador no definido.
Componentes no necesarios.....	¡Error! Marcador no definido.
<i>El circuito oscilador del microcontrolador.....</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.2.2 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN AVR Studio .....	¡Error! Marcador no definido.
<i>Cargar el programa en el simulador .....</i>	¡Error! Marcador no definido.
Simulación .....	¡Error! Marcador no definido.
CONCLUSIONES .....	¡Error! Marcador no definido.
LÍNEAS DE FUTURO .....	¡Error! Marcador no definido.

## ÍNDICE DE IMÁGENES

- Fig 1.1 Red de Satélites NAVSTAR. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig 1.2 Punto de referencia respecto a la tierra..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig 1.3 Localización de un receptor con un satélite. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig 1.4 Ubicación de receptor entre dos satélites..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig 1.5 Triangulación de satélites para localización de objetos. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig 2.1 Satélite en órbita. Recreación gráfica de autocad..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig 2.2 Rastreo por GPS. Cortesía empresa privada..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig. 2.3 Rastreo y monitoreo mediante GPRS. Colaboración de empresa privada**¡Error! Marcador no definido.**
- Fig. 3.1 Diagrama de bloques prototipo GPS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig. 3.2 Diagrama de prototipo GPS. Fuente propia. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig. 3.3 Etapa de alimentación. Fuente propia. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig. 3.4 Modulo receptor GPS PMB688. Fuente Propia. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig. 3.5 Sentencia NMEA. Fuente internet [www.images.com/sentencesNMEA](http://www.images.com/sentencesNMEA). . **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig. 3.6 conexión básica con el microcontrolador. Fuente Propia. .. **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig. 3.7 Diagrama de bloque del microcontrolador AVR 328P. Tomado de ficha técnica AVR ATMEGA de la serie 328..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig. 3.8 Estructura del AVR ATmega328p. Tomado de ficha técnica de AVR ATMEGA de la serie 328..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig. 3.10 Conexión oscilador externo de un AVR. Fuente propia..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.11 LCD 2x16: está compuesto por 2 líneas de 16 caracteres..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig. 3.12 Diagrama de conexión etapa de visualización. Fuente propia. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig 4.1 Ventanas de inicio de Proteus profesional y AVRstudio ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig 4.2 pantalla inicio de ISIS Proteus..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig 4.3 Lista de componentes en la base de datos de ISIS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig 4.4 selección de Regulador de voltaje 78L05. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- La Fig 4.5 muestra los pasos como colocar objetos en ISIS. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Fig 4.6 muestra como escoger un componente.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Fig 4.7 Colocación de dispositivos en el área de trabajo. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Fig 4.8 Diagrama de prototipo GPS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Fig 4.9 ventana de inicio AVR Studio 4.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Fig 4.10 Ventana de propiedades de ATMEGA 328P .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Fig 4.11 Cuadro de diálogo para seleccionar el programa del microcontrolador.	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Fig 4.12 Botones para la simulación. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Fig 4.13 Simulación del prototipo GPS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Lista de componentes y precio de cada uno. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 2.2 Comparación con otros sistemas GPS. Fuente propia. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 2.3 coordenadas de ruta para prueba. Fuente propia. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.1 Bits de seguridad y configuración. Tomada de ficha técnica de AVR ATMEGA de la serie 328.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.2 Rango de frecuencia. Tomada de ficha técnica AVR ATMEGA 328..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.3 Comparación entre AVR y PICs. Fuente propia. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.4 Descripción de pines del LCD. Tomada de ficha técnica. .	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de seminario de graduación “Diseño de prototipo GPS utilizando módulo PMB688 con microcontrolador ATMEGA 328P para rastreo vehicular en flota de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-MANAGUA”.

El objetivo que se pretende cumplir con el desarrollo de este documento, es la construcción de una tarjeta prototipo de GPS que pueda transmitir los datos recibidos por la red de satélites NAVSTAR, hacia el usuario del servicio en este caso la UNAN-MANAGUA, para lograr determinar la posición en tiempo real.

Para la elaboración de esta propuesta se procedió a realizar un estudio de costos relacionado con los precios de sistemas GPS que se encuentran en el mercado y el precio de elaboración del prototipo GPS, resultando una diferencia considerable con los equipos ofertados en casas comerciales un poco más del 50% en relación al sistema propuesto.

Procediendo a su elaboración, en si la función del prototipo es de lograr obtener información de la red de satélites NAVSTAR, dicha recepción se logra gracias al módulo receptor PMB688, procediendo a la siguiente etapa la que consiste en la decodificación de las tramas provenientes del módulo receptor, realizando una comparación con las coordenadas que se alojan en la base de datos del microcontrolador.

Luego de la comparación de coordenadas el microcontrolador envía la información procesada al un segundo módulo esta vez se trata de un sistema que se encargara de transmitir los datos vía GSM o internet, al operador o dueño de la cuenta, los paquetes de información tendrán un intervalo de envío entre cada paquete enviado.

El presente documento muestra los pasos a seguir para conseguir lo que se conoce como sistema de rastreo y monitoreo vehicular.

## **Tema**

**Prototipo de sistema GPS con aplicaciones de rastreo vehicular en flota de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-MANAGUA).**

## **Tema delimitado:**

**“Diseño de un prototipo GPS usando Módulo PMB688 con Microcontrolador ATMEGA328P para rastreo vehicular en flota de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua”.**

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- 1) Desarrollar Prototipo de Sistema GPS con aplicaciones de rastreo vehicular en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-MANAGUA).**

### **Objetivos específicos**

- 1) Describir el principio de funcionamiento de los sistemas de posicionamiento global (GPS).
- 2) Desarrollar aplicación de rastreo vehicular para prototipo GPS en la UNAN – MANAGUA.
- 3) Comprobar viabilidad de implementación de GPS para rastreo vehicular en la UNAN, en comparación a otros sistemas ofertados en el mercado.
- 4) Programar microcontrolador AVR para rutas de rastreo para comparación de datos generados por el GPS.
- 5) Realizar validaciones con el sistema GPS diseñado.

## **DEDICATORIA**

**A DIOS todo poderoso quien nos proporciona de todas y cada una de las experiencias vividas guiándonos siempre por el mejor camino posible, a nuestros padres y hermanos quienes son la fuerza que nos motivan a seguir adelante ya que por ellos somos capaces de hacer cosas que no haríamos por nosotros mismos.**

**Richard Antonio Aguilar Díaz.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Primero que todo agradezco a Dios todo poderoso por brindarme todo este tiempo en el cual he logrado adquirir gran cantidad de experiencias que han logrado formar y enriquecer cada uno de las características que forman a un ser humano en su vida espiritual.**

**A mis padres que me brindaron su apoyo y amor incondicional, sin importar las adversidades que se presentan en la crianza diaria de un hijo, enseñándome que la esencia del ser humano proviene no de las circunstancias sino del tipo de relaciones desarrolladas en el núcleo familiar.**

**A mis hermanos que han estado presentes en cada momento por muy difícil que pueda parecer, de manera especial a la niña que logro conmover mi corazón con su amor sincero, brindándome de las fuerzas necesarias para seguir sin rendirme.**

**A los profesores que nos brindaron de su tiempo y conocimientos mostrando gran pasión por los temas expuestos en cada asignatura, desplegando gran esfuerzo para que los estudiantes descubran la misma fascinación.**

**Y a todos los amigos que conocí en el transcurso de esta etapa de formación profesional, los cuales son la familia que uno puede escoger.**

**Richard Antonio Aguilar Díaz.**

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo y la integración de los sistemas de posicionamiento global (GPS) han permitido su utilización en los diversos campos en los que el ser humano se desarrolla, su aplicación es aprovechada en fines civiles, científicos, reconocimiento geográfico y en la milicia a la cual se debe su implementación inicial.

El presente trabajo se basa específicamente en los principios de funcionamiento de los sistemas GPS actuales. El prototipo cuenta con la característica de reconocer cualquier punto en el que se encuentre ubicado gracias a la antena receptora que lo conforma y el sistema programable dentro del microcontrolador, la descripción de los conceptos básicos de la tecnología GPS y cada una de las etapas que integran dicho sistema se encuentran descritas en 4 capítulos, los cuáles se estructuran de la siguiente manera:

El capítulo primero está dedicado a la exposición de los conceptos básicos relacionado con la tecnología GPS, en el cuál se pretende brindar al lector detalle concreto en la cual consiste dicha tecnología. El capítulo segundo describe el por qué se desarrolla este trabajo y el por qué de la implementación de la geolocalización en la UNAN-MANAGUA, también se muestra el proceso de recopilación de los datos de prueba y verificación de estos.

En el capítulo tercero muestra la arquitectura del sistema y se explica cada una de las etapas que lo conforman así como las características electrónicas y eléctricas de los componentes también las conexiones existentes el microcontrolador y la interacción con el resto del sistema. El cuarto capítulo explica los programas utilizados para la elaboración del programa y la posterior simulación de este.

En el quinto capítulo encontramos las conclusiones del presente trabajo y las líneas de futuro que referirán algunos de los aspectos a tomar en cuenta si se desea mejorar este prototipo.

## JUSTIFICACIÓN

Hoy en día existen en el mercado gran cantidad de empresas que ofertan el servicio de rastreo y monitoreo vehicular, para la protección, resguardo y control de las unidades, por considerarse un servicio de última tecnología y de gran eficiencia el costo de cada uno de los equipos no se encuentra al alcance de pequeñas empresas o universidades estatales.

Con el desarrollo de este proyecto la universidad tendrá la capacidad de vigilar y llevar un mejor control de su flota, ya que el rastreo se realizara desde las propias instalaciones de la UNAN no será necesario un ente externo, además que será de gran ayuda para los estudiantes de ingeniería electrónica que muestren interés en la elaboración de este prototipo como parte de su formación profesional, de igual manera a estudiantes de otras carreras de la universidad que puedan hacer uso de este prototipo para trabajos de campo.

Es necesario que se mantenga un control adecuado de las unidades cuando se encuentran fuera de los límites de la universidad evitando cualquier tipo de percance con los vehículos, además que se lograra controlar con mayor eficiencia las rutas de transito destinadas a los autobuses o automóviles que formen parte de la universidad, por tales motivos nos propusimos desarrollar un prototipo de GPS que sea aplicado al rastreo de los vehículos de la universidad.

Hay que destacar que la señal recibida por los satélites GPS's es libre y sin costos, además otro de los beneficios de desarrollar este trabajo es el estudio de los sistemas GPS, los microcontroladores AVR, los display LCD's, y los módulos GSM.



## **CAPÍTULO 1: SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)**

### **1.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL**

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema compuesto por una red de satélites, radio bases terrestre y receptores GPS que permiten casi todas las posibilidades de navegación y posicionamiento en cualquier parte del mundo, sin importar las condiciones climatológicas.

Este complejo está compuesto por tres sistemas principales:

- Sistema Satelital
- Sistema de Control Terrestre
- Sistema del Usuario

#### **1.1.1 Sistema Satelital**

El sistema satelital es una constelación de 24 satélites denominada NAVSTAR que gira alrededor de la tierra en seis planos orbitales a unos 60° entre sí, con cuatro satélites en cada plano. Hay 21 satélites activos y 3 de reserva.

Los satélites NAVSTAR no son geosincrónicos, giran en torno a la tierra en órbitas circulares inclinadas. El ángulo de elevación en el nodo ascendente es de 55° con respecto al plano ecuatorial. La elevación promedio de un satélite NAVSTAR es de unos 20,200Km sobre la tierra. Estos satélites tardan aproximadamente 12 horas en una revolución.

Esta red de satélites fue desarrollada por el departamento de defensa de los Estados Unidos de Norte América y declarada totalmente operativa desde el 27 de abril de 1955. La figura 1.1 muestra la distribución de los satélites de la red NAVSTAR.



Fig 1.1 Red de satélites NAVSTAR.

### **1.1.2 Sistema de Control Terrestre**

El sistema de control terrestre, llamado Sistema de control de operación, incluye todas las estaciones monitoras terrestres fijas que se encuentran ubicadas en todo el mundo.

Las estaciones monitoras no son más que receptores GPS que rastrean los satélites cuando pasan sobre ellas y acumulan datos de telemetría y efemérides de los mismos. Esta información se transmite a una Estación de Control Maestro donde se procesa y determina si la posición real del satélite es igual a la calculada por el GPS. La estación de Control Maestro recibe datos de las estaciones monitoras en tiempo real, con esa información determinan si los satélites sufren cambios de reloj o efemérides y detecta el mal funcionamiento del equipo.

### **1.1.3 Sistema del Usuario**

El Sistema del usuario de GPS consiste en todos los receptores GPS y la comunidad de usuarios. Los receptores GPS convierten las señales recibidas de los vehículos espaciales en estimaciones de posición, velocidad y tiempo.



## **1.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GPS**

El sistema GPS funciona determinando cuánto tiempo tarda una señal de radio transmitida de un satélite en llegar al receptor en tierra y con ese tiempo calcula la distancia entre el satélite y el receptor de la estación terrestre. Las ondas de radio viajan aproximadamente a la velocidad de la luz  $3 \cdot 10^8$  m/s. Si un receptor puede determinar con exactitud dónde comenzó un satélite a mandar un mensaje de radio, y exactamente cuándo recibió el mensaje, puede determinar el tiempo de propagación (retardo).

A partir del tiempo de propagación, el receptor puede determinar la distancia entre él y el satélite, con la ecuación:

$$(1) \quad d = v \cdot t$$

Donde  $d$  = distancia entre el satélite y el receptor (metros)

$V$  = velocidad ( $3 \cdot 10^8$  m/s)

$t$  = tiempo de propagación (segundos)

El objetivo es determinar con exactitud cuando salió la señal de sincronización del satélite. Para determinarlo, el transmisor del satélite y el receptor de la estación terrestre producen códigos idénticos de sincronización (pseudoaleatorios) exactamente al mismo tiempo.

Cada satélite transmite en forma continua su código de sincronización precisa.

Después de haber recibido un código de sincronización, un receptor solo lo compara con su propio código, para determinar el tiempo de propagación. La diferencia de tiempo multiplicada por la velocidad de la señal de radio determina la distancia al satélite.



Para que un receptor en tierra determine su longitud y latitud, debe de recibir señales de tres o más satélites, debido a que se tienen tres incógnitas: X, Y y Z que son las coordenadas que determinan la posición del receptor.

Cada satélite envía al receptor su propio código pseudoaleatorio de sincronización (PRN) y su localización. La ubicación de un satélite se describe con un sistema tridimensional de coordenadas en relación con el centro de la tierra. Figura 1.2

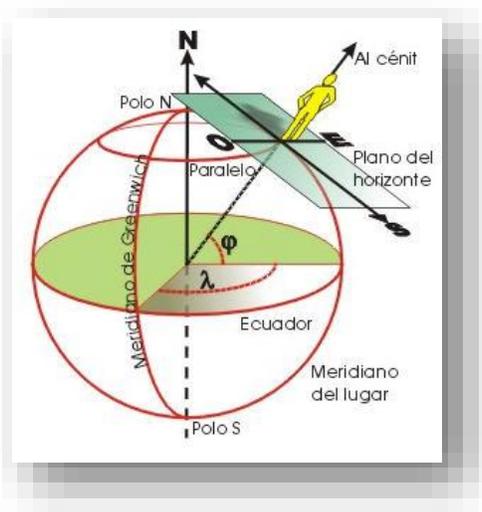


Fig 1.2 Punto de referencia respecto a la tierra.

El centro de la tierra es el punto de referencia y sus coordenadas son 0,0,0. Así cada satélite tiene sus coordenadas  $X_s$ ,  $Y_s$ ,  $Z_s$  que determinan su lugar con respecto al geocentro. Las coordenadas de los satélites se deben actualizar en forma continua ya que varían cuando los satélites recorren sus orbitas. También, el lugar de una estación terrestre tiene coordenadas tridimensionales  $X_o$ ,  $Y_o$ ,  $Z_o$  referidas al centro de la tierra. Figura 1.2

Si una estación terrestre conoce la ubicación de un solo satélite y la distancia entre el satélite y ella, sabe que debe de estar en algún lugar de una esfera imaginaria centrada en el satélite y con un radio igual a la distancia del satélite al receptor. Esto se ve en la figura 1.3



Fig 1.3 Localización de un receptor con un satélite.

Si el receptor conoce el lugar de dos satélites y sus distancias al receptor, sabe que su lugar está en algún lugar del círculo formado por la intersección de las dos esferas, como se muestra en la figura 1.4

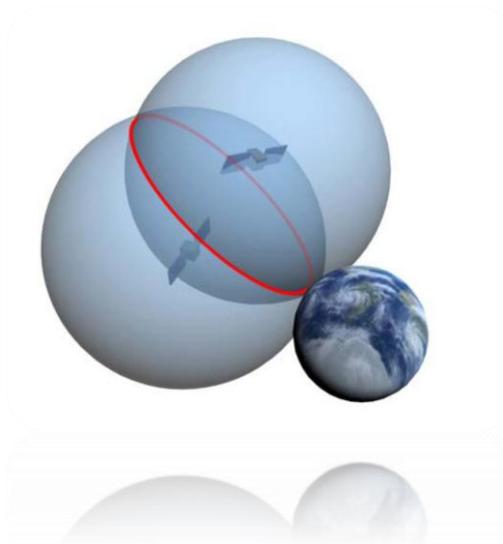


Fig 1.4 Ubicación de receptor entre dos satélites.

Si se conoce la ubicación y la distancia de un tercer satélite, el receptor puede ubicar su posición en uno de dos lugares posibles en el espacio, como se ve en la figura 1.5

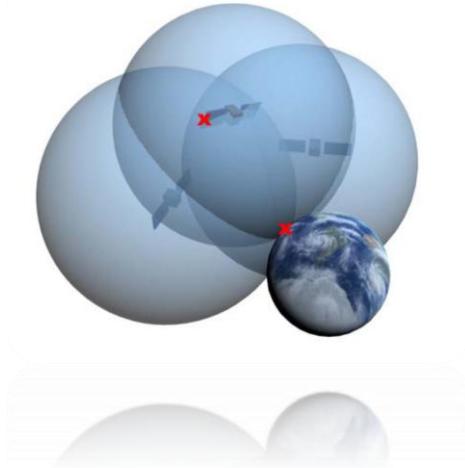


Fig 1.5 Triangulación de satélites para localización de objetos.

### **1.3 FUENTES DE ERROR EN LOS GPS**

- **Errores en los satélites:** Son causados por errores en el reloj, errores en la posición difundida y errores orbitales en un satélite.
- **Errores Atmosféricos:** Se generan que debido a que la propagación de la señal radio a través de atmosfera e ionosfera provoca retardos de la señal.
- **Errores multitrayectoria:** Se producen cuando la señal que llega a la antena del GPS no es directa, sino reflejada, debido a la obstrucción de edificios, arboles, montañas.
- **Errores en el receptor:** Provocados por el ruido electrónico generado por fuentes externas e internas al receptor o por errores en el reloj del mismo.
- **Disponibilidad selectiva:** Error intencionado aportado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos para evitar que usuarios no autorizados dispongan de un posicionamiento muy preciso y utilicen esta tecnología en su contra.



#### **1.4 APLICACIONES DE LOS RECEPTORES GPS**

- *Posicionamiento.*
- *Navegación.*
- *Diseminación de la hora.*
- *Cartografía.*
- *Topografía.*
- *Seguridad pública.*
- *Vida salvaje*



## **CAPÍTULO 2: PLACA DE DESARROLLO GPS**

### **2.1 ARQUITECTURA**

Para el encaminamiento de este proyecto de desarrollo tenemos que tomar en cuenta los componentes necesarios para la elaboración y montaje del circuito impreso de nuestra placa de GPS, la cual consta de una serie de componentes pasivos, circuitos integrados, visualizadores alfanuméricos y una antena receptora, los cuales de las características propias que cada uno posee cumple una función específica para el buen funcionamiento de este esquema.

El prototipo GPS se encuentra dividido en cuatro etapas de funcionamiento las cuales se estructuran de la siguiente manera:

- Alimentación
- Recepción de datos satelitales
- Decodificación y comparación de datos
- Visualización

La figura 2.1 Muestra el diagrama de bloque que conforman al prototipo GPS

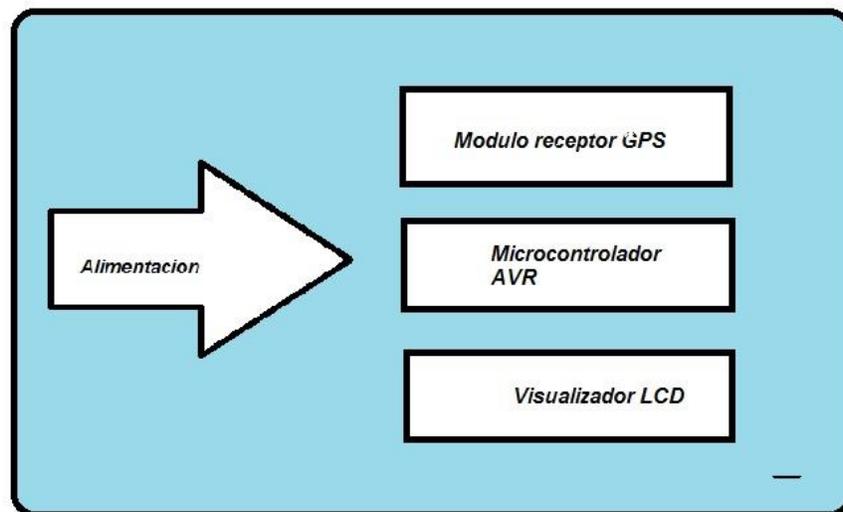


Fig 2.1 Diagrama de bloques prototipo GPS.



## 2.2 ETAPAS DE FUNCIONAMIENTO

Como ya habíamos mencionado las etapas que conforman al prototipo GPS se dividen en cuatro, en este apartado abordaremos cada una de ellas por separado describiendo su funcionamiento dentro de la tarjeta y las características electrónicas de los componentes y características eléctricas que brindan para el óptimo funcionamiento de todo el sistema.

La figura 2.2 muestra el circuito GPS con cada una de las etapas que lo conforman.

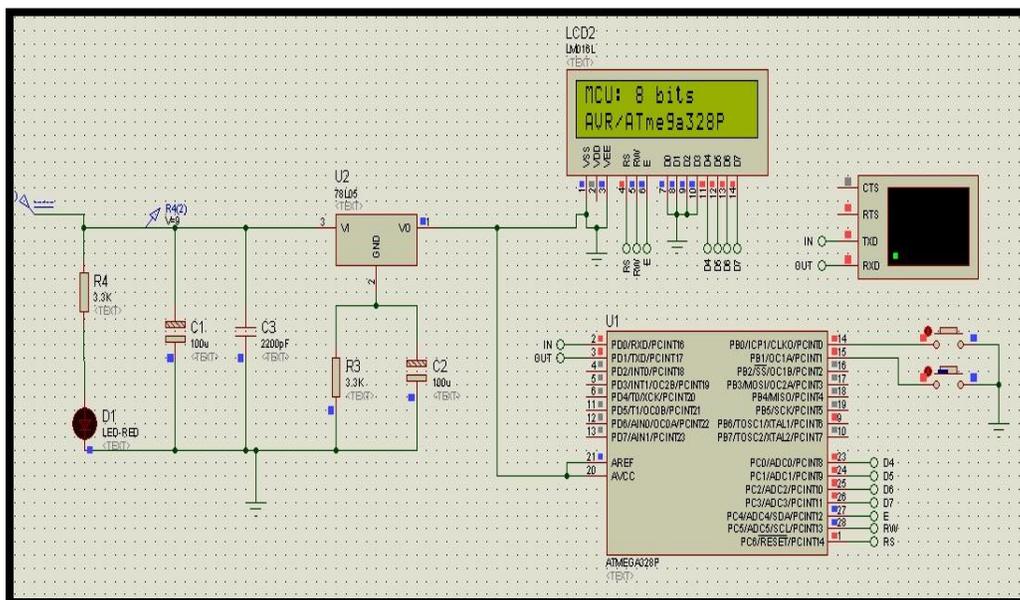


Fig 2.2 Diagrama de prototipo GPS.

### 2.2.1 Etapa de alimentación

Empezaremos nuestra descripción de el esquema por la etapa de alimentación, ya que todos los componentes que integran el prototipo GPS se alimentan a partir de una tensión de 5 VDC, por lo que es necesario incorporar, entre el conector de alimentación y el resto de componentes, un circuito capaz de mantener esta tensión estable ante variaciones en el consumo o variaciones en el suministro.



En el caso particular de este proyecto se decidió trabajar con un regulador lineal de voltaje de 5v 78L05, la característica principal de este tipo de reguladores se basa en limitar el paso de voltaje de entrada a un valor deseado de operación en este caso 5v los cuales alimentan a todos los demás componentes de la placa.

El voltaje de entrada suministrado al 7805 puede variar entre los 7-12v, para obtener los estados óptimos de operación de este, a la tarjeta de aplicación se le puede alimentar con 2 baterías de 9v o 12v (en caso de ser utilizado en vehículos), como estos valores se encuentran dentro del rango de aplicación del regulador no existirá problema alguno con la función que este desempeñara.

Además de contar con el 78L05 el circuito de alimentación cuenta con, dos capacitores que van conectados a la patilla 1 (IN) de este, un capacitor electrolítico 220nf/12v y uno cerámico de 1uf estos primeros para evitar efectos inductivos, también precisa de un capacitor electrolítico de 100uf/12v y una resistencia de 3. KΩ en la patilla 2 (tierra) esto es para mejorar la repuesta transitoria.

Esta etapa cuenta con un diodo led para indicar que el equipo esta energizado el diodo es protegido por una resistencia de 3.3KΩ.

La figura 2.3 refleja los componentes y las conexiones de la etapa de alimentación.

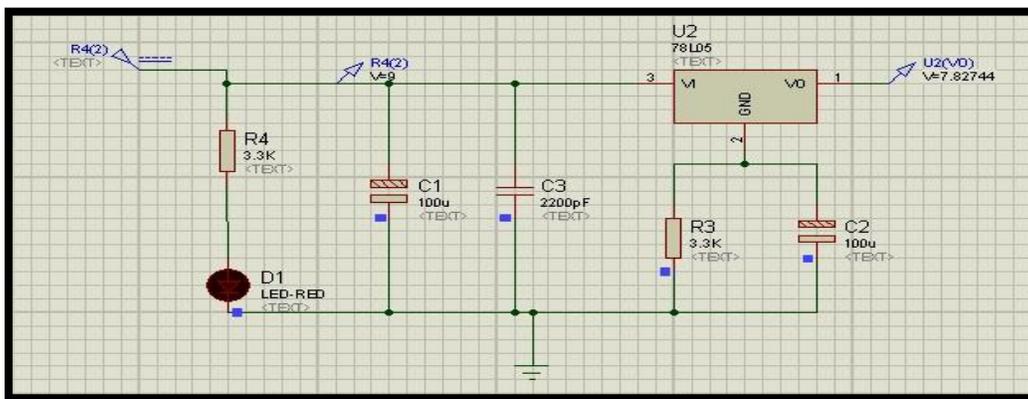


Fig. 2.3 Etapa de alimentación



Destacando el bajo consumo de corriente del prototipo el cual es de 800mA para todo el sistema. Los datos de voltaje de entrada óptimo a través del capacitor, voltaje de salida del 78L05 y la corriente óptima de operación del sistema se encuentran reflejadas en la tabla 2.1.

### **2.2.2 Etapa de recepción de datos de satélite**

La siguiente etapa a abordar es la etapa receptora de GPS, como su nombre lo indica en esta fase es donde se reciben los datos provenientes de los satélites de la red NAVSTAR, esta información es obtenida a través de un modulo receptor de GPS con la que cuenta el sistema.

La antena GPS es una estructura asociada con una región de transmisión entre una onda guiada y una onda de espacio libre. En trasmisión la antena recibe energía de una línea de transmisión e irradia al espacio, en recepción colecta energía de una onda incidente y la incorpora a una línea de transmisión.

Una antena receptora de GPS es un elemento responsable de la detección de ondas electromagnéticas enviadas desde los satélites, pudiendo ser considerada un sensor que convierte una señal de satélite incidente en información de amplitudes y fase, la antena GPS convierte la energía de onda en corriente eléctrica.

La mayoría de los receptores GPS son normalmente combinados con un pre-amplificador de bajo ruido, el pre-amplificador amplifica el nivel de la señal antes de alimentar la sesión de radio frecuencia (RF) del receptor, por tanto el amplificador tiene un efecto positivo apenas aumenta el valor del ruido, normalmente de 1 a 5 dB, mientras menor sea el ruido de alimentación mayor será la ganancia normalmente 10 a 40 dB.



- **ANTENAS MICROSTRIP**

Las antenas más comunes son de tipo microstrip en virtud de su fácil construcción y sus pequeñas dimensiones, lo que permite que sean empleadas en receptores GPS portátiles, en especial cuando una antena es integrada al cuerpo del receptor.

Este tipo de antena consiste en una placa conductora de circuito impreso montada sobre una base cuadrada, aisladas entre sí por una especie de porcelana. Dentro de las características de una antena receptora GPS, se tiene que considerar la importancia de los estados de variación de centro de fase, un error de carácter sistemático que afecta la precisión de posicionamiento, la variación de centro de fase encontrado en antenas GPS de tipo microstrip podría variar de milímetros hasta algunos centímetros.

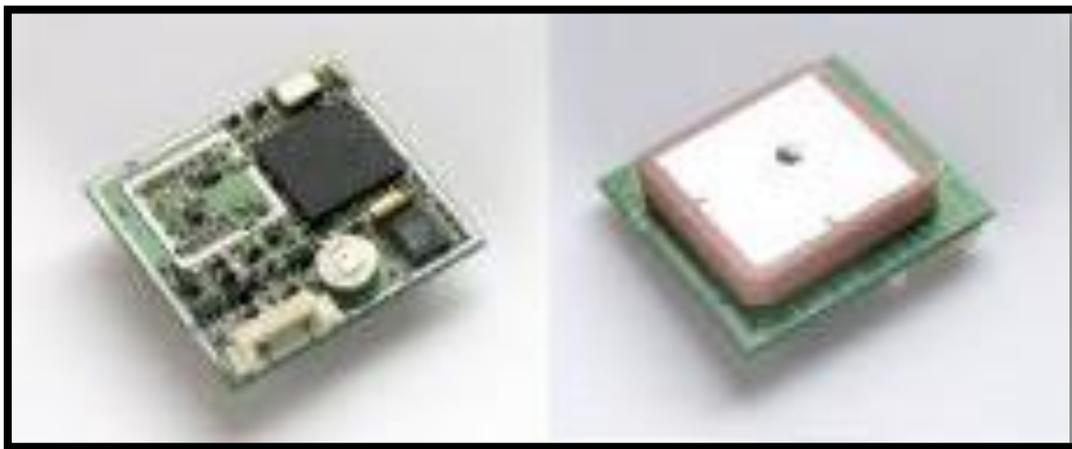


Fig. 2.4 Modulo GPS PMB 688



- **PROTOCOLO NMEA**

El estándar NMEA 0183 implementado en el módulo PMB 688 permite la comunicación serie unidireccional del receptor GPS hacia uno o varios dispositivos.

El protocolo NMEA comprende gran variedad de datos relacionados con la navegación, los cuales se estructuran en mensajes: cada uno de estos mensajes está formado por diferentes campos con un tipo de información concreta. El módulo PMB 688 sólo implementa un subconjunto de los mensajes del estándar NMEA, pero estos son más que suficiente para cubrir las principales funcionalidades GPS. La estructura general de estos mensajes es la siguiente:

- **Estructura de sentencia NMEA**

-\$IDMSG,D1,D2,D3,D4, ... , DN\*CS [CR] [LF]

-\$ Byte que indica el inicio del mensaje.

-ID 2 bytes que indican la fuente de la información (GP indica que la fuente es un GPS).

-MSG 3 bytes que identifican el tipo de mensaje que viene a continuación.

-D1..DN Son los diferentes campos con los datos, cada uno de los cuales tiene un número distinto de bytes en función del tipo de mensaje y campo de que se trate.

-\* Byte que delimita los bytes de checksum.

-CS 2 bytes con el valor hexadecimal del checksum.

-[CR][LF] Bytes de salto de carro [CR] y de [LF] alimentación de línea indicando el fin del mensaje.

La fig 2.5 muestra el esquema de una sentencia NMEA completa.

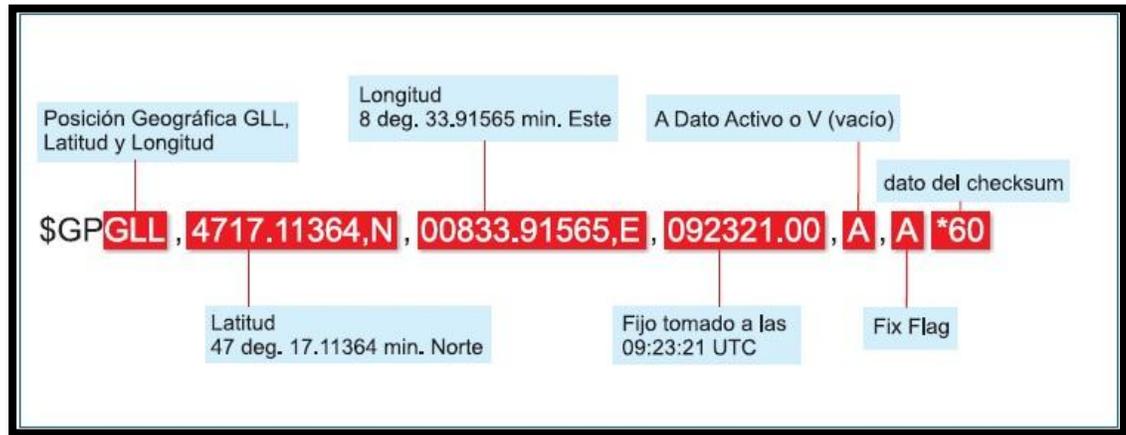


Fig 2.5 Sentencia NMEA

- **MENSAJES NMEA SOPORTADOS POR PMB688**

Mensajes NMEA soportados por el módulo PMB688 son los siguientes:

**-GGA (Estatus del receptor):** El mensaje GGA incluye el tiempo, la posición y los datos seleccionados al estatus del receptor.

**-GLL (Posición Geográfica – Latitud/Longitud):** El mensaje GLL contiene la latitud y longitud, el tiempo de la posición y el estatus del receptor.

**-GSV (GPS Satélites visible):** El mensaje GSV identifica los satélites que son visibles por el GPS, incluyendo su número PRN.

**-RMC (Información mínima de navegación):** El mensaje RMC contiene la hora, fecha, posición, dirección y velocidad proporcionados por el GPS.

**-VTG (Rastreo bien hecho y velocidad en tierra):** El mensaje VTG transmite el rastreo actual y la velocidad desarrollada por el receptor en tierra.

**-ZDA (Hora y fecha):** El mensaje ZDA contiene el tiempo universal coordinado (UTC), día, mes, año y la hora local.



- **Aplicaciones modulo PMB688**
  - **Navegación de vehículos terrestres**
  - **Navegación de vehículos marinos**
  - **Navegación personal**
  - **Control de flotas de vehículos**
  - **Servicios de localización**
  - **Sistemas de seguimiento**
  - **Aplicaciones de gestión de rutas y mapas**

El receptor se encuentra directamente conectado con el micro controlador a través de los pines 1 y 2 del modulo a los que corresponde (TTL TX y TTL RX) con los pines 2 y 3 del Microcontrolador (RXD y TXD) pines de transmisión y recepción respectivamente, La línea RX se utiliza para enviar datos desde el receptor GPS al microcontrolador, mientras que la conexión TX puede usarse para el envío de comandos específicos del microcontrolador al receptor GPS. La figura 2.6 muestra la conexión entre AVR y PMB688.

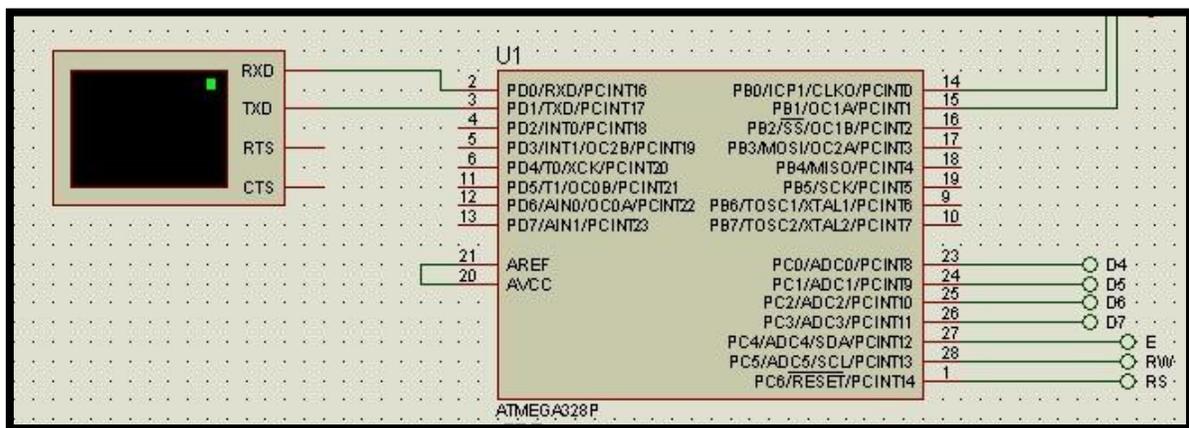


Fig 2.6 conexión básica con el microcontrolador.



### **2.2.3 Decodificación y comparación de datos**

En esta etapa es en la que se centra todo el trabajo y funcionalidad del prototipo debido a que todos los procesos tanto de comparaciones de coordenadas, reconocimiento de los sentencias del protocolo NMEA y asignación de lectura, están bajo el control del microcontrolador AVR ATmega 328P.

Los procesos mencionados anteriormente son ejecutados mediante el programa que se encuentra en la memoria flash del microcontrolador la cual tiene una capacidad de 32KB para programación. Dentro de este sistema de programación se encuentran los registros sentencias que es capaz de registrar elPMB688. De igual manera se encuentra una base de datos con coordenadas tomadas de puntos específicos de la universidad.

Tanto los datos enviados por el receptor y los almacenados en el microcontrolador son comparados entre sí, esto se hace con el fin de brindar un nombre a la coordenada registrada por el modulo GPS, este nombre es asignado desde el programa, luego de este proceso el microcontrolador también envía los resultados obtenidos a la etapa final en la que se logra visualizar una leyenda con el nombre del lugar donde se encuentra ubicado el sistema GPS.

#### **2.2.3.1 PARÁMETROS BÁSICOS DEL MICROCONTROLADOR**

El AVR (Advanced Virtual RISC) tiene 32 Registros de 8 bits, los microcontroladores AVR tienen todas las características de los microcontroladores modernos PICs. Cuenta con arquitectura Harvard, reloj interno, escalabilidad y manejo de señales analógicas, temporizadores e interrupciones externas.

Implementar una arquitectura Harvard significa que tiene el bus de datos separado del bus de instrucciones lo cual le da mayor velocidad de procesamiento de instrucciones. Además posee un oscilador de reloj interno por lo que puede trabajar con un reloj interno o externo. La figura 2.2 se puede apreciar el diagrama del ATmega328p con cada uno de las aplicaciones correspondientes a cada pin.

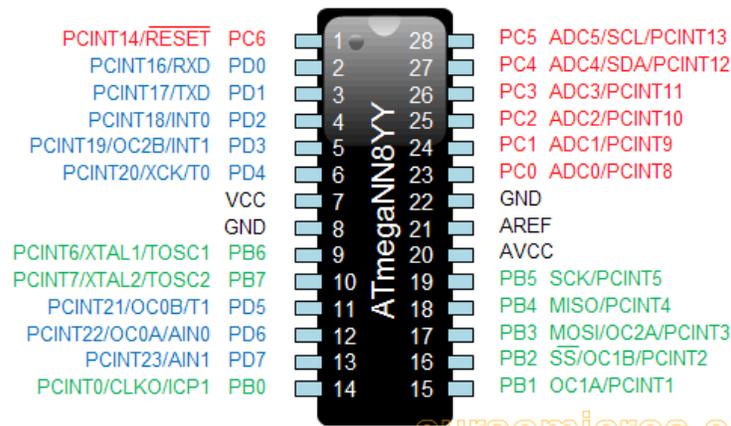


Fig 2.7 Estructura del AVR ATmega328p.

Poseen la capacidad de manejar señales analógicas, temporizadores, contadores e interrupciones externas entre otras cualidades. Entre las cuales destacamos su gran velocidad de procesamiento, 1 MIPS por 1MHz debido a su arquitectura RISC que les permite ejecutar una instrucción por ciclo y a sus 32 registros para múltiples propósitos.

En cuanto a otras características principales se puede decir que posee tres puertos de 8 bits denominados puerto B, puerto C y puerto D que ofrecen 23 pines de I/O, ya que cada pin puede ser configurado individualmente como entrada salida.

A su vez posee 2 interrupciones externas INT0 e INT1 y dos contadores de 8 bits cada uno, también encontramos dentro de su arquitectura un receptor RXD y transmisor TXD de datos y seis convertidores análogo/ digital ADC0-5 de igual manera los pines de funciones especiales SCK, MISO, MOSI, RESET para la función de auto programación ISP. Ver figura 2.1 estructura del AVR.



Ofrecen la aplicación de ser programados aún estando dentro del circuito de trabajo a través de un ISP (In-System programerr) y poseen la capacidad de auto programarse comunicándose con una central atreves de ciertos pines especiales (alguna actualización requerida). La figura 2.2 muestra el bus de programación ISP de los AVR.

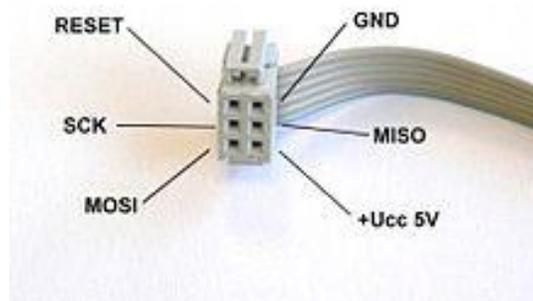


Fig 2.8 Conector ISP para los AVR.

El Atmega328p tiene tres tipos de memoria

- Memoria FLASH auto programable de 32KB para programación que puede resistir hasta 10,000 ciclos de lectura/escritura (32 registros de propósito general).
- Memoria SRAM de 2KB para datos generados durante la ejecución del programa.
- Memoria EEPROM de 1KB para datos que permanecen guardados aún cuando el microcontrolador esté apagado igualmente puede resistir hasta 10,000 ciclos de lectura/escritura.



fig 2.8 Mapa de memorias del ATmega328p

- **Reloj del sistema**

El microcontrolador ATmega contiene un oscilador interno incluido que puede ser utilizado como reloj del sistema, si se desea se puede utilizar una fuente externa de sincronismo como por ejemplo un cristal de cuarzo conectado a los pines 10 y 11 del microcontrolador.

La configuración del reloj no se hace dentro del programa sino con los bits de seguridad y configuración. Los bits que determinan la fuente del reloj son 4 y se denominan CKSEL (Clock selection).

<b>CKSEL</b>	<b>Frecuencia Nominal MHz</b>
<b>0001</b>	<b>1</b>
<b>0010</b>	<b>2</b>
<b>0011</b>	<b>4</b>
<b>0100</b>	<b>8</b>

Tabla 2.1 Bits de seguridad y configuración.



Las opciones de reloj que existen son:

- Oscilador resonador (externo)
- Cristal de baja frecuencia (externo)
- RC oscilador (externo)
- Oscilador calibrador RC (externo o interno)

En el caso de nuestro sistema decidimos utilizar un oscilador resonador externo y omitir el reloj interno, debido a que los cristales de cuarzo poseen mayor estabilidad para mantener constante la frecuencia de operación, también existen parámetros para determinar la frecuencia de relojes externos para obtener el desempeño esperado en cuanto a las instrucciones ejecutables por dicha frecuencia en nuestro caso nos referimos a un oscilador de 4MHz.

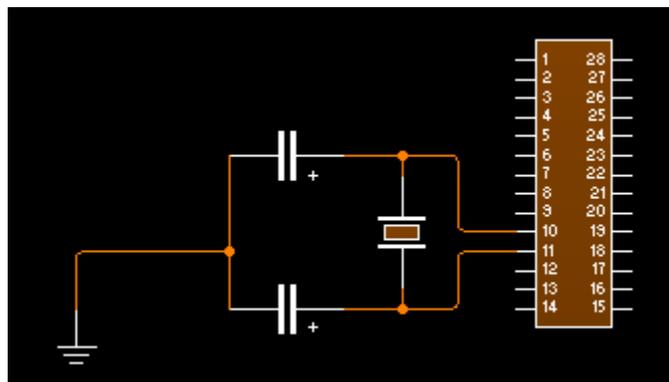


Fig 2.9 Conexión oscilador externo de un AVR

En la figura 2.9 se muestra la conexión de un oscilador externo de cuarzo con el microcontrolador ATmega328P mientras que la tabla 2.2 muestra los rangos de frecuencia y las instrucciones posibles a ejecutar.



<i>Rango de Frecuencia (MHz)</i>	<i>Rango recomendado de capacitores C1 y C2 (pF)</i>	<i>Instrucciones por ciclo de reloj</i>
<i>0.4 - 0.9</i>	<i>-</i>	<i>100</i>
<i>0.9 - 3.0</i>	<i>12 – 22</i>	<i>101</i>
<i>3.0 - 8.0</i>	<i>12 – 22</i>	<i>110</i>
<i>8.0 - 16.0</i>	<i>12 – 22</i>	<i>111</i>

Tabla 2.2 Rango de frecuencia

Haciendo una comparación como la mostrada en la tabla 2.3 de las características más notables en cuanto la cantidad de memoria disponible y la velocidad de procesamiento de microcontroladores similares en capacidad tanto de microchip y la de Atmel se aprecia que los microcontroladores de ATmega ofrecen más ventajas. La tabla 2.3 muestra la comparación entre el AVR y los PICs.

<i>Características</i>	<i>PIC16F877</i>	<i>ATmega328p</i>
<i>Numero de instrucciones disponibles</i>	<i>35</i>	<i>131</i>
<i>MAX. I/O pines</i>	<i>23</i>	<i>23</i>
<i>Velocidad de procesamiento</i>	<i>5 MIPS a 20 MHz</i>	<i>16 MIPS a 16 MHz</i>
<i>Capacidad de memoria Flash (programa)</i>	<i>8 KB</i>	<i>32 KB</i>
<i>Capacidad de Memoria RAM (datos)</i>	<i>368 Bytes</i>	<i>2 KB</i>
<i>Capacidad de EEPROM (datos)</i>	<i>256 Bytes</i>	<i>1 KB</i>

Tabla 2.3 Comparación entre AVR y PICs.



Con la comparación de ambos tipos de microcontroladores podemos observar que ambos ofrecen las mismas prestaciones mas sin embargo el AVR posee mejores características de funcionamiento que el PIC es por tal motivo que decidimos implementar un microcontrolador de ATmega para el desarrollo de nuestro trabajo.

#### **2.2.4 Etapa de visualización**

La etapa de visualización se encuentra conformada por un display LCD de 16x2 el cual proporcionara la lectura enviada del microcontrolador con los datos examinados por el programa y dos pulsadores que son los encargados de el cambio de menú de lectura que integran las capacidades del modulo GPS.

Las pantallas de cristal líquido LCD o display LCD para mensajes (Liquid Cristal Display) tienen la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico, permitiendo representar la información que genera cualquier equipo electrónico de una forma fácil y económica.



Figura 2.10 LCD 2x16: está compuesto por 2 líneas de 16 caracteres

La pantalla consta de una matriz de caracteres (normalmente de 5x7 o 5x8 puntos) distribuidos en una, dos, tres o cuatro líneas de 16 hasta 40 caracteres cada línea.

A continuación la tabla 2.4 presenta la descripción de señales empleadas por el módulo LCD así como el número de patilla a la que corresponden.



<i>Pin</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Descripción</i>
<i>1</i>	<i>VSS</i>	<i>Tierra de alimentación</i>
<i>2</i>	<i>VDD</i>	<i>Alimentación de 5 voltios</i>
<i>3</i>	<i>VO</i>	<i>Patilla de contraste del cristal liquido normalmente se conecta a un potenciómetro</i>
<i>4</i>	<i>RS</i>	<i>Selección de registro de control/registro de datos RS=0 Selección de registro de control RS=1 Selección de registro de datos</i>
<i>5</i>	<i>R/W</i>	<i>Señal de lectura/escritura RW=0 El módulo LCD es escrito RW=1 El módulo LCD es leído</i>
<i>6</i>	<i>E</i>	<i>Señal de activación del modulo LCD E=0 Módulo desconectado E=1 Módulo conectado</i>
<i>7-14</i>	<i>D0 – D7</i>	<i>Bus de datos bi-direccional. A través de estas líneas se realiza la transferencia entre el LCD y el microcontrolador</i>

Tabla 2.4 Descripción de pines del LCD

- **Conexión de LCD mediante 4 bits**

En la tarjeta del prototipo GPS, el visualizador LCD está conectado al Puerto C del AVR ATmega328P mediante un bus de 4 bits.

Las conexiones son:

- Las 4 líneas superiores del módulo LCD, pines (DB7:DB4) se conectan a las 4 líneas superiores del Puerto C del AVR, pines (PC0:PD3).
- Pin RS del LCD a la línea PC6 del microcontrolador.
- Pin R/W del LCD a la línea PC5 del microcontrolador.
- Pin Enable del LCD a la línea PC4 del PIC.



En el display se visualizaran los distintos menús que se encuentran en el programa, entre los datos que podrán ser visualizados se encuentran:

- El nombre de la posición del GPS
- Hora y fecha mundial UTC
- Coordenadas latitud y longitud

La figura 2.11 se muestra el diagrama de conexión del microcontrolador con el LCD este dispone de y los pulsadores.

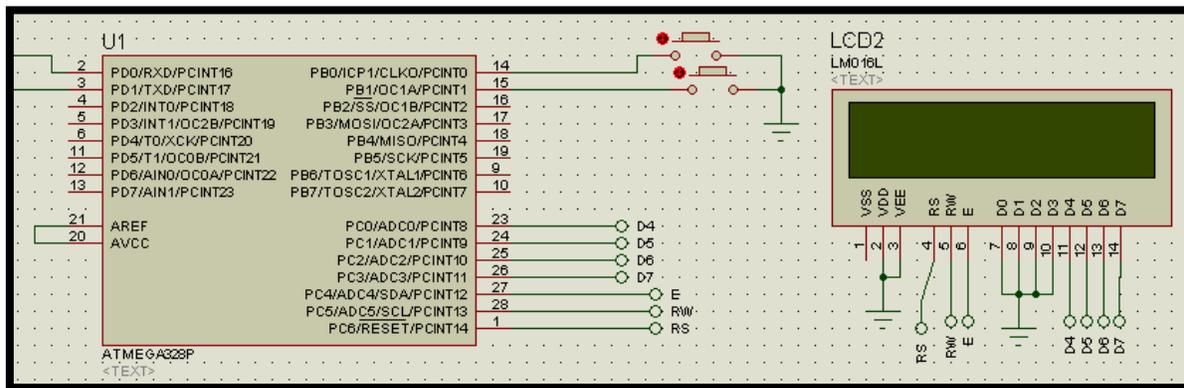


Fig 2.11 diagrama de conexión etapa de visualización.



## **CAPÍTULO 3: SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN**

### **3.1 PROTEUS PROFESIONAL Y AVRstudio.**

Los programas de simulación proteus y programación AVRstudio 4.0 aparecen para ayudar a los usuarios a simplificar las tediosas tareas que se realizan al momento de diseñar y elaborar un circuito electrónico y en determinado caso la programación de este si lo ameritase, resolviendo en gran medida las operaciones de prueba y error que conlleva el trabajo de algún componente electrónico.

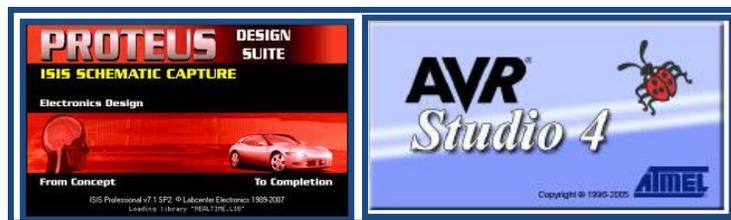


Fig 3.1 Ventanas de inicio de Proteus profesional y AVRstudio

Estos softwares se ejecuta en el ordenador personal y su fin es simular (en el caso de Proteus) el circuito diseñado previamente, esto para probar su funcionamiento antes de montarlo de forma física el la PCB. En el caso del AVRStudio 4 es el compilador creado especialmente para programar este tipo de microcontroladores AVR.

### **3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS APLICACIONES**

#### **3.2.1 Proteus 7 profesional**

Proteus es un software de diseño electrónico desarrollado por **Labcenter Electronics** que consta de dos módulos: Con el primero tendremos un generador de circuitos reales, que funcionan, de forma que podremos comprobar si el diseño que queremos implementar en un PCB (Prototype Circuit Board).



Una vez comprobado y testado con las herramientas incorporadas, ARES pasará a la acción para conseguir pasar el diseño virtual a algo que podamos implementar en la realidad con todos los componentes de su base de datos correctamente identificado.

Proteus 7 Profesional es una herramienta para la verificación vía software que permite comprobar, prácticamente en cualquier diseño, la eficacia del programa desarrollado. Su combinación de simulación de código de programación y simulación mixta SPICE permite verificaciones analógico-digitales de sistemas basados en microcontroladores.



Fig 3.2 pantalla inicio de ISIS Proteus.

- **ISIS**

Mediante este programa podemos diseñar el circuito que deseemos con una lista de componentes muy variados, desde una simple resistencia hasta algún que otro microprocesador o microcontrolador, incluyendo fuentes de alimentación, generadores de señales y muchas otras prestaciones.

Los diseños realizados en ISIS pueden ser simulados en tiempo real. Una de estas prestaciones es VSM, una extensión de la aplicación con la cual podremos simular, en tiempo real, todas las características de varias familias de microcontroladores, introduciendo nosotros mismos el programa que queramos que lleven a cabo.



Características relevantes que posee ISIS:

- Librería de componentes.
- Conexiones automáticas entre dos puntos del esquema.
- Netlist compatible con la mayoría de los programas para la realización del PCB.
- Enumeración automática de componentes.

Las figuras 3.3 muestra la ventana de búsqueda de componentes dentro de ISIS y la Fig 3.4 muestra la selección de un componente escogido en este caso el regulador de voltaje 78L05 muestra características y patillaje de este componente.

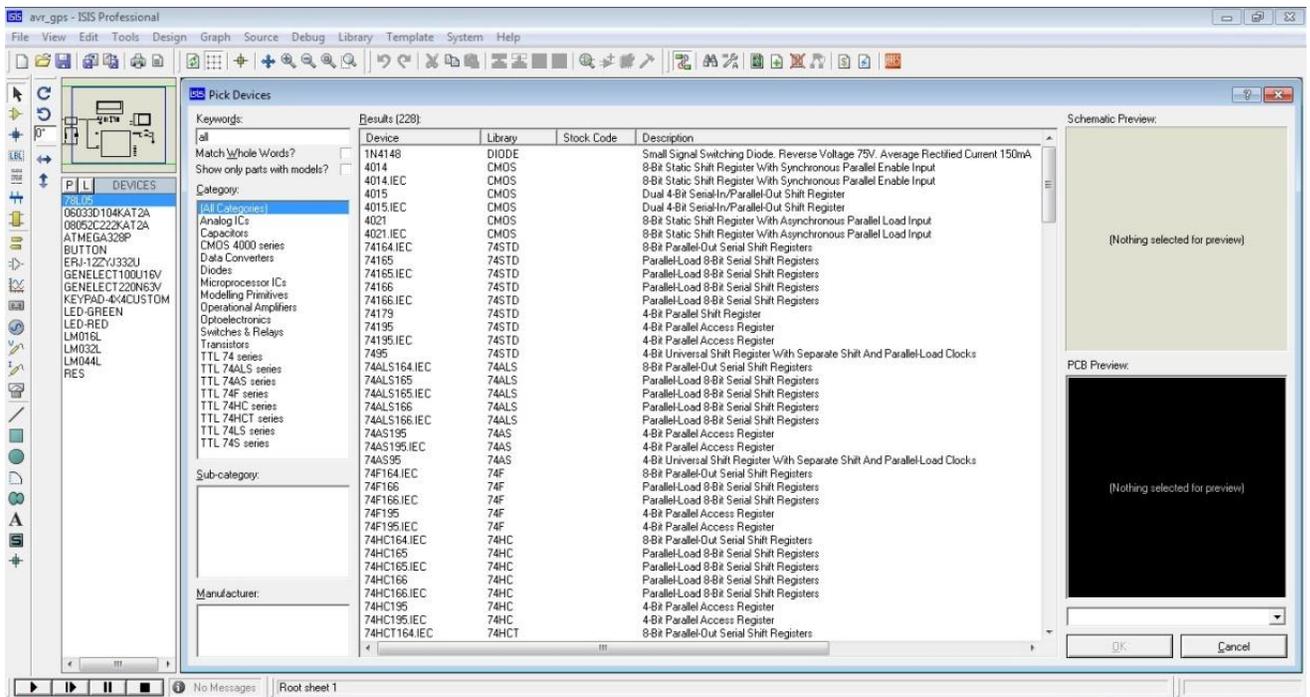


Fig 3.3 Lista de componentes en la base de datos de ISIS.

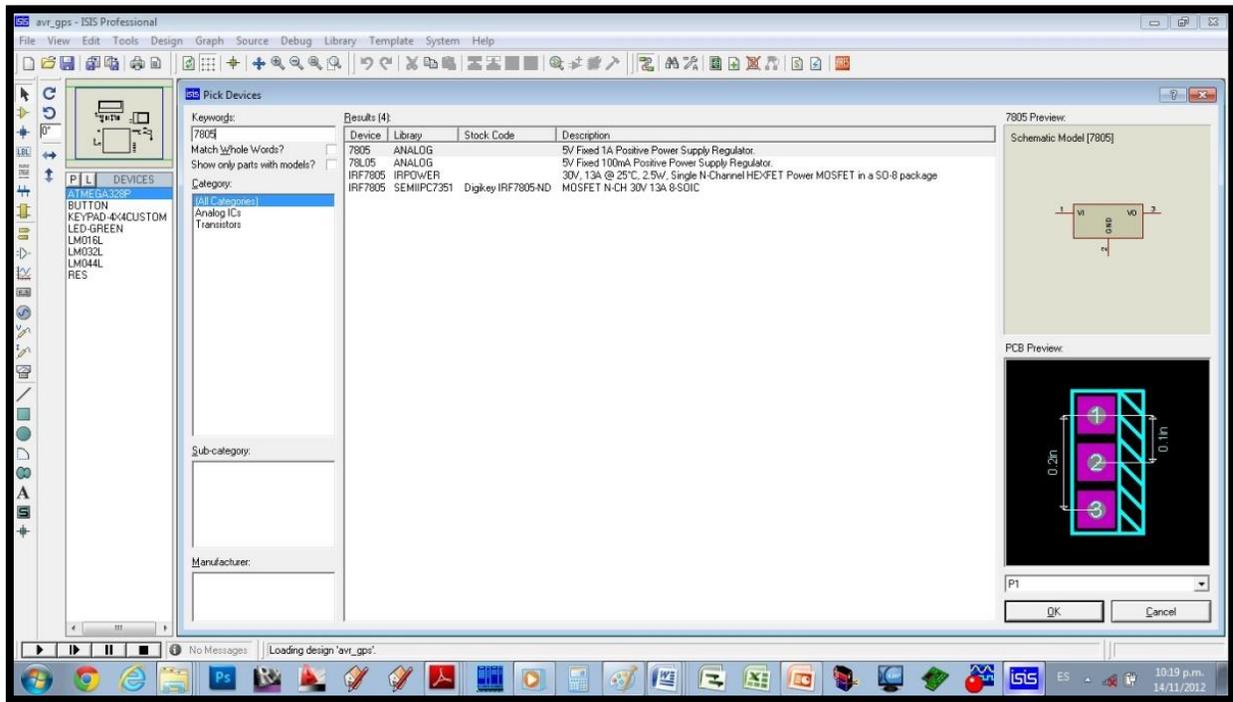
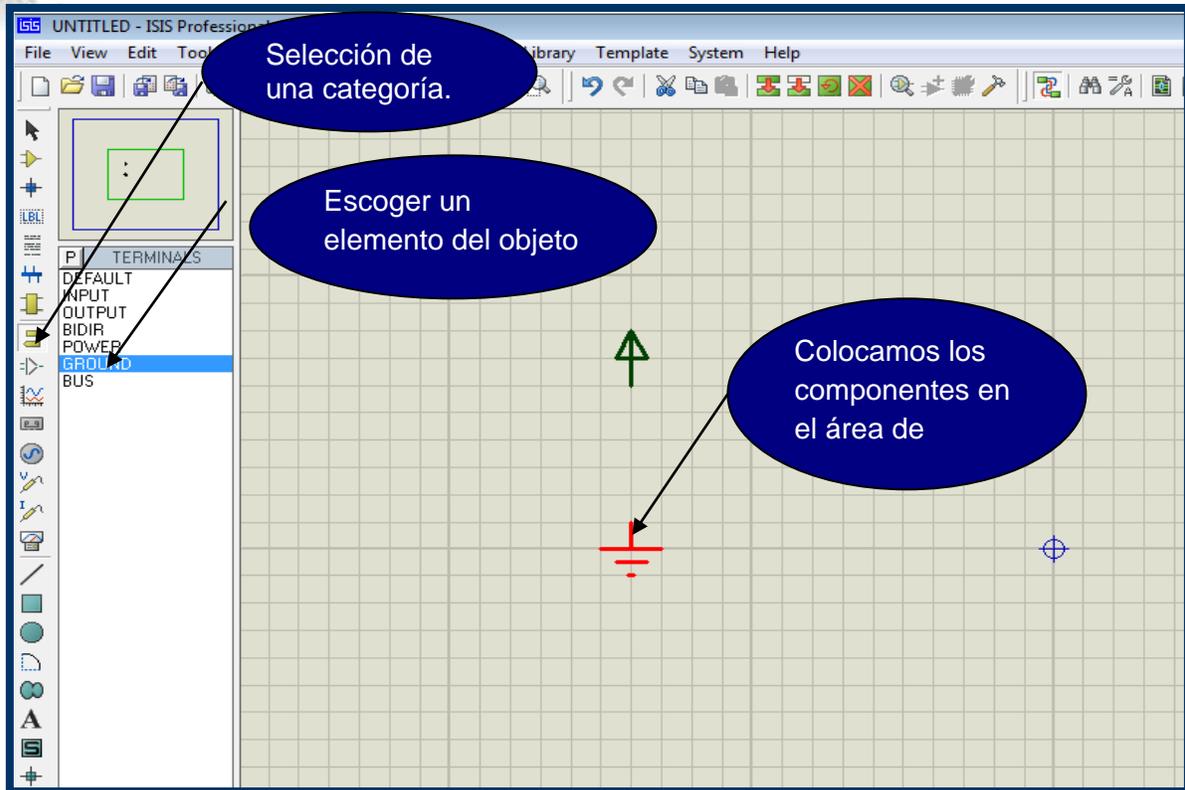


Fig 3.4 selección de Regulador de voltaje 78L05.

- **Conexión de los componentes en ISIS de proteus.**

El panel izquierdo de ISIS mostrado en la figura de 3.5 se ve con el título de **component mode**) se llama **Object Selector** y despliega los objetos de la categoría seleccionada actualmente (*Components, Generator, etc.*).

Para añadir un objeto a la hoja de diseño primero debemos seleccionar su categoría y luego sacar del **Object Selector** el elemento deseado. Por ejemplo, para colocar los símbolos de tierra y alimentación seguimos los tres pasos mostrados en la siguiente figura 3.5.



La Fig 3.5 muestra los pasos como colocar objetos en ISIS.

Para colocar los componentes electrónicos como LCD, Integrados, botones, etc, hay un paso intermedio que es llenar el **Object Selector** con los dispositivos deseados. Para ello hacemos clic en el icono **Components**  de la barra de herramientas y luego en el botoncito *P*. Un modo rápido es clicar el icono  de la barra de herramientas superior o sencillamente presionar la tecla “*P*”. En cualquier caso nos veremos con la ventana **Pick Devices**. Como lo muestra la figura 3.6.

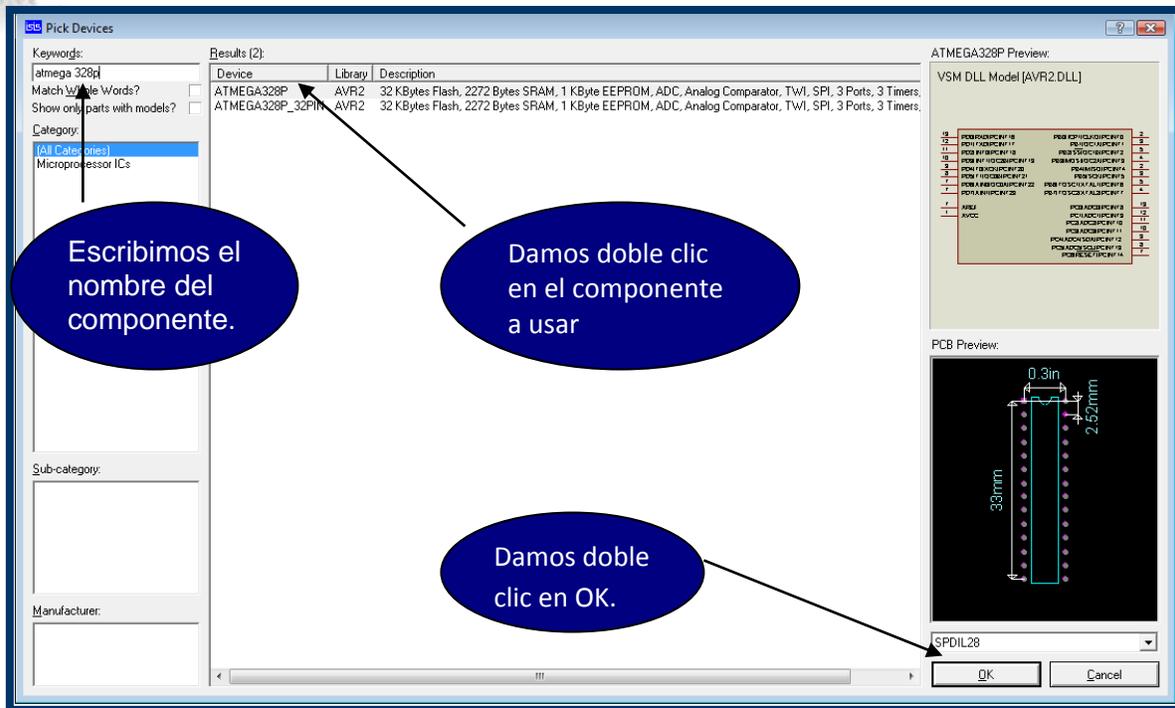


Fig 3.6 muestra como escoger un componente

Una vez localizado los componentes buscados, le damos doble clic para enviarlo al *Object Selector*. Así podemos ir sacando los dispositivos restantes. Cuando hayamos terminado con esta parte cerramos esta ventana dándole al botón *Ok*, **Cancel** o, mejor aún, presionando *Escape* en el teclado.

Ahora el panel **Object Selector** contiene los diversos dispositivos que formarán nuestro circuito. Seleccionálos uno a uno y luego colócalos en el esquemático con un clic izquierdo.

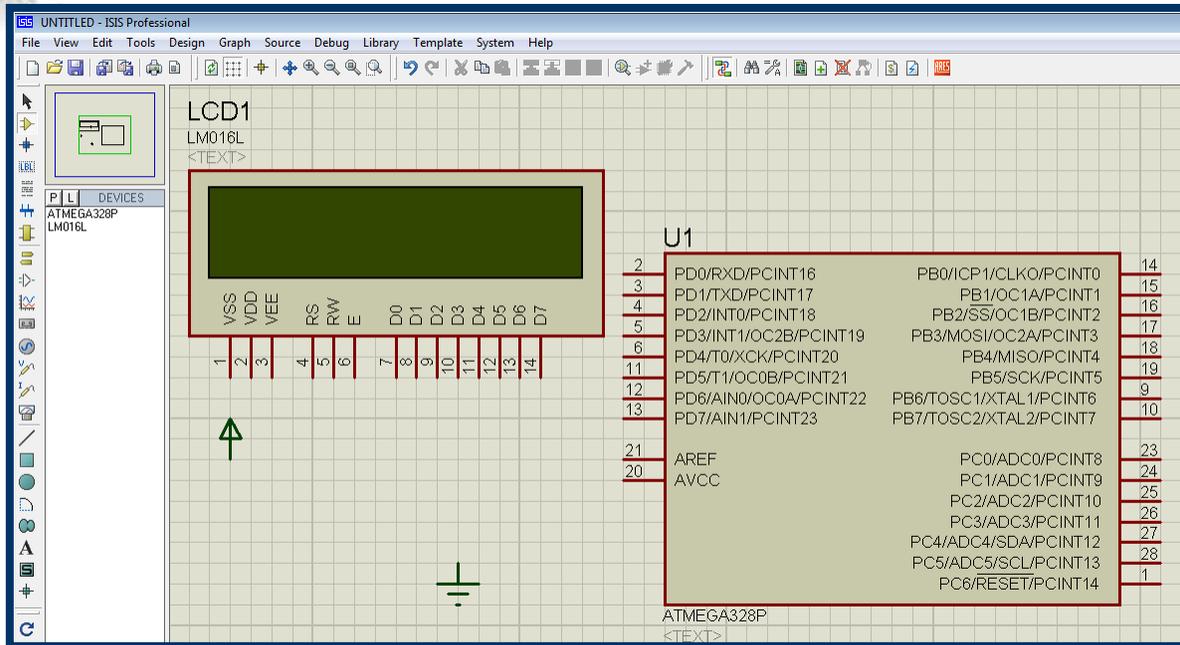


Fig 3.7 Colocación de dispositivos en el área de trabajo.

### Componentes no necesarios.

Para simplificar la tarea de simulación Proteus permite obviar algunos elementos en el diseño. *Pines GND y VDD*. Tal vez te inquiete la ausencia de los pines GND y VDD de los dispositivos digitales como los microcontroladores, pero eso no cuenta para la simulación porque Proteus asume que trabajarán con alimentación de 0 y 5 V.

### *El circuito oscilador del microcontrolador.*

Los microcontroladores pueden trabajar con varios tipos de osciladores siendo el más común el conformado por un cristal de cuarzo y dos capacitores de estabilización. Sin embargo, debes saber que para los microcontroladores este circuito no tiene directa intervención en la simulación.

La frecuencia de operación del microcontrolador se establece en su ventana de propiedades, con lo cual el circuito del XTAL quedaría de adorno. Muchas veces se lo suele ignorar para aligerar la carga del diseño y mejorar en algo la velocidad de simulación.



Para realizar la captura del diagrama esquemático usaremos el circuito montado en este trabajo. Mostrado en el figura 3.8

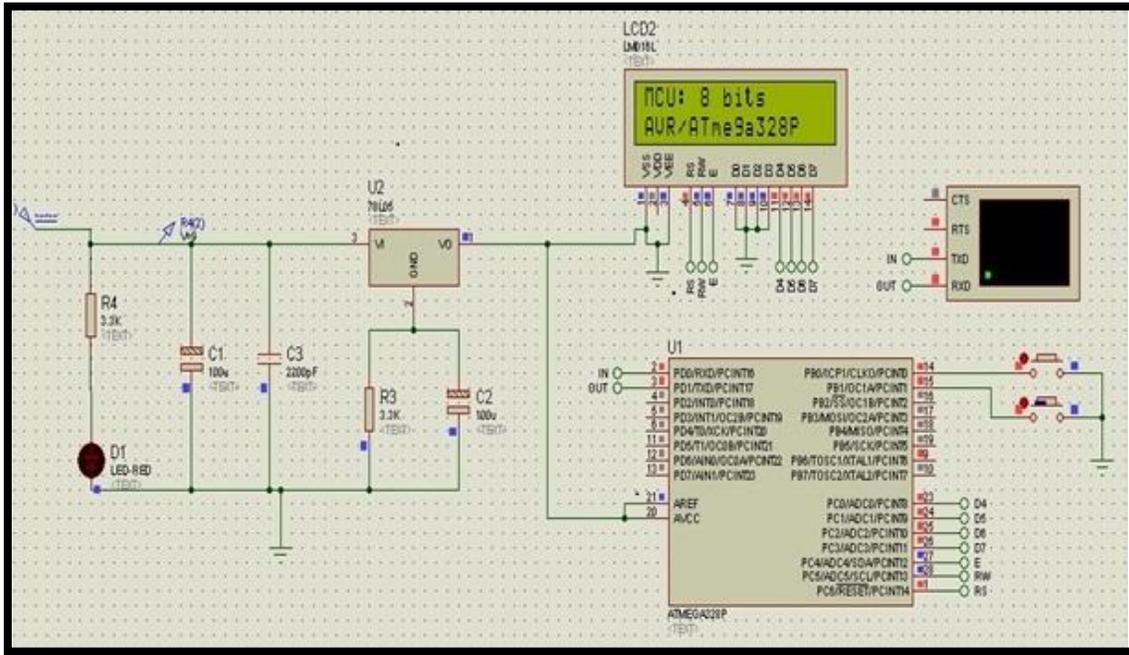


Fig 3.8 Diagrama de prototipo GPS

### 3.2.2 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN AVR Studio

AVR Studio es una herramienta de desarrollo para la Serie AT90S de microcontroladores, AVR permite al usuario controlar totalmente la ejecución de los programas en los AT90S en circuito simulados o en el simulador incorporado en AVR.



Fig 3.9 ventana de inicio AVR Studio 4



AVR Studio posee un entorno muy amigable con el usuario el cual ayuda con la visualización para la creación de programas en lenguaje \*.asm (assembler) que es un lenguaje muy parecido al lenguaje de máquina que usan los micros y computadoras al momento de cargar al programa en el microcontrolador. Ese programa que se le carga al microcontrolador es un archivo \*.hex y lo genera este ensamblador.

- **Cargar el programa en el simulador**

Ahora hay que darle doble clic al microcontrolador del circuito para abrir su ventana de propiedades. Hay una ventana diferente para cada tipo de microcontrolador, nuestro microcontrolador es un ATMEGA328P, y la figura 3.10 muestra su ventana de propiedades.

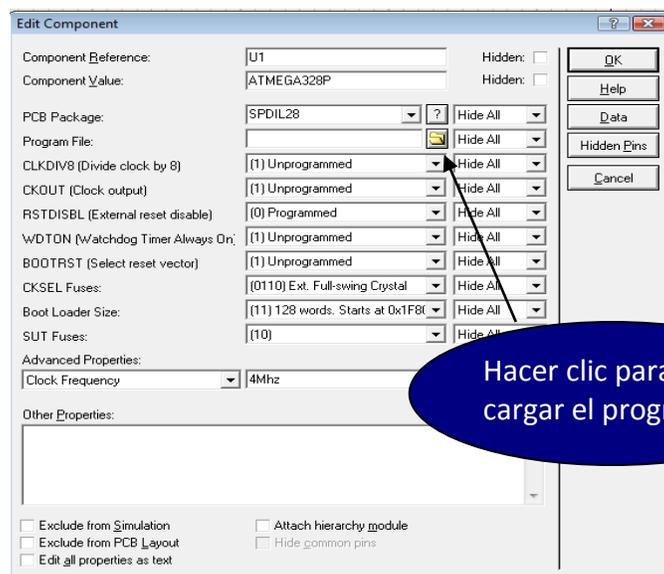


Fig 3.10 Ventana de propiedades de ATMEGA 328P

Cualquiera que sea el microcontrolador, al hacer clic en el punto indicado, se abrirá el cuadro de diálogo *Select File Name*. Solo queda buscar y seleccionar el archivo de programa del microcontrolador, el cual puede tener diferentes formatos.



La siguiente ventana corresponde al cargador de un AVR. Se nota que al menos en el combobox *Tipo* aparecen como aceptables las extensiones [HEX](#), [COF](#), [ELF](#), [OBJ](#) o de tipo [UBROF](#).

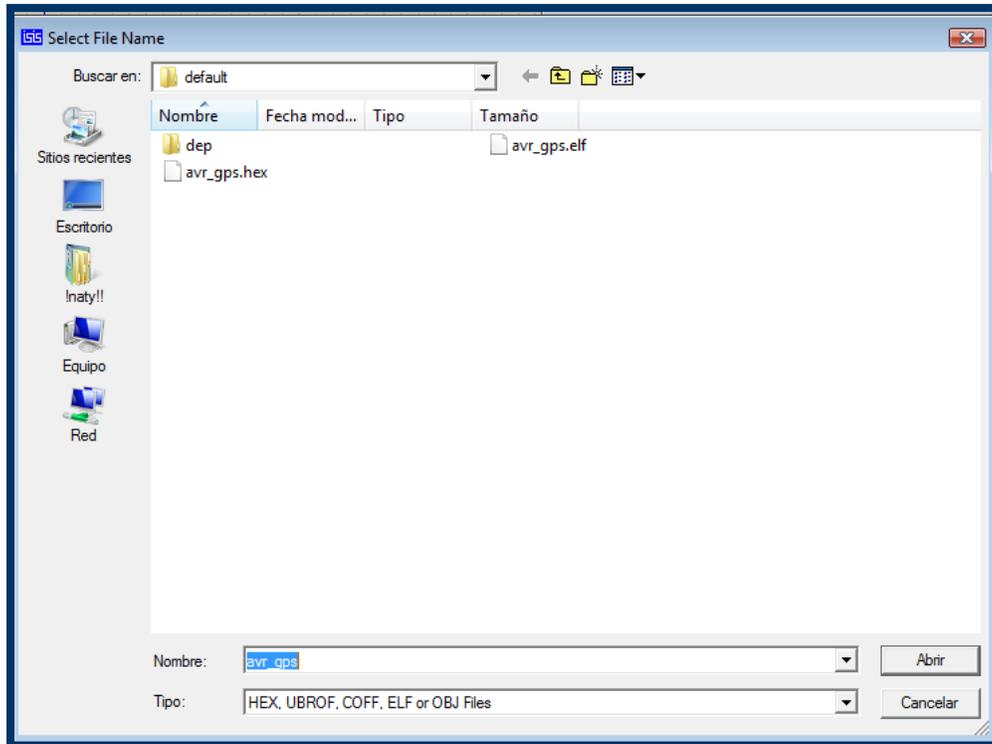


Fig 3.11 Cuadro de diálogo para seleccionar el programa del microcontrolador.

### **Simulación**

Para comenzar la simulación del circuito, podemos ver en la parte inferior izquierda los siguientes botones de simulación. Damos clic en el botón play.

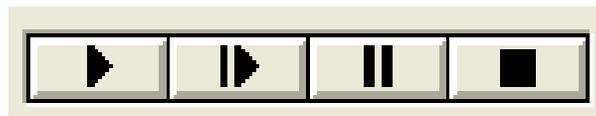


Fig 3.12 Botones para la simulación.

Al agregarle dos tramas RMC y GGA en la terminal de virtual se mostrara las coordenadas correspondientes a esas trama.

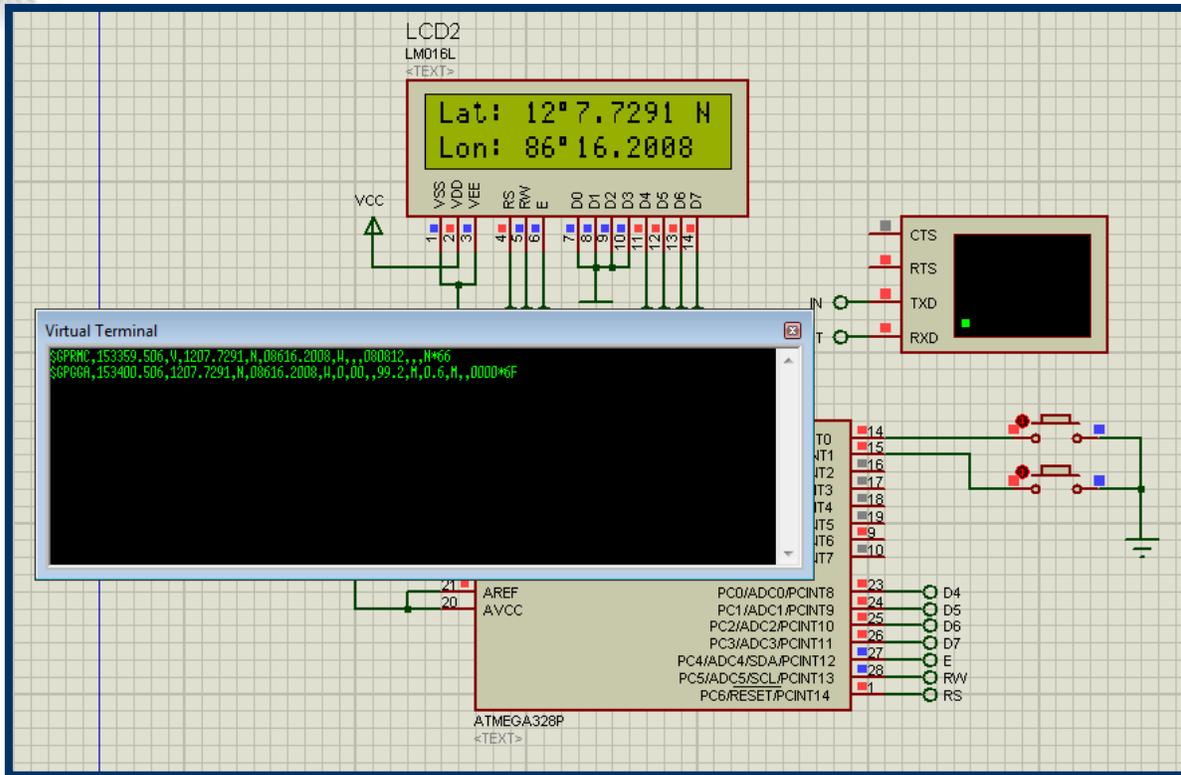


Fig 3.13 Simulación del prototipo GPS.



## **CAPÍTULO 4: FUNCIONAMIENTO DEL GPS Y MUESTREO**

### **4.1 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE PROTOTIPO GPS**

En los capítulos anteriores se pretendió explicar de manera clara y objetiva los conceptos básicos tomados en cuenta para la comprensión y desarrollo de el presente trabajo, de igual manera cada una de las etapas que integran el prototipo GPS, brindando una visión más clara de la estructura que este posee y los parámetros tomados en cuenta para obtener un optimo desempeño de todo el circuito, sin menos preciar ninguna de las etapas que lo integran.

El sistema básico de este prototipo de GPS consistía en la obtención y visualización de datos obtenidos por la red de satélites NAVSTAR. De la cual se logra obtener datos referentes a:

- Sistema de coordenadas latitud y longitud.
- Fecha y hora UTC.
- Fecha y hora local.
- Numero de satélites reconocidos por el modulo GPS.
- Altura máxima respecto al satélite.

Aprovechando las bondades del modulo GPS y el microcontrolador se logro obtener a nuestro parecer una aplicación, mucho más práctica que las ofrecidas por el sistema básico del HARDWARE tomando en cuenta las coordenadas de el RURD para realizar la programación del microcontrolador.



Dicha aplicación consiste en la comparación de coordenadas registradas por el modulo GPS y las coordenadas ingresadas en la memoria de el microcontrolador, tal comparación dará como resultado la lectura de la ubicación dentro del recinto en la que este se encuentre el prototipo. Funcionando como un sistema de Geoposicionamiento propio para la universidad. Ver La figura 4.1



Fig 4.1 muestra el numero de satélites registrados por el modulo y su altura.

#### **4.2 APLICACIÓN DENTRO DE LA UNAN-MANAGUA.**

Como se ha hecho mención a las aplicaciones que ofrece la placa de desarrollo y las funciones generales de los GPS, decidimos ofrecer dentro de las propiedades de este sistema, la implementación dentro de la universidad, esto con el fin de demostrar la versatilidad y lo adaptable que puede ser el prototipo.



La funcionalidad de este proyecto dependerá de la aplicación en la que se desee implementar el prototipo, sin importar cuál fuera solo bastaría con modificar un poco el software de programación dentro del sistema para que se pueda ejecutar sin ningún problema. Dentro de las posibles aplicaciones que se lograrían ejecutar con la placa se encuentran:

- Geoposicionamiento
- Rastreo vehicular
- Cartografía
- Pruebas de campo ( Carrera de geografía, Ing.civil)

En ciertas aplicaciones como lo son Rastreo vehicular y Cartografía se necesitaría agregar ciertos dispositivos para lograr un mejor desempeño de estas.

En el caso de la aplicación de geoposicionamiento la cual basamos este trabajo, no necesita más que el reconocimiento de las inmediaciones y tomar las coordenadas geográficas de los edificios y plazas dentro de la universidad, estos datos son obtenidos también por el propio GPS desarrollado.

La obtención de los datos y coordenadas se explica de manera clara en el siguiente apartado.

- ***Montaje para otras aplicaciones similares (Rastreo vehicular)***

El modulo GPS es un sistema de gran eficiencia y de un tamaño cómodo y práctico, características las cuales le brindan un valor agregado debido a la facilidad de transporte que este posee sin mencionar el bajo consumo de energía que este precisa para su funcionamiento.



Son estas características acompañadas del diseño con el que cuenta que también lo hacen adaptable para otro tipo de aplicaciones aparte de la que hemos implementado para el desarrollo de este proyecto.

Si a lo anterior agregamos que puede ser utilizado y montado en cualquier vehículo automotor, sin tener que alterar en ningún sentido la estructura del diseño del sistema y en menor medida el desempeño del vehículo mas que el de la obtención de la línea que proporcione los 12V que necesita el prototipo para su funcionamiento pleno.

Los 12V de alimentación se obtendrán del sistema que proporciona de energía al automóvil en este caso la batería que genera 12V DC que alimenta cada una de las etapas del automotor, es de aquí que también proporcionaremos de potencia al GPS, el cual gracias a su etapa de regulación de voltaje no sufrirá daño alguno al momento de ser alimentado.

En esta aplicación si se desea tener un seguimiento de los vehículos es necesario contar con un modulo GSM el cual se encargaría de monitorear la ruta que se encuentra ingresada en el programa, este monitoreo se realiza mediante mensajería el enlace se realizaría con un teléfono móvil.

#### **4.3 RECONOCIMIENTO Y OBTENCIÓN DE COORDENADAS DENTRO DE LA UNAN – MANAGUA.**

La finalidad del prototipo GPS es la aplicación dentro de las inmediaciones del recinto y la aplicación propuesta fue la de geolocalización en los límites de la universidad (la cual puede ser adaptada si se prefiere a otros lugares) se procedió al reconocimiento de las edificaciones dentro de la universidad.



Como se puede apreciar en la figura 4.2 se encuentran localizado e identificado cada uno de los edificios y puntos de encuentros dentro de los límites de la universidad, también se puede apreciar que los puntos de acceso tanto peatonales como vehiculares se encuentran identificados y enumerados.

Este fue el punto de partida de nuestro trabajo identificar los puntos de acceso aparte de identificar todos y cada una de las edificaciones con las que cuenta dicho recinto, logrando esto se procedió a recopilar con el prototipo GPS todas y cada una de las coordenadas en las que se encuentran ubicados dichos puntos.



Fig 4.2 Mapa de la UNAN-MANAGUA



Datos de prototipo de GPS. Las coordenadas están en grados y minutos, diferente a las coordenadas que se muestran en googleearth dadas en grados minutos y segundos. <http://www.asturnatura.com/sinflac/calculadora-conversiones-coordenadas.php>. En esta página se pueden convertir las coordenadas.

**TABLA CON COORDENADAS OBTENIDAS EN EL MUESTREO DE LA UNAN.**

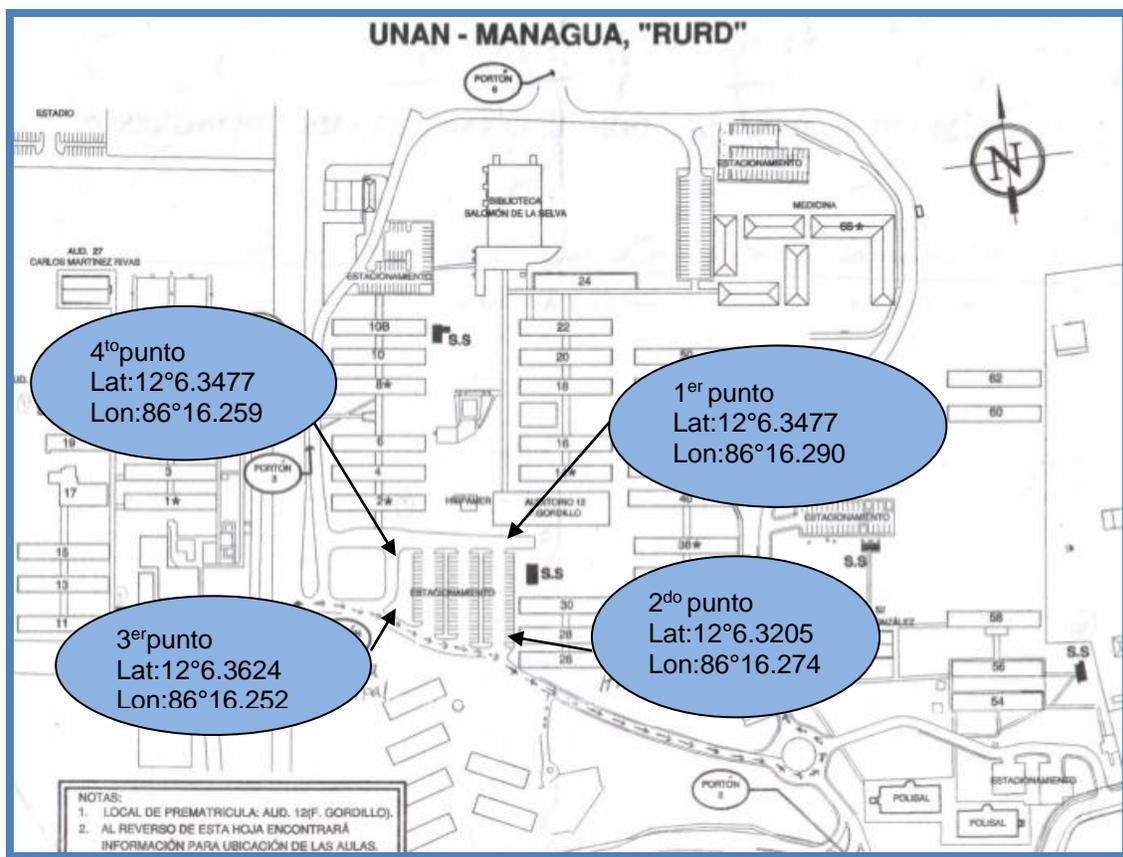
Lugar	Latitud	longitud	Latitud	Longitud
Auditorio 12	12°6.3472	86°16.234	12°6.3640	86°16.231
	3381	234	3644	228
	3401	235	3631	230
	3389	236		
	12°6.3603	86°16.253	12°6.3561	86°16.259
	3624	252	3477	259
	3661	252	3503	255
	3607	248	3511	259
Parqueo principal	12°6.3561	86°16.259	12°6.3204	86°16.275
	3477	259	3205	274
	3503	255	3182	278
	3511	259	3220	278
	12°6.3603	86°16.253	12°6.3561	86°16.259
	3624	252	3477	259
	3661	252	3503	255
	3607	248	3511	259
Pabellones 21 y 23	12°6.4035	86°16.416	12°6.4007	86°16.418
	4109	417	4073	422
	4192	416	4046	420
	4128	412	4017	424
	12°6.3981	86°16.394		
	4016	397		
	3975	396		
	4007	396		
Comedor	12°6.3202	86°16.409	12°6.3004	86°16.410
	3102	413	3030	425
	3187	415	3997	422
	318	408	3987	420
	12°6.2850	86°16.385	12°6.3080	86°16.379
	2860	389	3221	375
	2903	392	3232	370
	2834	396	3209	369

Tabla 4.1 coordenadas de edificios y parqueo de la UNAN



### 4.2.1 Obtención de las coordenadas

La obtención de datos de todos los puntos a localizar se hicieron con el GPS montado en este trabajo. Se realizaron cuatro lecturas diferentes en cada punto o lugar a localizar. Ejemplo, en la figura 4.3 se muestra como se tomaron las coordenadas en el parqueo principal de la UNAN-Managua. Esto se hizo con el fin de calcular un área alrededor de cada lugar para que el programa diseñado muestre el nombre del sitio y no las coordenadas en grado y minutos cuando este dentro de dicha región. Esto se realizó para cada edificio y área a localizar.



La fig 4.3 muestra la forma de obtención de coordenadas para un área.

Hay que destacar que las coordenadas mostradas en nuestro prototipo están dadas en grados y minutos (GM.m= 12 06.452 N, 86 16.120 O) a diferencia de las coordenadas dadas en google earth (G M S.s12 06 27.1 N, 86 16 07.2 O) dadas en grados minutos y segundos.



Si se quisiera comprobar las coordenadas en google earth simplemente se tiene que hacer una conversión de dichas coordenadas, la página en web siguiente nos permite hacer esta conversión de forma fácil (<http://www.asturnatura.com/sinflac/calculadora-conversiones-coordenadas.php>). Como se muestra abajo en la figura 4.4.

**Coordenadas de origen**

Grados Minutos

**Coordenadas en Grados Minutos**

Introduzca la latitud y longitud rellenando por separado los grados y minutos.

Latitud: 12° 06.3205' N S

Longitud: 86° 16.274' E O

Convertir y mostrar mapa

Coordenadas tomadas con el prototipo GPS

Coordenada	Valor
UTM	16 P 579304 1338308
MGRS	16PEU79303830
G M S.s	12 06 19.2 N, 86 16 16.4 O
G M.m	12 06.320 N, 86 16.274 O
G.g	12.105341666666666, -86.27123333333333

Coordenadas en grados minutos y segundos. Introducir las en google earth.

Fig 4.4 muestra la página en la web para conversión de coordenadas.

Las coordenadas mostradas en la figura de arriba corresponden al punto A señalado en la figura 4.5 y corresponden al parqueo principal de la UNAN-M. De esta forma se comprobaron cada una de las coordenadas recopiladas en todos



los puntos a ubicar, obteniendo un pequeño margen de error. Las coordenadas en GMS.s se introducen en google earth para su verificación.

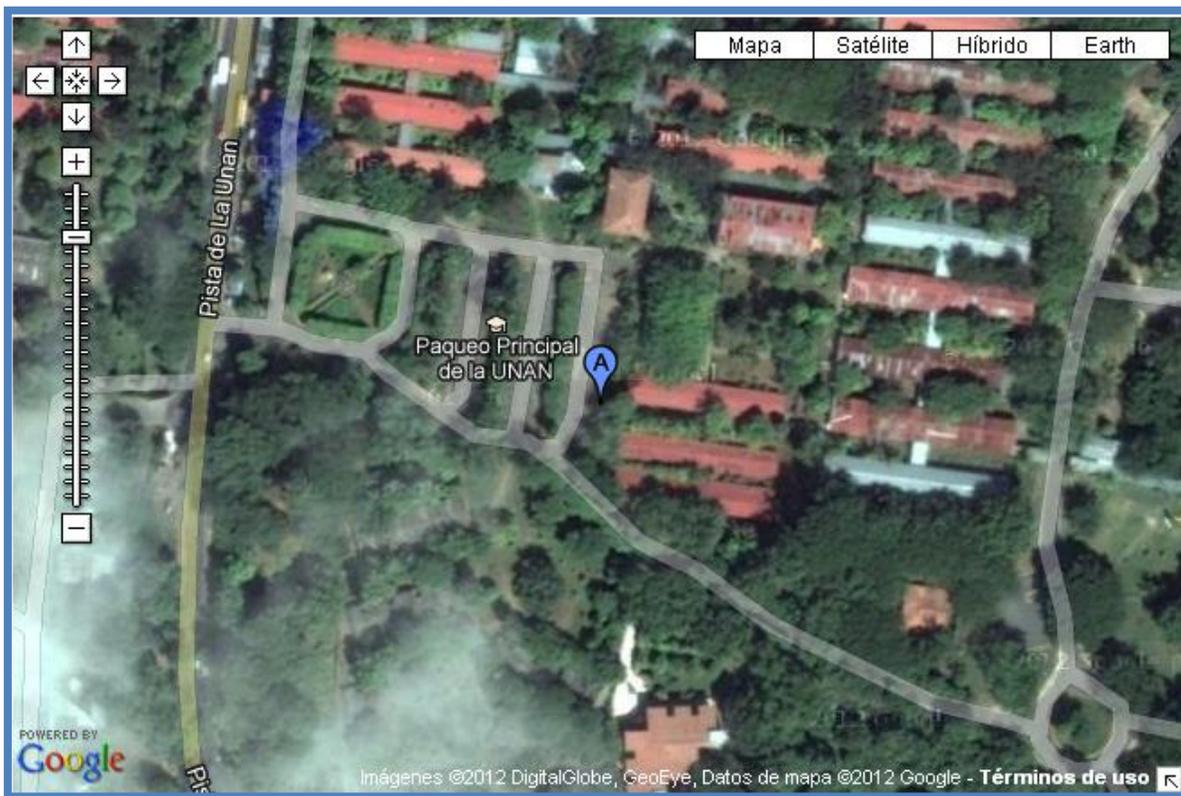


Fig 4.5 muestra el punto exacto donde se tomo una de las coordenadas con el prototipo GPS desarrollado.



## **CAPITULO 5: VALORACIÓN DEL TRABAJO**

### **CONCLUSIONES**

*En primera instancia el desarrollo del presente trabajo se enmarco en la creación y programación de una placa GPS que fuese capaz de brindar el servicio de rastreo vehicular, lo cual en el transcurso de este trabajo se pretendió desarrollar dicho circuito con gran eficiencia de no ser por la falta de el módulo encargado de la transferencia de los datos proporcionados por el GPS, pero aun así se logra desarrollar la placa de GPS que brinda las funciones que se establecen dentro de su programación.*

*Haciendo una comparación concreta de los resultados obtenidos y los objetivos trazados.*

*“Describir el principio de funcionamiento de los sistemas posicionamiento global GPS”. Mediante la descripción y comprensión de el principio de funcionamiento de los sistemas de posicionamiento global se logra obtener las bases necesarias las cuales fueron el punto de partida en la elaboración de nuestra placa, gracias a este objetivo se logra comprender los principios de funcionamiento de estos sistemas, los dispositivos necesarios que permiten la generación, transmisión y recepción de las lecturas que brindan los GPS.*

*“Desarrollar aplicación de rastreo vehicular para prototipo GPS en la UNAN”. La funcionalidad del equipo en primera instancia es la que permitirá desarrollar posteriormente la aplicación, así como el tipo de programación que se le ingrese al microcontrolador tal es el caso de los programas desarrollados para que cumplir con el este objetivo.*



*“Comprobar viabilidad de implementación de GPS para rastreo vehicular en la UNAN”. En este objetivo particular se tomaron en cuenta las ofertas de equipos que ofrecen las distintas casas comerciales en Nicaragua y los costos que llevaría la elaboración del prototipo, también se investigo sobre las tarifas mensuales en el monitoreo de los vehículos, según lo investigado llegamos a concluir que es viable aplicar este sistema debido a su bajo costo de elaboración y las bajas tarifas que conllevan el servicio de GPRS.*

*“Programar el microcontrolador AVR introduciendo bases de datos para trazo de rutas y posterior rastreo”. Realizar la programación de las rutas es uno de los objetivos que permite demostrar que el sistema va a reconocer las coordenadas recibidas y posterior hacer la notificación de si se está haciendo el trayecto de forma correcta.*

*“Realizar validaciones de datos ingresados en el microcontrolador”. Siendo el último objetivo el cual nos brinda toda la seguridad de que el sistema es aplicable y funcional, verificando cada punto del muestreo obteniendo los resultados esperados, es posible decir que el prototipo cumple con todas los objetivos propuestos, logrando alcanzar el objetivo principal de este trabajo de graduación.*



### **LÍNEAS DE FUTURO**

*A pesar de considerar nuestra placa de GPS como practica y funcional no podemos omitir que para que brinde una mayor numero deservicios y con la mayor eficiencia posible, el incorporar dentro de su arquitectura ciertos dispositivos los cuales le darían mayor posibilidad de aplicaciones en el entorno que se precise.*

*Tal caso sería el de monitoreo que como ya habíamos planteado es necesario contar con un modulo GSM para su implementación, otra función bastante interesante seria la aplicación para trazo de mapas cartografía en la cual se precisa adaptar una memoria SD al sistema para que se guarde la ruta que el GPS valla captando.*

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Recinto**

**Universitario “Rubén Darío”.**

**Facultad de Ciencias e Ingeniería.**

**Departamento de Tecnología.**



**Manual de prototipo GSP para el rastreo  
vehicular.**

**Elaborado por:**

**Darwin Antonio Tapia Moraga.  
Richard Antonio Aguilar Díaz.**

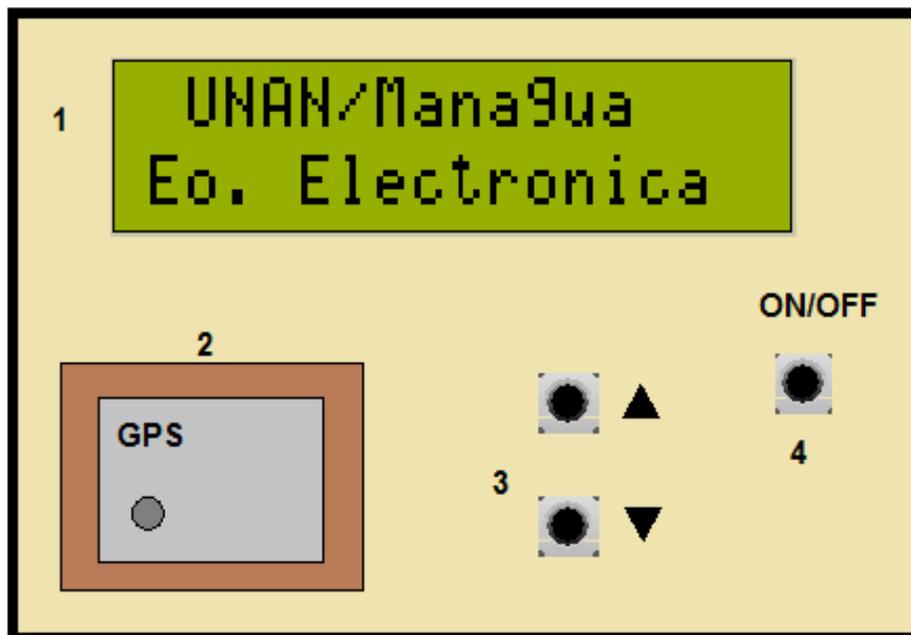
## MANUAL DE USO DE PARA EL PROTOTIPO DE RASTREO VEHICULAR GPS.

El prototipo GPS, fue desarrollado de manera que la utilización y manipulación de este fuese lo más sencilla posible, la comodidad es otro punto a tomar en cuenta ya que mientras menor sea su tamaño será mucho mas fácil de manipular y adaptar a los sistemas automotores

### Descripción del prototipo

El formato de operación del prototipo GPS cuenta con una serie de componentes externos los cuales brindaran a

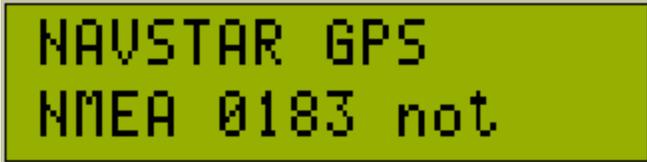
- 1- Pantalla LCD, mostrará la información del GPS.
- 2- Antena GPS.
- 3- Botones de avance retroceso en los menús de la pantalla.
- 4- Botón de encendido y apagado.



Cara frontal del prototipo GPS

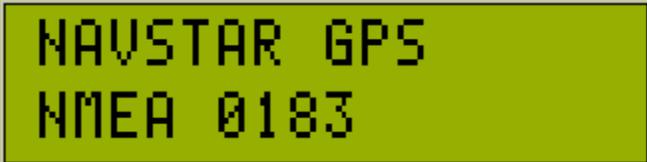
# INFORMACIÓN GENERADA POR EL PROTOTIPO.

A continuación se describen cada uno de los menús que presentan el dispositivo.



NAVSTAR GPS  
NMEA 0183 not

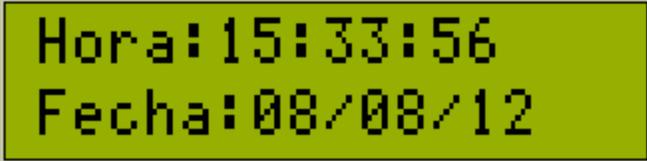
Una vez encendido el dispositivo, el menú 1 visualizaremos lo siguiente, un mensaje que indica que el GPS esta rastreando la señal de los satélites. NOT, indica que el receptor no ha reconocido la señal de los satélites GPS.



NAVSTAR GPS  
NMEA 0183

Menú 2-

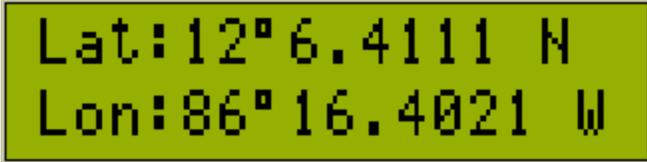
Una vez que el receptor reconoce la señal de al menos 3 satélites no se visualizará la leyenda NOT. Lo que indica que se están recibiendo señales validas de la red de satélites.



Hora:15:33:56  
Fecha:08/08/12

Menú 3-

En el siguiente menú se muestra la hora y fecha UTC (hora mundial)



Lat:12°6.4111 N  
Lon:86°16.4021 W

#### Menú 4-

El siguiente menú muestra las coordenadas en latitud y longitud en grados y minutos, obtenidas por la red de satélites NAVSTAR.



Satelites:4  
Alt MSL: 99.2 M

#### El menú 5-

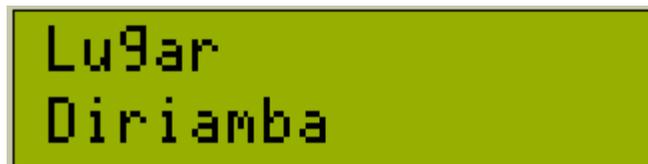
Indica el número de satélites captados por el receptor GPS, así como la altura sobre el nivel del mar a la que se encuentra el receptor.



Hora: 09:33:59  
Fecha: 08/08/12

#### El menú 6-

Indica la hora y fecha local de Nicaragua



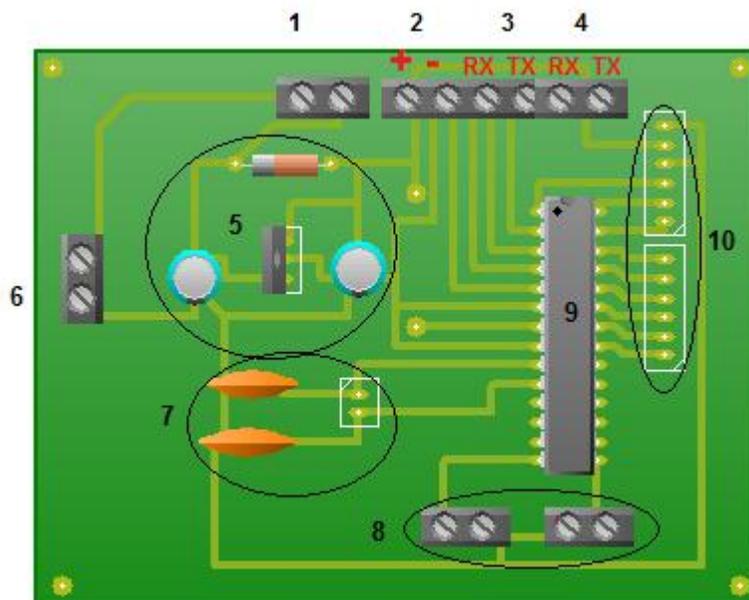
Lugar  
Diriamba

#### El menú 7

Indica el nombre del lugar donde se encuentre el receptor, esto será posible si las coordenadas recibidas por el sistema GPS concuerdan con las ingresadas al microcontrolador, de lo contrario no se apreciará la descripción de ningún lugar en este menú.

## Descripción de tarjeta PCB.

- 1- Terminal de bloque para switch encendido/apagado
- 2- Salida de 5V para modulo GPS y GSM.
- 3- Conexiones RX TX del receptor GPS.
- 4- Conexiones RX TX del receptor GSM.
- 5- Fuente de 5V 12V
- 6- Terminal de bloque de alimentación externa de 5 a 12 V.
- 7- Circuito oscilador de 4Mhz
- 8- Terminales de bloques para botones del menú.
- 9- Microcontrolador AVR 328P.
- 10- Terminales para conexión del display LCD.



Tarjeta PCB, prototipo GPS para el rastreo vehicular.

## Descripción y ficha técnica de componentes electrónicos.

1. Modulo GPS modelo PMB688 con tecnología SiRFstarII.
2. Fuente de 5v.
3. Un display LCD LCM-S01602DF-A de 2x6 caracteres.
4. Microcontrolador AVR ATMEGA328P.
5. Botón de encendido/apagado.

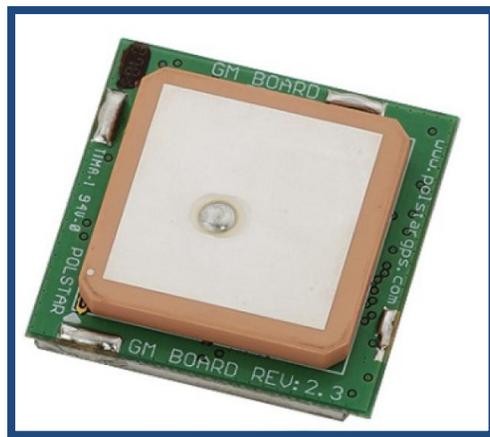
6. Botones arriba/abajo para desplazarse a través del menú del en la pantalla LCD.

## Características del Modulo GPS modelo PMB688

### Descripción

El módulo de Polstar PMB-688GPS es un módulo de gran alcance, de alto rendimiento del GPS que se diseña para una amplia gama de los usos del OEM, de la navegación de vehículos y de marina al seguimiento y más. El consumo de la energía baja y las altas características de la confiabilidad de este módulo le hacen una inversión digna para cada uso. Empleando el chipset de SiRFstarIII, los usuarios disfrutarán de exactitud y de funcionamiento de colocación sin igual

El diseño liso, compacto del módulo de Polstar PMB-688 GPS juntado con las características altamente adaptables da a diseñadores flexibilidad máxima en su diseño. Ayuda para la TTL y MMCX integración de los permisos a través de una amplia gama de plataformas.



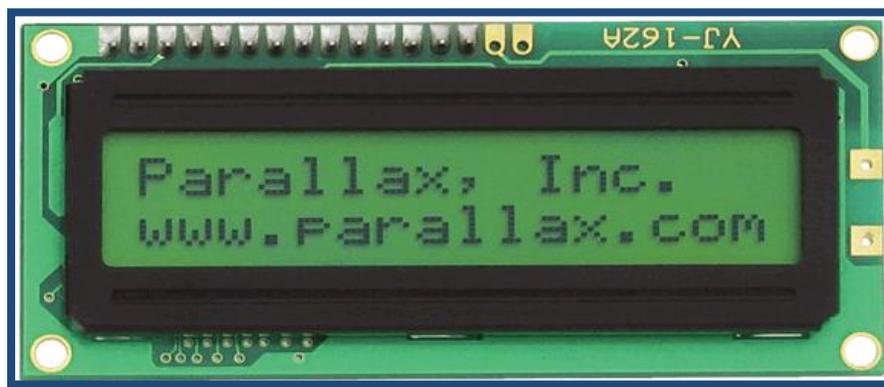
Modulo GPS

PARAMETRO	DESCRIPCION
Chip Set	SIRFstar III
Recepción	Seguimiento de hasta 20 satélites
Precisión	Posición: Aproximadamente 5 metros Velocidad: 0.1 m/s Tiempo: +/- 1 $\mu$ S
Tiempo de adquisición	Arranque en frío: 42 seg. Aprox. Arranque en caliente: entre 1 seg. y 38 seg. Aprox.
Sensibilidad	Adquisición: -148 dBm Seguimiento: -159 dBm
Dinámica	Altitud: 18000 m (máx.) Velocidad: 515 m/s (máx.) Aceleración: +/- 4g (máx.)
Actualización	1 actualización por segundo
Puerto serie	TTL y RS-232
Baudios	4800
Mensajes de salida	Tramas GGA, GSV, GSA y RMC según NMEA 0183
Alimentación	Desde 3.3 hasta 5 Vcc
Consumo	Típico 65mA a 5Vcc
LED	Alimentación ON/OFF y navegación
Rango de temperatura	-20°C hasta + 70°C
Dimensiones	32 x 32 mm

## Display LCD

### Descripción

A través del display podrá visualizar la información de coordenadas, hora y demás que brinda el GPS. Este es la interface que nos permitirá la comunicación entre microcontrolador y modulo GPS.



Display LCD de 2x16 caracteres

### Características generales

1. Controlador HD44780
2. LCD de 16 caracteres y 2 líneas.
3. Texto negro sobre fondo amarillo.
4. Modo 4bits.

### Especificaciones

1. Alimentación: 5 VDC
2. Consumo: 45,5mA-5V
3. Dimensiones: 111,76 x 55,88mm (4.4" x 2.2")
4. Peso: 57,4g

## Microcontrolador AVR ATMEGA328P



Microcontrolador AVR 328P

### Características principales

#### • Arquitectura RISC

- 131 instrucciones.
- 32 registros de propósito general.

#### • Memoria

- 32 Kbytes de Flash
- 1 Kbyte de EEPROM
- 2 Kbytes de SRAM

#### • Frecuencia de hasta 20MHz

#### • Voltaje de operación:

– 1.8 - 5.5V

ATmega48PA/88PA/168PA/328P

#### •Rango de temperatura:

-40°C a 85°C

#### •Frecuencia operacional:

0 - 20 MHz a 1.8 - 5.5V

#### • Bajo consume de energía 1 MHz,

1.8V, 25°C 328P:

– Modo Activo: 0.2 mA

– Bajo consumo de energía: 0.1 µA

– Ahorro de energía: 0.75 µA

(Incluido 32 kHz RTC



## **BIBLIOGRAFÍA**

- **VIÑAS,L.P. (1988).FUNDAMENTOS ELECTRÓNICOS: CIRCUITOS Y DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS: EDICIONES UPC.**
- **GRUPO EDITORIAL OCÉANO: AUTOR,(2003). ENCICLOPEDIA INTERACTIVA DE LOS CONOCIMIENTOS: BARCELONA ESPAÑA.**
- **PRENTICE HALL, P, AUTOR. ELECTRÓNICA TEORÍA DE CIRCUITOS Y DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS.(OCTAVA EDICIÓN).**
- **PRENTICE HALL, P,. AUTOR. ELECTRÓNICA TEORÍA DE CIRCUITOS Y DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS. FUENTES DE REGULACIÓN (REGULADORES DE VOLTAJE) (CAPITULO 18). (OCTAVA EDICIÓN).**
- **WAYNE TOMASI, AUTOR, SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS. (GENERACIÓN DE SEÑAL), OSCILADORES DE CRISTAL (CAPITULO 2). (CUARTA EDICIÓN).**
- **WAYNE TOMASI, AUTOR, SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS. (ARREGLOS DE ACCESO MÚLTIPLE A SATÉLITES), RADIO NAVEGACIÓN POR SATÉLITES, GPS RED NAVSTAR (CAPITULO 19). (CUARTA EDICIÓN).**
- **WAYNE TOMASI, AUTOR, SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS. (SERVICIO TELEFÓNICO MÓVIL), SISTEMA GLOBAL PARA COMUNICACIONES MÓVILES GSM (CAPITULO 20). (CUARTA EDICIÓN).**
- **CAPITULO 8 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES. STREMLER,C.G (1993) APUNTES DE LA UNIVERSIDAD DE VIGO(PAGINA WEB).**

## **INTERNET Y AYUDAS**

- **[http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_P](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_P)**
- **[AGE&nodeId=2696&param=en537796](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_P&AGE&nodeId=2696&param=en537796)**
- **<http://www.atmel.com/products/AVR/>**
- **[http://www.atmel.com/dyn/Products/tools\\_card.asp?tool\\_id=2725](http://www.atmel.com/dyn/Products/tools_card.asp?tool_id=2725)**
- **[http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en019469&part=SW007002](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en019469&part=SW007002)**
- **[http://www.robotgames.net/atmel/Cables.](http://www.robotgames.net/atmel/Cables)**
- **[http://www.covingtoninnovations.com/noppp/noppp-sp.](http://www.covingtoninnovations.com/noppp/noppp-sp)**
- **[http://www.sparkfun.com/commerce/product\\_info.php?products\\_id](http://www.sparkfun.com/commerce/product_info.php?products_id)**
- **[16x2-lcd-module-datasheet\\_files\css.htm](#)**
- **[Manual-Del-Tutorial-Proteus\\_files\ad\\_refresher\\_data\emily.htm](#)**



- \programacion-en-asm-avr-studio4\_files\comment-iframe.htm
- proteus\_files\Proteus3.htm
- **COMO USAR EL GPS**  
[http://www.agter.asso.fr/IMG/pdf/manual\\_gps\\_final\\_2da\\_b.pdf](http://www.agter.asso.fr/IMG/pdf/manual_gps_final_2da_b.pdf)
- [usart-de-los-avr.html](#)
- [proteus.htm](#)
- [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/martinez\\_m\\_c/capitulo\\_2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/martinez_m_c/capitulo_2.pdf) **Contenido(Sistema de posicionamiento global).**
- <http://www.elcodigoascii.com.ar/> **código ascii**
- <http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-geograficas-utm-datum.pdf> **coordenadas geograficas (27 10 2012)**
- <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/iluis/publicaciones/Topograf%EDa/Geoposicionamiento.pdf> **sistema de coordenadas (27 10 2012)**
- [http://www.managua.gob.ni/modulos/documentos/managua\\_2009.pdf](http://www.managua.gob.ni/modulos/documentos/managua_2009.pdf)

**Para descargar avr**

[http://www.atmel.com/dyn/Products/tools\\_card.asp?tool\\_id=2725](http://www.atmel.com/dyn/Products/tools_card.asp?tool_id=2725)



## **SIM900 GSM / GPRS + EGSM MÓDULO**

### **CARACTERÍSTICAS GENERALES:**

- 1.Power: tensión de alimentación individual 3.4V - 4.5V
- 2.power ahorro de energía: Consumo de energía típico en modo de suspensión es 1,5 mA (BS-PA-MFRMS = 5).
- 3.

### **FRECUENCIA DE OPERACIÓN:**

- SIM900 quad-band: GSM 850, GSM 900, DCS 1800, PCS 1900. El SIM900 puede buscar las 4 bandas de frecuencia de forma automática. Las bandas de frecuencia también se puede ajustar por comando AT.

- Cumple con GSM fase 2/2 + 4.GSM clase: Small MS potencia 5.Transmitting:
  - Clase 4 (2W) en GSM 850 y GSM 900
  - Clase 1 (1W) en DCS 1800 y PCS 1900
- 6.GPRS conectividad:
  - GPRS multi-slot clase 10 (por defecto)
  - GPRS multi-slot clase 8 (opcional)
  - GPRS clase B estación móvil rango .

### **TEMPERATURA:**

- Funcionamiento normal: -30 ° C a +80 ° C
- Funcionamiento restringido: -40 ° C a -30 ° C y +80 ° C a +85 ° C
- Temperatura de almacenamiento -45 ° C a +90 ° C

### **DATA GPRS:**

GPRS • transferencia de datos de enlace descendente : máx. 85,6 kbps  
de subida de datos • GPRS transferencia: max. 42,8 kbps.

- Esquema de codificación: CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4

. • SIM900 soporta protocolos PAP (Protocolo de autenticación de contraseña)  
utiliza generalmente para conexiones PPP



- El SIM900 integra el protocolo TCP / IP
- Packet Switched Soporte de control de emisión de Canal (PBCCH)

**CSD:**

- Tasas de transmisión de la CDS: 2.4, 4.8, 9.6, 14.4 kbps, no transparente
- Datos no estructurados servicios suplementarios (USSD) apoyo.

**SMS:**

- MT, MO, CB, Texto y PDU modo
- MS almacenamiento: tarjeta SIM

11.FAX: Grupo 3 Clase 1

12.SIM interfaz: Soporte de tarjeta SIM: 1,8 V, 3V

13.External antena: Antena pad.

características 14.Audio: Modos Speech Codec:

- Half Rate (ETS 06.20)
- Full Rate (ETS 06.10)
- Mayor Full Rate (ETS 06,50 / 06,60 / 06,80)
- Adaptive Multi Rate (AMR)
- Cancelación de eco
- Supresión

**15.Serial puerto y puerto Debug: Serial Port:**

• 8 - Interfaz de cable módem con líneas de estado y de control desequilibradas, asíncronos.

- 1.2kbps a 11.52kbps.
- Puerto serie puede utilizarse para comandos AT o transmitir datos.
- Compatible con RTS / CTS apretón de manos hardware y software de control

ON / OFF de flujo.

- Multiplex capacidad de acuerdo con GSM Protocolo de 07,10 Multiplexer.  
autobauding • apoya la velocidad de transmisión de 1200 bps a 115200 bps.



puerto de depuración:

- 2-hilos interfaz de módem nulo DBG\_TXD y DBG\_RXD
- Se puede utilizar para depurar y actualizar el firmware.



Fig 2.1 SIM 900 modulo. Tomada de internet.[www.google.com/images/sim900](http://www.google.com/images/sim900).

## **PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR**

### ***Librerías contenidas para la programación del micro controlador***

En nuestro proyecto haremos uso de librerías que nos ayudaran a llevar a cabo el control del Display y datos del GPS. Estas permitirán que el display trabaje correctamente y logremos apreciar los datos en forma clara, la librería del GPS controlaran las tramas proporcionadas por el modulo GPS (antena).

En general una librería es un conjunto de recursos. Normalmente es un código que contiene funciones que son frecuentemente utilizadas y que no necesita ser modificado. Cuando se desarrollan aplicaciones que utiliza algunas librerías. El código correspondiente a esas librerías que se usan se añade al programa principal cuando se "genera" (cuando se compila).

- ***Programación del Microcontrolador***

Se programó el ATMEGA 328P de ATMEL bajo la plataforma de AVRSTUDIO4 de manera que este toma los datos del Modulo GPS que a su vez recibe de los satélites, para ser procesados por el microcontrolador haciendo uso de la librería GPS, LCD y USAR.



A continuación se presenta la programación del código y su respectiva sintaxis.

**Programa main.h** es donde se genera las especificaciones a utilizarse en el Atmega328p.

```
#include <avr/io.h>
#include <stdio.h>
#include <util/delay.h>
#define F_CPU 4000000UL
#include "lcd.h"
#include "gps.h"
#include "macros.h"
#include "menu_lcd.h"
#include "usart.h"

extern char var;
extern GPSData gpsdat;
char buf[21];

int main(void)
{
    clear_bit(DDRB,0); clear_bit(DDRB,1);
    set_bit(PORTB,0); set_bit(PORTB,1);

    usart_init(0x33);
    GPSInit ( 1, 6 );
    lcd_init();

    // usart_puts("Control de Teclado Matricial de 4x4 \r\n");
    lcd_clear();

    menu_c();

    //UCSR0B |= (1<<RXCIE0);
    //asm("sei");

    while(1)
    {
        if(bit_is_clear(PINB, 0) ){
            menu_lcd(13 );
            _delay_ms(20);
            while(bit_is_clear(PINB, 0));
        }
        if(bit_is_clear(PINB, 1) ){
            menu_lcd(14 );
            _delay_ms(20);
            while(bit_is_clear(PINB, 1));
        }
    }
}
```

La figura 3.13 muestra la librería main a utilizarse en el microcontrolador. Fuente propia.

### **DESCRIPCIÓN DE LOS COMANDOS UTILIZADOS EN LAS LIBRERÍAS DE PROGRAMACIÓN.**

`#include <avr/io.h>` Incluimos la librería general del AVR a utilizar.

`#include <stdio.h>` Incluimos la librería general

`#include <util/delay.h>` Incluimos la librería delay (retardo).

`#define F_CPU 4000000UL` Usamos un retardo en el reloj de 4Mhz.



`#include "lcd.h"` Incluimos la librería del display LCD.

`#include "gps.h"` Incluimos la librería del GPS.

`#include "macros.h"` Incluimos la librería macros.

`#include "menu_lcd.h"` Incluimos un menú.

`#include "usart.h"` Usamos la comunicación usart.

`extern GPSTData gpsdat;` Llamado de una variable externa declarada en la librería GPS.

`char buf[21];` Declaramos una variable arreglo buffer de dos carácter y la inicializamos a cero; en este arreglo se guardaran los datos enviados por el GPS.

`int main(void)` Función principal que nos retorna un entero.

`clear_bit(DDRB,0); clear_bit(DDRB,1);` } Pone a cero el bit 0 y 1 del PORTB.  
`set_bit(PORTB,0); set_bit(PORTB,1);` } Pone a 1 el pin 0 y 1 del PORTB.

`usart_init(0x33);` } Inicializa el usart, GPS, el LCD.  
`GPSInit ( 1, 6 );` } 0x33 corresponde a la frecuencia del oscilador en ASCII de  
`lcd_init();` } 4MHZ.



```
while(1)
{
    if(bit_is_clear(PINB, 0) ){
        menu_lcd(13 );
        _delay_ms(20);
        while(bit_is_clear(PINB, 0));
    }
    if(bit_is_clear(PINB, 1) ){
        menu_lcd(14 );
        _delay_ms(20);
        while(bit_is_clear(PINB, 1));
    }
}
}
```

Fig 3.14 Código que permite desplazarse a través del menú. Fuente propia.

`while(1)` Entra en un lazo infinito.

Mientras el pin 0 del Port B0 sea 1 mostrará un menú, cuando el Port B0 sea 0 mediante un pulso a la vez se avanzara por los menús.

Mientras el pin 1 del Port B1 sea 1 mostrará un menú, cuando el pin 1 del Port B1 sea 0 mediante un pulso a la vez retrocederá por los menús.

### Programación del menú

```
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#include "menu_lcd.h"
#include "gps.h"
#include "usart.h" //borrarlo

extern char buf[21];
extern GPSData gpsdat;
static unsigned char menu=1;
unsigned char menus; //<-----

void menu_lcd(unsigned char selec)
{
```

Fig 3.15Declaración de recursos a utilizar

`#include <avr/io.h>` Incluimos la librería general del AVR a utilizar.

`#include <util/delay.h>` Incluimos la librería de delay de retardo.

`#include "menu_lcd.h"` Incluimos el menú para el LCD.

`#include "gps.h"` Incluimos la librería GPS.

`#include "usart.h"` Incluimos la librería usart.



`extern char buf[21];` Llamado de una variable externa tipo `char` que recerva 21 espacios en memoria para caracteres.

`extern GPSTData gpsdat;` Llamado a la variable externa `GPSTData gpsdat`

`static unsigned char menu=1;` Se declaro una variable externa tipo `char` llamada `menú=1`.

`unsigned char menus` Variable tipo `char`

```
void menu_lcd(unsigned char selec)
{
    if( selec == 13 )
    {
        menu = menu - 1;
        if(menu == 0)
        {
            menu=1;
            return;
        }
    }
    if( selec == 14 )
    {
        menu = menu + 1;
        if(menu == 7)
        {
            menu=6;
            return;
        }
    }
    //*****
}
```

Fig 3.16 Segmento comparador de menú. Fuente propia.

`void menu_lcd(unsigned char selec)` Variable sin retorno.



### Estructura de menú dentro del microcontrolador.

```
//*****  
void menu_c(void)  
{  
  lcd_clear();  
  lcd_gotoxc(1,1);  
  lcd_puts("MCU: 8 bits");  
  
  lcd_gotoxc(2,1);  
  lcd_puts("AVR/ATmega328P");  
  
}  
//*****  
void menu_d(void)  
{  
  lcd_clear();  
  lcd_gotoxc(1,1);  
  lcd_puts("NAVSTAR GPS");  
  lcd_gotoxc(2,1);  
  lcd_puts("NMEA 0183");  
  
}  
//*****
```

Fig 3.17 Declaración de la visualización en el menú. Fuente propia.

```
//*****  
void menu_e(void)  
{  
  lcd_clear();  
  lcd_gotoxc(1,1);  
  sprintf (buf, "Hora: %02u:%02u:%02u", gpsdat.hour, gpsdat.minute, gpsdat.second);  
  lcd_puts(buf);  
  
  lcd_gotoxc(2,1);  
  sprintf (buf, "Fecha: %02u/%02u/%02u", gpsdat.day, gpsdat.month, gpsdat.year);  
  lcd_puts(buf);  
}  
//*****  
.. .. ..
```

Fig 3.18 Menú almacenamiento hora y fecha. Fuente propia.



```
//*****  
void menu_f(void)  
{  
    lcd_clear();  
  
    lcd_gotoxc(1,1);  
    sprintf (buf, "Lat: %02u%c%2.4f %c",gpsdat.latitude.degree,0xDF,gpsdat.latitude.minute,gpsdat.latitude.indicador);  
    lcd_puts(buf);  
  
    lcd_gotoxc(2,1);  
    sprintf (buf, "Lon: %02u%c%2.4f %c",gpsdat.longitude.degree,0xDF,gpsdat.longitude.minute,gpsdat.longitude.indicador);  
    lcd_puts(buf);  
  
}  
//*****  
void menu_g(void)  
{  
    //lcd_clear();  
    //lcd_gotoxc(1,1);  
    //lcd_puts("Satelites: 03");  
    //lcd_gotoxc(2,1);  
    //lcd_puts("Alt MSL: 100.28 M");  
    lcd_clear();  
    lcd_gotoxc(1,1);  
    sprintf (buf, "Satelites: %d",gpsdat.satellite);  
    lcd_puts(buf);  
  
    lcd_gotoxc(2,1);  
    sprintf (buf, "Alt MSL: %2.1f M",gpsdat.altitude);  
    lcd_puts(buf);  
}  
//*****
```

Fig 3.19 Este menú indica el almacenamiento de latitud y longitud, cantidad de satélites conocidos. Fuente propia.



Los menús e,f,g y h a través de la instrucción `sprintf` se actualizan los datos obtenidos por el GPS, y se almacenan en `buf` y se imprimen en el LCD con la instrucción `lcd_puts(buf)`.

```
void update_menu(void)
{
    switch( menus )
    {
        case 3:
            menu_e();
            break;
        case 4:
            menu_f();
            break;
        case 5:
            menu_g();
            break;
        case 6:
            menu_h();
            break;
        case 7:
            menu_g();
            break;
        case 8:
            menu_h();
            break;
        default :
            break;
    }
}
```

Fig 3.20 Este menú actualiza los datos obtenidos por el GPS. Fuente propia.

`void update_menu(void)` Esta función nos retorna un cero.

`switch( menus )` Instrucción que selecciona la variable menú y guarda en cada casilla (case) el valor en el menú según el valor de este que toma la parte del programa explicado arriba, este llama a cada menú c, d, e, f, g, h.