

LIBRERIAS PARA MICROCONTROLADOR APLICADO A SISTEMAS DE SEGUIMIENTO Y RASTREO SATELITAL

Joaquín Griffa, Juan Pablo Delía, Marcelo Coppari. Tutor: Ing. Javier Gonella
Dpto. Ingeniería en Electrónica, Facultad Regional Villa María – UTN. Villa María, Córdoba
{joaquingriffa, deliajuanpablo, marcelocoppari}@gmail.com

Resumen

El trabajo desarrollado consistió en la creación e implementación de librerías necesarias para un sistema de seguimiento y rastreo satelital. Las librerías fueron desarrolladas para un microcontrolador PIC [1] el cual gestiona las tareas del posicionador. Las mismas consisten en la adquisición, procesamiento, almacenamiento y transmisión de datos provenientes de un módulo GPS. Dicha transmisión se llevó a cabo mediante un módulo GSM/GPRS/EGPRS el cual hace uso de la red celular para la conexión con un servidor central. Las librerías fueron escritas en lenguaje C para el compilador Microchip MPLAB XC8 [2], evaluadas mediante simulaciones por software y a través de la placa prototipo creada para este propósito. Los resultados obtenidos fueron los esperados dando la correcta posición, hora y velocidad del GPS como así la comunicación de los mismos hacia la central por GSM. El comportamiento del sistema de archivos fue correcto permitiendo obtener la información de configuración y guardar los datos obtenidos de los módulos.

Introducción

El sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema de localización que permite obtener estimaciones precisas de posición (latitud y longitud), velocidad, tiempo (fecha y hora) y altitud, que pueden ser utilizados para desarrollar un gran número de aplicaciones. Este sistema es de utilización libre, requiriendo sólo el uso de un receptor GPS. En este caso, el modelo del módulo utilizado es el GR-22 [3] de la empresa SANAV, el cual brinda información codificada según el protocolo NMEA 0183 [4]. Este protocolo es un lenguaje a través del cual los instrumentos marítimos y también la mayoría de los receptores GPS pueden comunicarse los unos con los otros. Ha sido definido, y está controlado, por la organización estadounidense *National Marine Electronics Association*.

El protocolo nos brinda la información en forma de tramas o mensajes cuyos caracteres se encuentran codificados en ASCII. Además estos vienen separados por comas las cuales permiten una fácil identificación de cada uno de ellos. Los datos recibidos son válidos cuando el módulo tiene sincronización con al menos 4 satélites. Una vez extraído el dato de la trama, le asignamos un formato determinado para su posterior procesamiento. Como ejemplo se puede tomar una trama *RMC*, que tiene una estructura como la indicada en la Fig 1.

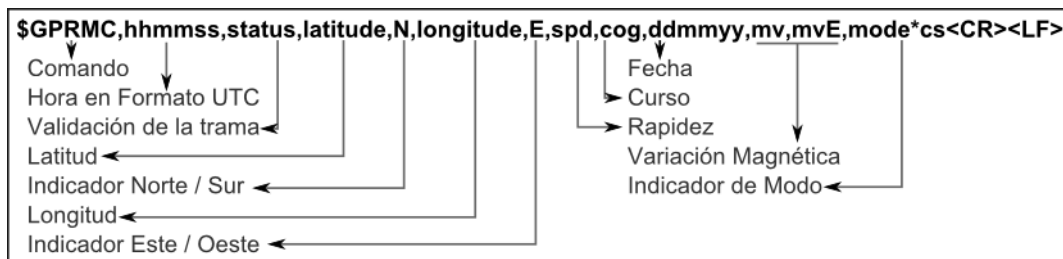


Fig. 1. Trama NMEA0183 correspondiente a RMC.

El módulo de GSM/GPRS/EGPRS utilizado es el G24 [5] de la marca Motorola. Éste es similar al núcleo de un teléfono celular que puede ser integrado en cualquier sistema o producto en el que sea necesario la transferencia de datos o llamadas de voz sobre la red celular.

La interfaz del módulo GSM, puede ser fácilmente controlada y configurada usando los comandos AT, los cuales proporcionan todo el control de operación. Estos comandos, son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un Terminal MODEM. Fueron desarrollados en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de comunicación con un MODEM para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono. Se denominan así por la abreviatura de *attention*.

Además la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales. De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM permiten acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos, enviar mensajes SMS y acceder a la red de datos.

El envío de comandos AT requiere la estructura de la Fig. 2, como ejemplo se toma el comando *CGMI* que solicita la información del fabricante del módulo.

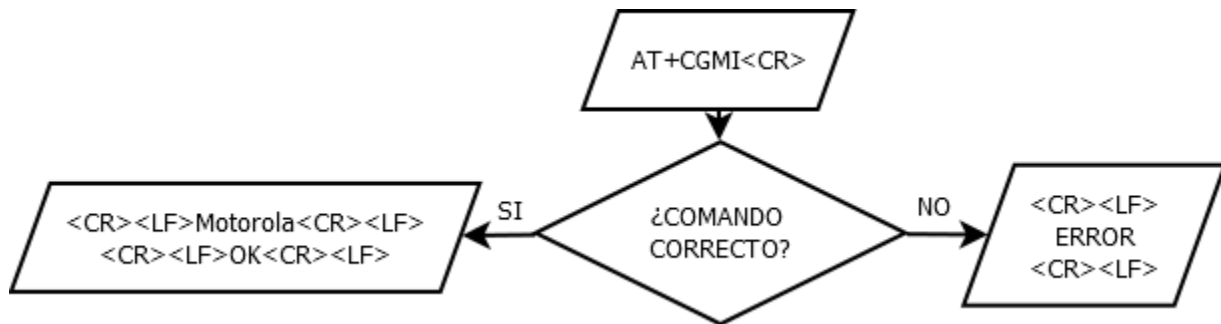


Fig. 2. Diagrama de flujo de un comando AT.

Debido a que el almacenamiento de las variables y la configuración del usuario, requieren una gran cantidad de memoria no volátil del microcontrolador, es necesaria la utilización de una tarjeta de memoria SD. El protocolo utilizado para la lectura/escritura de la misma es el SPI, Interfaz Serial de Periféricos, el cual es un estándar de comunicaciones usado principalmente para la transferencia de información entre circuitos.

Para la tarjeta SD se utiliza el sistema FAT [6], éstos son los sistemas de ficheros utilizados en DOS y primeras versiones Windows de Microsoft. La característica principal, a la que deben su nombre, es que el estado de cada unidad de información del dispositivo, está reflejado en un catálogo denominado tabla de situación de ficheros FAT (*File Allocation Table*). Esta tabla es muy importante porque es el índice del contenido del disco. Los sistemas FAT, utilizan un método de grabación que agrupa varios sectores en una misma unidad llamada *cluster*. El sistema de anotación utilizado en la FAT es una estructura encadenada jerárquica donde cada eslabón apunta al siguiente.

En 1987 apareció lo que hoy se conoce como el formato FAT16. Se eliminó el contador de sectores de 16 bits. El tamaño de la partición ahora estaba limitado por la cuenta de sectores por clúster, que era de 8 bits. Esto obligaba a usar *clusters* de 32 KiB con los usuales 512 bytes por sector. Así que el límite definitivo de FAT16 se situó en los 90 GiB.

El microcontrolador PIC sobre el que se trabaja es de la empresa Microchip, modelo PIC18F46j50 [7]. El mismo fue seleccionado debido a que posee la cantidad de memoria tanto RAM y como Flash

necesarias para el procesamiento y carga del programa. Además cuenta con los periféricos suficientes para la interconexión con los módulos mencionados anteriormente, como lo son los puertos USART, SPI, USB.

Librerías

Comunicaciones físicas

Esta librería principalmente se basa en el protocolo de transmisión EUSART, el cual es una interfaz de comunicación que permite la transmisión de datos bit a bit. En este caso se realizó una comunicación tipo *full duplex*, en donde ambos extremos del sistema de comunicación cumplen funciones de transmisor y receptor, y los datos se desplazan en ambos sentidos y además de manera simultánea.

Dicha comunicación se realiza de manera asíncrona, se configurando el transmisor y el receptor, la cantidad de bits a transmitir requerido (8 bit de datos), el modo de recepción continua y la velocidad de transmisión en 9600 baudios.

La construcción de la librería fue necesaria para recibir las tramas provenientes del GPS al microcontrolador y luego realizar el correspondiente procesamiento de los datos. Además, se utilizó para efectuar la comunicación entre el microcontrolador y el módulo GSM/GPRS/EGPRS enviando los datos ya procesados al servidor central.

Decodificación NMEA 0183

Su función principal es la de decodificar las tramas provenientes del módulo GPS. La decodificación la comienza luego de corroborar si la trama que ha llegado es una de las deseadas y posee información válida. Si esto ocurre se obtienen los datos necesarios de la misma y éstos son guardados en registros de memoria del microcontrolador para luego ser procesados. En la Fig 3. se puede apreciar el diagrama de flujo de la operación de decodificación de una trama recibida.

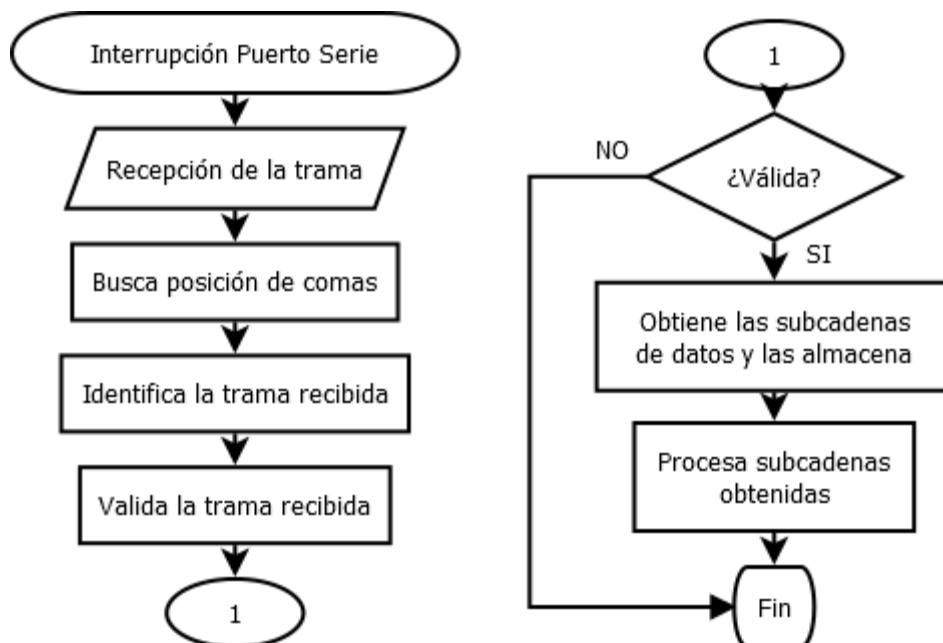


Fig 3. Diagrama de flujo de la decodificación NMEA 0183.

Las tramas que son de nuestra utilidad son: la trama *GGA* (*Global Positioning System Fix Data*), de la cual obtenemos el dato de la altitud. De la *VTG* (*Course Over Ground and Ground Speed*) es posible obtener información referida a la velocidad y el curso. Y de la trama *RMC* (*Recommended Minimum Navigation Information*), de la que se obtiene la mayor parte de los datos utilizados que son: fecha completa (día, mes, año, hora, minutos y segundos), latitud, longitud, indicador norte o sur, indicador este u oeste.

Comunicación por Comandos AT

Los comandos AT utilizados son los mínimos necesarios para la implementación de la comunicación a través de Internet mediante GPRS al servidor central. Para lograrlo, primero se debe verificar que el módulo esté correctamente conectado (AT), si tiene una SIM presente (AT+CPIN) y si se ha registrado en la red celular del operador (AT+CGREG).

Para realizar la comunicación, se deben configurar los parámetros de conexión que dependen del operador con el que se trabaje, por ello se consulta el nombre de la empresa telefónica proveedora del servicio (AT+COPS) y con éste, se buscan los datos del operador y se realiza la consulta de la información de acceso en la memoria para configurar el módulo.

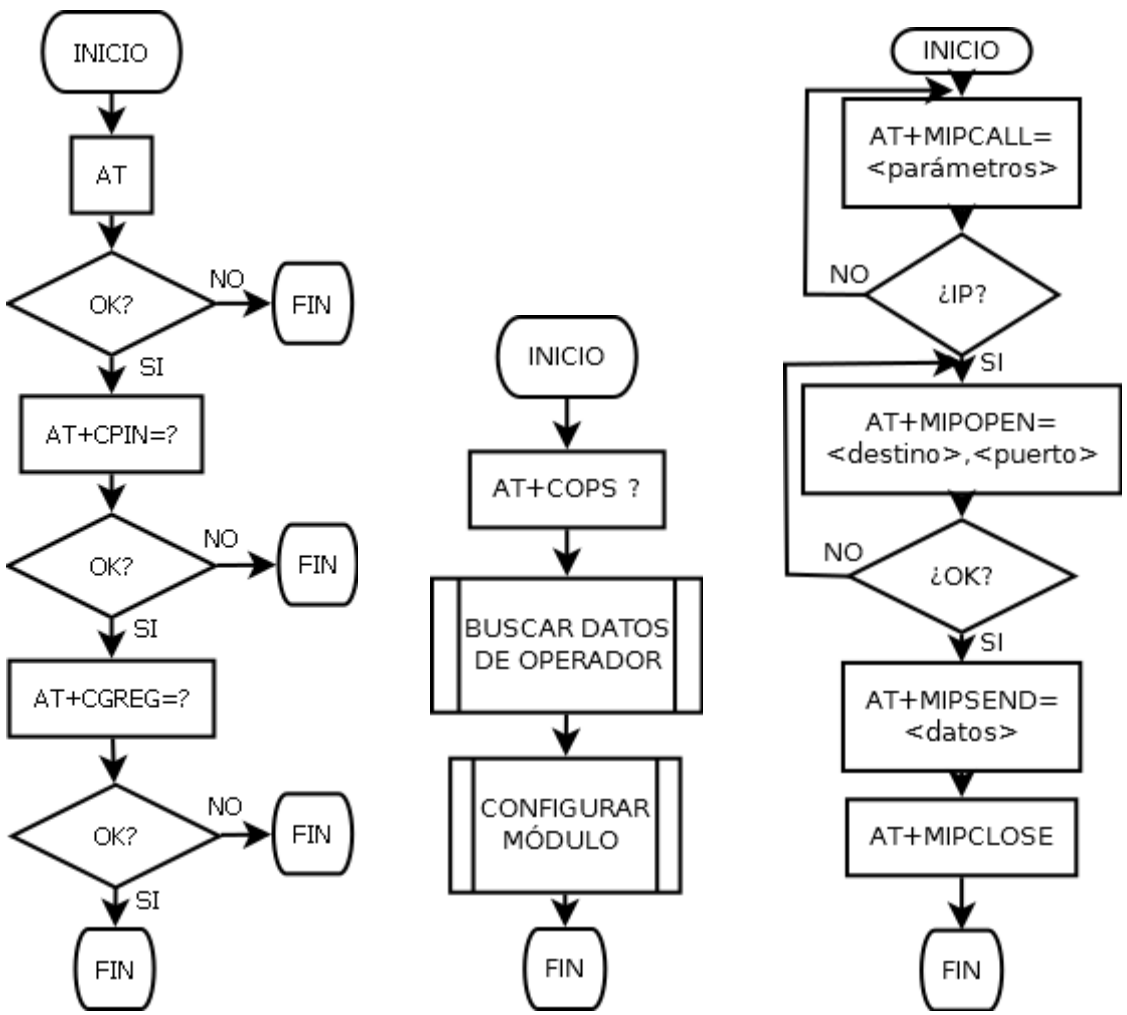


Fig. 4a,4b,4c. Diagramas de flujo de la conexión por GPRS.

Para dejar establecido el contexto y la conexión, se debe iniciar la comunicación GPRS indicando el APN, el nombre de usuario y contraseña (AT+MIPCALL), donde el operador asigna una dirección IP y es devuelta al dispositivo para indicarla al servidor central. En este punto es capaz de enviar y recibir datos por este medio. Para enviar la información se debe indicar la dirección IP o el nombre de dominio, y el puerto de destino (AT+MIPOPEN). Luego de contactado el destino, es posible transferir los datos (AT+MIPSEND) que se tengan almacenados. La conexión puede ser mantenida hasta tanto se decida el cierre de la sesión (AT+MIPCLOSE), o también por inactividad por parte del operador ya sea por exceso de tiempo o por falta de datos transferidos.

En la Fig. 4 se representa el diagrama de flujo de la conexión completa por GPRS. En la Fig. 4a esquematiza la conexión inicial a la red, la Fig. 4b se configuran los parámetros de conexión y en la Fig. 4c se realiza el envío de los datos.

Programa principal

El programa principal en el que son utilizadas las librerías puede ser representado mediante una máquina de estados. La Fig. 5 es una representación de las actividades llevadas a cabo.

Su funcionamiento inicia mediante la configuración general del dispositivo, luego se realiza la consulta de la trama del GPS. En el caso que la trama sea válida, se avanza hacia la etapa del procesamiento de los datos, de no ser así se sigue esperando hasta tanto los datos recibidos sean válidos.

En la etapa de procesamiento de los datos se lleva a cabo el acondicionamiento y evaluación de los mismos. La información obtenida es almacenada en la tarjeta de memoria y queda a la espera de ser transferida. Luego de ello, se trata de efectuar el envío correspondiente, tanto se hayan podido enviar o no los datos se pasa nuevamente a la primera etapa de recepción del GPS. Esto es así, porque la una de las funciones principales del sistema es la de mantener un registro del trayecto y de la velocidad del móvil en todo momento.



Fig. 5. Diagrama de flujo de la Máquina de Estados.

Conclusión

Los resultados a los que se llegaron fueron los deseados para cada una de las librerías desarrolladas. La librería de comunicación física brindó correctamente la interconexión del microcontrolador tanto con el modulo GPS como con el GSM/GPRS y la tarjeta de memoria. De esta manera se pudo obtener las tramas deseadas, procesarlas, almacenar lo obtenido y enviar los datos de interés de cada una de ellas al servidor central.

En cuanto a la decodificación de la trama NMEA, se logró una perfecta discriminación de las tramas útiles. Además se pudo realizar una selección adecuada de los datos necesarios de cada una de ellas para luego poder almacenarlos y efectuar un procesamiento correcto.

A partir de allí se realizó una efectiva conexión a la red, con los parámetros de configuración adecuados para conseguir una correcta transmisión de los datos.

Finalmente cabe destacar que el compilador utilizado XC8, ha proporcionado una muy buena adaptación y flexibilidad frente a los dispositivos de trabajo utilizados, brindando una herramienta de programación innovadora y de libre utilización.

Referencias

- [1] Microchip Technology Inc., *MPLAB® XC8 C Compiler User's Guide*, Microchip (2013).
- [2] Microchip Technology Inc., *Embedded control handbook*, Microchip (1997).
- [3] San Jose Navigation, *GR-22 GPS Receiver Module SANAV GPS. GR-22-090511-P1*.
- [4] National Marine Electronics Association, *NMEA 0183 - Standard for interfacing marine electronic devices version 2.30*, NMEA (1998).
- [5] Motorola, *Motorola G24 developer's guide*, Motorola (2006).
- [6] Andrew S. Tanenbaum, *Sistemas Operativos Modernos*, Prentice Hall (1997).
- [7] Microchip Technology Inc., *PIC18F46J50 Data Sheet*. Microchip (2011).