

MEDIDOR DE DISTANCIA ENTRE PUNTOS POR GPS

Cátedra de Técnicas Digitales II - Ingeniería en Electrónica - Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Paraná

Ing. Raúl M. Caballero¹ - Ing. Gustavo Daniel Maggiolo² - Amid Gabriel Ivan³ - Matías Fleischer⁴ - Pablo Gauto - José Luis Frund - Fernando Ceaglio

1. caballero_raul@gigared.com 2. maggiolo@gustavo.net.ar 3. aleamid@gmail.com 4. fleischerivan@yahoo.com.ar

RESUMEN

A partir del advenimiento de los sistemas GPS estos han sido utilizados en un sinnúmero de aplicaciones que van desde el geoposicionamiento de un avión hasta identificar el mapa de rutas de un simple usuario en su automóvil. La medición de distancia sobre la superficie terrestre es un tema de interés tanto para un agrimensor como para un simple ciudadano.

La tecnología de aplicación siempre ha sido foránea y a partir de este proyecto de desarrollo tecnológico se demuestra que es posible la generación e implementación de productos de tecnología actual por alumnos de universidades argentinas y que pueden lograrse similares sistemas de calidad de información y tratamiento de la misma desde nuestras casas de altos estudios.

En esta aplicación en particular se ha desarrollado un dispositivo con la capacidad de medir distancias entre dos puntos sobre la superficie de la tierra y con posibilidades de ampliar sus prestaciones a partir de la información que los sistemas de posicionamiento global ofrecen. También, en este primer desarrollo, se puede almacenar una sucesión de puntos o posición terrestre para su posterior transferencia a la PC o para su procesamiento en el propio dispositivo manual.

INTRODUCCIÓN

La aplicación desarrollada cuenta con las siguientes características:

Resolución de +/- 5 mts de la distancia medida. Auto rango. Fácil de utilizar (solo posee 2 pulsadores). Es portable.

Posee dos modos de operación: Medición de Distancia y Trayectoria. Conexión a PC.

Indicación en pantalla de intensidad de la señal y el estado de las baterías. Muy bajo consumo.

CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

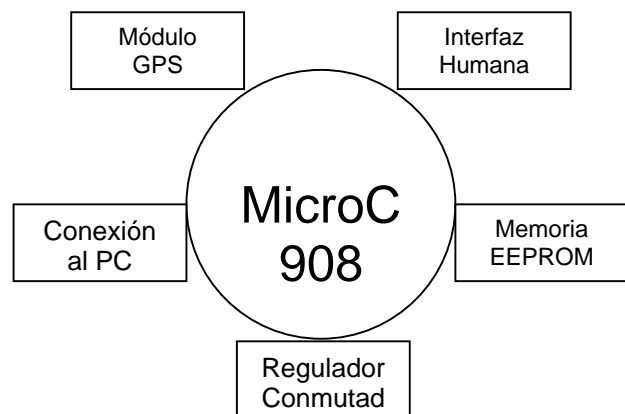
El modo de operación **Medición de Distancia** calcula la distancia entre dos puntos ingresados. El operador ingresa el primer punto presionando un botón, luego ingresa el segundo punto presionando nuevamente el mismo botón y automáticamente la aplicación le muestra la distancia calculada entre los dos puntos seleccionados.

El modo de operación **Trayectoria** va almacenando, en una memoria interna, los puntos seleccionados para luego ser descargados en una PC. Cada vez que se presiona un botón el sistema almacena el punto en la memoria y en la pantalla se muestra un índice de la cantidad de números ingresados.

Para apagar el dispositivo de debe mantener presionado uno de los botones por mas de 1 segundo.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LOS BLOQUES DE LA APLICACIÓN

La aplicación desarrollada se puede dividir en lo siguientes bloques funcionales:



Módulo GPS

El Módulo GPS (Global Positioning System) es el encargado de proveer los datos, correspondientes a la posición geográfica, utilizados para el cálculo de la distancia y el almacenamiento de puntos. También envía información sobre la cantidad de satélites y la

señal que recibe de cada uno, la hora y la fecha.

El receptor de GPS utilizado es el FV-17 de la firma TEC-SYC, el cual integra un reloj de tiempo real, una salida de temporización de 1 pps, una entrada seleccionable para DGPS (GPS de modo Diferencial), mensajes NMEA-0183 y memoria no volátil.

El GPS es un sistema de navegación global basada en satélites, creada y operada por el Departamento de Defensa de los EEUU (DOD). El sistema esta compuesto por una red de 24 satélites denominada NAVSTAR, situados en una órbita a unos 20.200 km. de la Tierra, y por receptores GPS, que permiten determinar nuestra posición en cualquier lugar del planeta, bajo cualquier condición meteorológica.

Cuando se enciende nuestro receptor GPS portátil y apuntamos la antena hacia el cielo, empezamos a captar y recibir las señales de los satélites, empezando por la más fuerte, de manera que puede empezar a calcular la distancia exacta hasta ese satélite, así como saber dónde buscar los demás satélites en el espacio.

Una vez que el receptor GPS ha captado la señal de, al menos, tres satélites, entonces puede conocerse la distancia a cada uno de ellos y calcular la posición en la Tierra mediante la triangulación de la ubicación de los satélites captados. Acto seguido se presenta en pantalla como Longitud y Latitud. Si un cuarto satélite es captado, este proporciona más precisión a los cálculos pudiéndose calcular la altitud del punto donde esta ubicado el dispositivo

Lo que básicamente puede hacer un receptor de GPS por nosotros, independientemente de sus características físicas y sus prestaciones específicas, es:

- Calcular nuestra posición actual, con lo que, podemos localizarla en un mapa.
- Guiar o encaminarnos hacia un destino seleccionado (rutas).

- Guardar nuestra posición actual en memoria para ayudarnos a volver a ella cada vez que lo deseemos.

El GPS envía todos los datos y se configura mediante mensajes **NMEA**. Los mensajes NMEA-0183 fueron definidos en 1997 por la *National Marine Electronics Association* y es el estándar de interface entre los dispositivos electrónicos marinos.

Cada mensaje (también llamado trama) es una secuencia de caracteres ASCII que tiene la siguiente forma:

\$Encabezado,Datos*Checksum<CR><LF>

Esta trama comienza con el símbolo "\$", contiene un **Encabezado**, una serie de **Datos**, un carácter "*" (asterisco) que indica la finalización del mensaje, seguido de un valor de *Checksum* y para terminar la trama hay una combinación de los caracteres de retorno de carro (<CR> = 0x0D) y nueva línea (<LF> = 0x0A).

La porción de *Datos* se subdivide en campos, los cuales se encuentran separados unos de otros por comas ",". La cantidad de campos y su tipo depende del *Encabezado* (mensaje) que se esté transmitiendo.

El *Checksum* se calcula mediante una función lógica XOR a todos los caracteres (8 bits) que se encuentren entre el símbolo '\$' y el símbolo '*' el resultado es expresado en dos dígitos ASCII del número hexadecimal resultado de la operación lógica realizada a los dígitos.

La **iniciación, configuración y consulta del módulo GPS** se realiza mediante el protocolo SiRF NMEA. El encabezado posee un prefijo **PSRF** seguido de 3 caracteres numéricos (<MID>) que indican el mensaje. La trama completa es de la siguiente forma:

\$PSRF<MID>,Datos*Checksum<CR><LF>

MID	Mensaje	Descripción
100	Configura el puerto serie	Configura los parámetros y protocolo de comunicación
101	Iniciación de la navegación	Parámetros X/Y/Z para inicio
102	Configura el	Configura parámetros para

MID	Mensaje	Descripción
	puerto para DGPS	el DGPS
103	Control de pedido/frecuencia	Configura el funcionamiento de los mensajes de respuesta
104	Iniciación LLA	Latitud – Longitud – Altura
105	Datos de debug On/Off	Mensajes para debugging

El encabezado de la trama para los mensajes de **repuesta de módulo GPS** comienza con los caracteres **\$GP** seguidos por el *mensajeID* NMEA. La trama completa tiene la forma:

\$GPrmensajeID,Datos*Checksum<CR> <LF>

GGA: Datos de tiempo, posición y tipo de fijado (Fix type) *//* VER */*.

GLL: Latitud, longitud, tiempo UTC de la posición fija *//* VER */* y estado.

GSA: Modo de operación del receptor de GPS, satélites utilizados en la solución de la posición y valores de DOP *//* Ver */*.

GSV: El número total de satélites GPS en vista, el ID de cada satélite, su elevación, acimut y valor de SNR (relación señal a ruido).

MSS: Relación señal a ruido, intensidad de la señal, frecuencia, velocidad de bits desde un receptor de radiofaro.

RMC: Datos de tiempo, fecha, posición, curso y velocidad.

VTG: Información de curso y velocidad relativos a la tierra.

Identificador de Mensaje (mensajeID): GLL

Ej.: **\$GPGLL,3723.2475,N,12158.3416,W,161229.487,A*2C**

Nombre	Ejemplo	Descripción
MensajeID	\$GPGLL	Encabezado del protocolo
Latitud	3723.2475	ddmm.mmmm
Indicador N/S	N	N = Norte o S = Sur
Longitud	12158.3416	dddmm.mmmm
Indicador E/O	W	E = Este o W = Oeste
Posición UTC	161229.487	hhmmss.ss
Estado	A	A = Datos Válidos o V Datos Inválidos
Checksum	*2C	
<CR><LF>		Fin de terminación de mensaje

Identificador de Mensaje (mensajeID): GSA

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

Nombre	Ejemplo	Descripción
MensajeID	\$GPGSA	Encabezado del protocolo
Modo 1	A	Ver Tabla Modo 1
Modo 2	3	Ver Tabla Modo 2
Satélite Utilizad	07	Sv en el Canal 1
Satélite Utilizad	02	Sv en el Canal 2
Satélite Utilizad		Sv en el Canal 12
PDOP	1.8	Position Dilution of Precision <i>//* VER */</i>
HDOP	1.0	Horizontal Dilution of Precision
VDOP		Vertical Dilution of Precision
Checksum	*33	
<CR> <LF>		Fin de terminación de mensaje

La transmisión de los comandos mencionados se realiza por medio de una conexión serie entre el módulo GPS y el microcontrolador.

Los parámetros de transmisión son:

- Velocidad: 4800 bps
- Longitud del dato: 8 bits
- Bit de Start: 1 bit
- Bit de Stop: 1 bit

- Paridad: Ninguna
- Control de flujo: Ninguno
- Código de caracteres usados (comandos NMEA-0183): ASCII

Los comandos

El módulo GPS FV-17 está configurado por defecto a transmitir determinados comandos cada un segundo, estos comandos son: **GGA**,

ZDA, DTM, GSV y VTG; por lo que se deben desactivar debido a que el GPS está transmitiendo una cantidad considerada de información que no se utiliza. Para realizar

esta tarea, de desactivar los comandos por defecto, el módulo cuenta con el comando **GPint**, que procederemos a explicar:

Comando \$PFEC,GPint

El formato de este comando es:

\$PFEC	,GPint	,GGA00	ZDA00	*hh	CR LF
Campos:	1	2	3	4	n+1	

Donde:

- 1 Nombre del comando
- 2 Nombre del comando del GPS e intervalo de tiempo en segundos (de 00 a 60).
- n+1 Checksum

Este comando se utilizo para desactivas los valores por defecto que tiene configurado el módulo GPS. La sintaxis del comando empleado se estableció de la siguiente manera:

\$PFEC	,GPint	,GGA00	,ZDA00	,DTM00	,VTG00	,GSV00	*0x30	CR LF
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	--------------	--------------

De este modo el comando Gpint se utiliza para informarle al GPS que cada 0 segundos, o lo que es lo mismo que este desactivado. En si, lo que hace el módulo es enviar los resultados del comando una sola vez.

Microcontrolador MC68HC908AP32

El microcontrolador es el corazón del dispositivo. Este es el encarga de enviar los comandos al GPS como tambien interpretar los enviados por el. Calcular la distancia entre dos puntos, almacenar datos en la memoria EEPROM y dialogar con al PC para la transferencia de los datos. Para esta aplicación se utilizo el microcontrolador MC68HC908AP32 ya que posee 32KB de memoria Flash, 2KB de memoria RAM, 2 puertos SCI, un bus I2C, ADC, Timer entre otras cosas.

La memoria flash de programa se utilizo un 70% aproximadamente; mientras que la RAM un 45%. Dada la ventaja de este microcontrolador de tener dos módulos SCI (puertos seriales), se utilizaron ambos; uno para dialogar con el módulo GPS, y el otro para transmitir los datos a una PC.

Para almacenar los datos en la EEPROM se utiliza el módulo I2C (MMIIC: Multi-Master IIC Interface). El módulo ADC se utilizo para medir el nivel de batería del sistema (se usaron dos canales, uno para la batería principal y el otro para la batería de Back-up del sistema). Los Timer se utilizaron para la

temporización de la luz de backlight del LCD como así también para

Interfáz Humana

La Interfáz Humana está constituida por un display en donde se desplegarán todos los mensajes y dos botoneras para el completo manejo de la aplicación.

El display es un LCD matriz de punto de 2 líneas por 16 caracteres del tipo estandar con backlight incorporado.



Desde el punto de vista del controlador, los segmentos extra aparecen dispuestos en una matriz de 5 x 7 puntos donde cada punto de la matriz se corresponde con uno de estos segmentos especiales.

El circuito integrado del Display LCD es normalmente el encargado del control del

sistema. De cara al exterior encontramos un conector de 14 pines donde se conecta la alimentación, la señal de contraste y todas las señales de control.

Las funciones que podemos efectuar son las siguientes:

- Escribir comandos
- Escribir datos
- Leer datos
- Leer el estado

El dispositivo cuenta con dos botones, los cuales poseen dos modos de funcionamiento.

Boton 1 tiene las siguientes funciones:

Funcion 1 -> Enciende y apaga el dispositivo

Funcion 2 -> Encender el backlight

Boton 2 tiene las siguientes funciones:

Funcion 1 -> Modo distancia

Funcion 2 -> Modo trayectoria

Modo distancia: Este modo sirve para medir la distancia entre dos puntos, en este modo se entra por defecto. Para salir de este modo debemos mantener presionado el Boton 2 por mas de un segundo, de esta forma entramos al modo trayectoria.

Modo trayectoria: En este modo almacenamos los datos en una memoria EEPROM, cada vez que se presiona el boton. Para salir de este modo debemos mantener presionado el Boton 2 por mas de un segundo, de esta forma entramos al modo distancia nuevamente.

Boton 1 – Funcion 1: enciende y apaga el dispositivo, si se mantiene presionado por mas de 1 segundo, la aplicación se apagará.

Boton 1 – Funcion 2: Al presionarlo y luego soltarlo se activa el backlight, el cual se apaga automaticamente después de 1 minuto.

Boton 2 – Funcion 1: al presionarlo en esta funcion se toma un nuevo punto, luego de tomar el segundo punto se informa la distancia entre ambos en el display.

Boton 2 – Funcion 2: si se presiona y se mantiene presionado por más de 1 segundo, el dispositivo cambia al Modo trayectoria, en el cual es posible almacenar las coordenadas de varios puntos para su posterior analisis.

ESTADO DEL SISTEMA

El dispositivo nos informa permanentemente el estado del sistema. Esta información esta compuesta por :

- ❖ Cantidad de satélites en vista
- ❖ El modo en el cual se encuentra el sistema (D: Distancia o T: Trayectoria)
- ❖ Nivel de carga de la Bateria del Back Up (Bateria del modulo GPS - B).
- ❖ Nivel de carga de la Bateria Sistema (Fuente de alimentación - S)

Toda esta información aparece en la línea superior del display.

MEDICION DE DISTANCIA

Para el calculo de la distancia dado en coordenadas geodésicas, que es lo que nos da el modulo de GPS, debemos resolver el segundo problema fundamental de la geodesia, que se puede enunciar asi: “Conocidas las coordenadas geodésicas de dos puntos, calcular la distancia geodésica entre ambos y los acimuts en ambos extremos”.

Para nuestra aplicación, lo que nosotros debemos calcular es la distancia geodésica entre ambos.

Los pasos para el calculo de distancia se informan en la segunda línea del display, y son los siguientes:

Punto inicio. (Presionando el botón se almacenan las coordenadas del primer punto)

Punto inicio OK (Confirmación del primer dato valido)

Punto fin. (Presionando el botón se almacenan las coordenadas del segundo punto)

Punto fin OK (Confirmación del segundo dato valido)

Calculando (En este momento se realiza el calculo de la distancia)

Distancia (Aquí se informa la distancia entre los dos puntos)

OBS : Si el dato tomado no es valido se pide nuevamente el ingreso del mismo

Memoria EEPROM

La Memoria EEPROM se utiliza para almacenar los puntos ingresados en el modo de operación Trayectoria. Esta memoria se comunica mediante el protocolo I²C y es de facil utilización.

En esta memoria se van almacenando los puntos seleccionados uno a continuación del otro y se mantiene hasta que el usuario apague y vuelva a encender el dispositivo. Esta memoria se desactiva cuando la aplicación está en el modo de operación Medición de Distancia. Dentro de la memoria los datos se organizan de la siguiente manera:

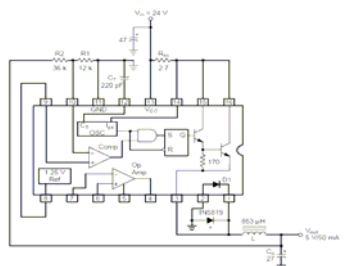
Nº	Bytes	Nombre
0	1	Indice
1	4	Latitud P 1
2	4	Longitud P 1
3	4	Latitud P 2
4	4	Longitud P 2
...	4	...
63	4	Latitud P 63
64	4	Longitud P 63

Conexión al PC

La Conexión al PC se encarga de transmitir los datos almacenados en la memoria a la computadora. Consta de un conversor de TTL a RS-232 y solamente está activo cuando se transmiten los datos al PC.

Regulador Conmutado

El Regulador Conmutado regula la tensión de la batería de 9v a 5v. Se utiliza este dispositivo para extender la vida util de la batería, ya que en esta aplicación es vital el bajo consumo. El circuito integrado utilizado es de la empresa On Semiconductors y para el diseño del regulador se utilizó la nota de aplicación AN920, el circuito es el siguiente:



OBS: La fuente utilizada fue calculada para 5V y 300 mA

Imagen del dispositivo de pruebas

