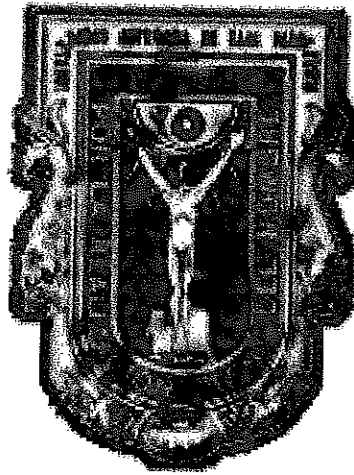


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA



SISTEMA LOCALIZADOR DE VEHÍCULOS

Tesis Profesional
que como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

PRESENTA:

Raúl Gerónimo Vázquez Romero

ENSENADA, B.C.

MARZO 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Unidad Ensenada

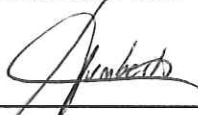
SISTEMA LOCALIZADOR DE VEHÍCULOS

TESIS PROFESIONAL
Que para obtener el título de Ingeniero en Electrónica

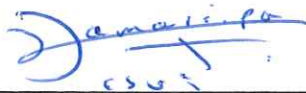
PRESENTA

Raúl Gerónimo Vázquez Romero

APROBADA POR:



M.C. Humberto Cervantes de Avila
DIRECTOR



Dr. José de Jesús Zamarripa Topete
SINODAL



M.C. Juan de Dios Sánchez López
SINODAL



M.C. Manuel Moisés Miranda Velasco
SINODAL

Agradecimientos

A DIOS

por darme la oportunidad de existir.

A mis PADRES

Hilda(Q.E.P.D.) y Raúl por haberme dado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria, por apoyarme en todo momento.

A mí HERMANA

Dalila por su apoyo en toda mi carrera

A mí NOVIA

Marisela que la Quiero Mucho, por su ayuda, consejos y todo su AMOR

A mí ASESOR

Por haberme ayudado en este proyecto y también haberme enseñado en mi carrera

A la facultad de Ingenieria de la UABC

Y a los docentes de esta institución por su apoyo durante mis estudios

III. Capítulo III. COMUNICACIÓN SERIE Y MODEMS	39
3.1 Comunicación serie	39
3.1.1 Introducción	39
3.1.2 El estándar RS-232	39
3.1.2.1 Control de flujo o protocolo	41
3.1.2.1.1 Protocolo Hardware	42
3.1.2.1.2 Protocolo Software	43
3.1.2.2 Comunicación en ambos sentidos	44
3.1.2.3 Modem nulo	45
3.1.2.4 Señales eléctricas	46
3.1.3 Formato de datos	47
3.1.3.1 Codificación de texto	47
3.1.3.2 Conversión a formato serial	49
3.1.3.3 Comunicación Asíncrona	50
3.1.3.4 Condición Break	52
3.1.4 Tasa Baud	53
3.2 Modems	54
3.2.1 Introducción	54
3.2.2 Estados del modem	55
3.2.3 Códigos de respuesta del modem	56
3.2.4 Línea de mandos	57
3.3 Modem celular CDL900	60

3.3.1	Introducción	. . . . .	60
3.3.2	Configurar el modem celular CDL900	. . . . .	63
3.3.3	Comunicarse a través del modem CDL900	. . . . .	64
3.3.4	Formato del mando	. . . . .	65
3.3.5	Secuencia de escape	. . . . .	67
3.3.6	Comandos AT	. . . . .	67
IV.	Capítulo IV. DISEÑO	. . . . .	69
4.1	Introducción	. . . . .	69
4.2	Diseño del hardware	. . . . .	71
4.2.1	Microcontrolador 80C31	. . . . .	74
4.2.1.1	Registros de funciones especiales	. . . . .	79
4.2.2	UART	. . . . .	80
4.2.3	Interfase RS-232 opto-aislado	. . . . .	81
4.2.4	Fuentes	. . . . .	82
4.3	Diseño del software	. . . . .	83
4.3.1	Programa principal	. . . . .	87
4.3.2	La subrutina serial	. . . . .	89
4.3.3	Comandos de conexión y desconexión del modem celular CDL900	. . . . .	91
4.3.4	Subrutina llamar (interrupción externa 1 push button)	. . . . .	96
4.3.5	Subrutina UART	. . . . .	97
4.3.6	Subrutina timer 0	. . . . .	103
V.	Capítulo V. RESULTADOS Y ANÁLISIS	. . . . .	107
5.1	Resultados.	. . . . .	107

5.2 Análisis . . . . .	. 110
VI. Capítulo VI. TRABAJO FUTURO . . . . .	. 112
VII. Capítulo VII. CONCLUSIONES . . . . .	. 115
BIBLIOGRAFÍA . . . . .	. 116
GLOSARIO . . . . .	. 118
ANEXOS . . . . .	. 120
ANEXOS 1 Código Fuente	120
ANEXOS 2 Diagrama Eléctrico	144

FIGURAS

Figura 1 Meridianos	4
Figura 2 Medición de un meridiano	4
Figura 3 Paralelos	6
Figura 4 Medición de paralelos	6
Figura 5 Localización de un punto en dos dimensiones	11
Figura 6 Un punto en la tierra.	14
Figura 7 Localización de un punto en la tierra	15
Figura 8 Interfase eléctrica NMEA 0183	21
Figura 9 Células	31
Figura 10 Subdivisión de células	32
Figura 11 Transferencia de llamada	33
Figura 12 Banda alta.	36
Figura 13 Líneas de comunicación	41
Figura 14 Líneas del RS-232-C	44
Figura 15 Transmisión de caracter	51
Figura 16 Modem celular CDL900	63
Figura 17 Sistema a bloques	70
Figura 18 Módulo 3	71
Figura 19 Mapa de memoria RAM interna	76
Figura 20 El microcontrolador 80C31	78
Figura 21 Distribución de memoria RAM	84
Figura 22 Frecuencia del timer 0	103

TABLAS

Tabla 1 Sentencia GLL	24
Tabla 2 Sentencia GGA	25
Tabla 3 Números binarios o decimales.	47
Tabla 4 Códigos ASCII	49
Tabla 5 Códigos de respuesta del modem	56
Tabla 6 Comandos Hayes de marcación	57
Tabla 7 Comandos Hayes	59
Tabla 8 Especificaciones del Modem CDL900	61
Tabla 9 Códigos de respuesta del modem celular CDL900	66
Tabla 10 Comandos AT del modem celular CDL900	68
Tabla 11 Registros de funciones especiales	79
Tabla 12 Comandos de conexión del modem celular.	92

DIAGRAMAS DE FLUJO

Diagrama 1 Ciclo principal	86
Diagrama 2 Programa principal	88
Diagrama 3 Subrutina serial	90
Diagrama 4 Subrutina llamar.	96
Diagrama 5 Subrutina UART	99
Diagrama 6 Subrutina etapa 1	100
Diagrama 7 Subrutina etapa 2	101
Diagrama 8 Subrutina etapa 3	102
Diagrama 9 Subrutina timer0	105

INTRODUCCIÓN

En la actualidad nuestra ciudadanía se ha visto afectada por el creciente robo de vehículos, debido a esto, se ha incrementado el desarrollo de diversos dispositivos o sistemas que intentan evitar este tipo de robos; entre los dispositivos más comunes que se pueden encontrar están los bastones y las alarmas. Las ventajas de estos sistemas son sobre todo su bajo costo y facilidad de utilización. Sin embargo, como contraparte se puede mencionar que son fácilmente violables y una vez que el vehículo es robado su localización es sumamente difícil ya que los vehículos son desmantelados o llevados a otra localidad.

Con el fin de reducir el robo de vehículos se propone un *sistema localizador de vehículos* el cual consiste en la integración de dos sistemas ya existentes, los cuales son: telefonía celular y el sistema de posicionamiento global (GPS). El funcionamiento básico del sistema propuesto, consiste en tener una comunicación directa con el vehículo a través del sistema de telefonía celular de manera que el sistema pueda enviar información en caso que el vehículo este siendo robado. Además, el sistema podrá transmitir su posición, la cual será obtenida por medio de un receptor GPS y si por alguna razón no se pudo evitar el robo del vehículo, se puede establecer una comunicación directa a través del sistema, el cual enviará la posición obtenida por el GPS y de esta forma poder localizar al vehículo aún después de haber sido robado.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo de tesis es el diseño de un sistema que integre los sistemas GPS y de telefonía celular, que manejados a través de un microcontrolador permitan la localización y monitoreo de vehículos.

CAPÍTULO I

SISTEMA GPS

1.1 COORDENADAS GEOGRAFICAS

Para poder localizar un punto, elemento o describir la extensión de un área en la superficie terrestre, se utiliza un sistema de coordenadas geométricas también llamadas coordenadas geográficas. Estas coordenadas geográficas se basan en los meridianos de longitud y en los paralelos de latitud.

Suponiendo que la tierra sea perfectamente esférica, se denominó meridiano terrestre a cualquiera de las circunferencias imaginarias que pasan por sus polos (ver figura 1). En 1885, 25 países adoptaron oficialmente un meridiano de origen, que pasa por el real observatorio de Greenwich, en Londres, dentro de un acuerdo que establecía un sistema horario universal. Por acuerdo internacional, la longitud entre meridianos se mide hasta 180°E y 180°W a partir de 0° del meridiano de referencia que es el meridiano de Greenwich. Se llamó longitud de un punto a la distancia en grados entre este punto y un meridiano de referencia, en este caso el meridiano de Greenwich, medida sobre el arco del paralelo que pasa por dicho punto (ver figura 2).

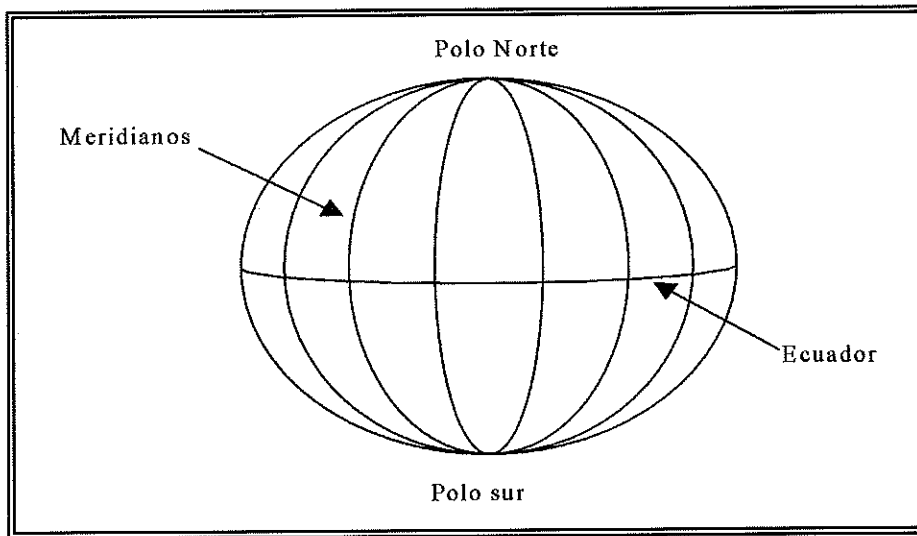


Figura 1 Meridianos

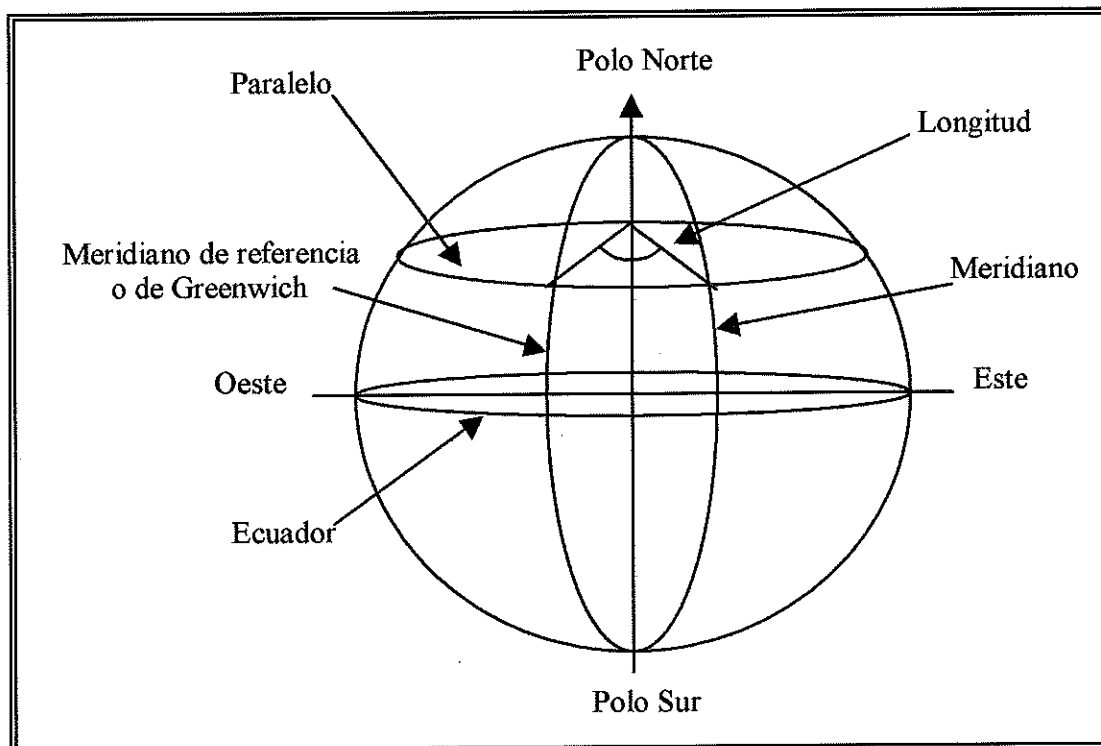


Figura 2 Medición de un meridiano (Longitud)

Por otra parte, el ecuador es una circunferencia imaginaria que se forma a la mitad del camino entre los dos polos. El ecuador divide al globo terráqueo en dos hemisferios, el hemisferio norte y el hemisferio sur. Las circunferencias imaginarias al norte y al sur paralelas al ecuador y separadas por intervalos uniformes se llaman paralelas de latitud donde el ecuador es el paralelo de referencia, por ser el de mayor diámetro (figura 3). La latitud se mide hasta 90°N y hasta 90°S partiendo de 0° sobre el ecuador (figura 4).

La latitud de un lugar (punto P) es el ángulo que forma la recta que pasa por ese lugar y el centro de la Tierra (punto A), con respecto a la recta que parte del centro de la Tierra y llega al punto del ecuador (punto B) en el meridiano correspondiente al punto A. Por lo tanto se puede deducir que todos los lugares situados en un mismo paralelo tienen igual latitud.

La localización de un punto en un mapa o en el globo terráqueo, pueden definirse con precisión por los grados, minutos y segundos de *latitud* y *longitud*. Cada grado tiene 60 minutos y cada minuto 60 segundos. La localización de la ciudad de Ensenada se encuentra dentro del cuadrante formado por **Latitud 31° - 32°N y Longitud 116° - 117°W** . Tomando en cuenta que la circunferencia del Ecuador es de 40,077 Km, y que el planeta Tierra es una esfera (se aproxima a una, ya que el planeta Tierra se encuentra achatada en los polos, su circunferencia a través de los polos es de 40, 009 Km), a una latitud de 31° , la longitud de un 1° de *longitud* es de 95.424 Km, de un $1'$ de *longitud* es de 1.590 Km y de un $1''$ de *longitud* es 26.506 mts. Tomando la circunferencia entre sus polos, un 1° de latitud es 111.1361 Km, un $1'$ es 1.852 Km y $1''$ es 30.871 mts.

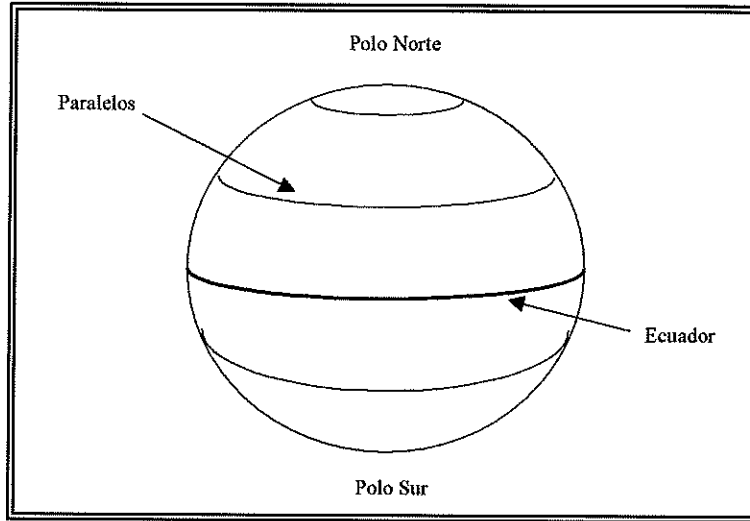


Figura 3 Paralelos

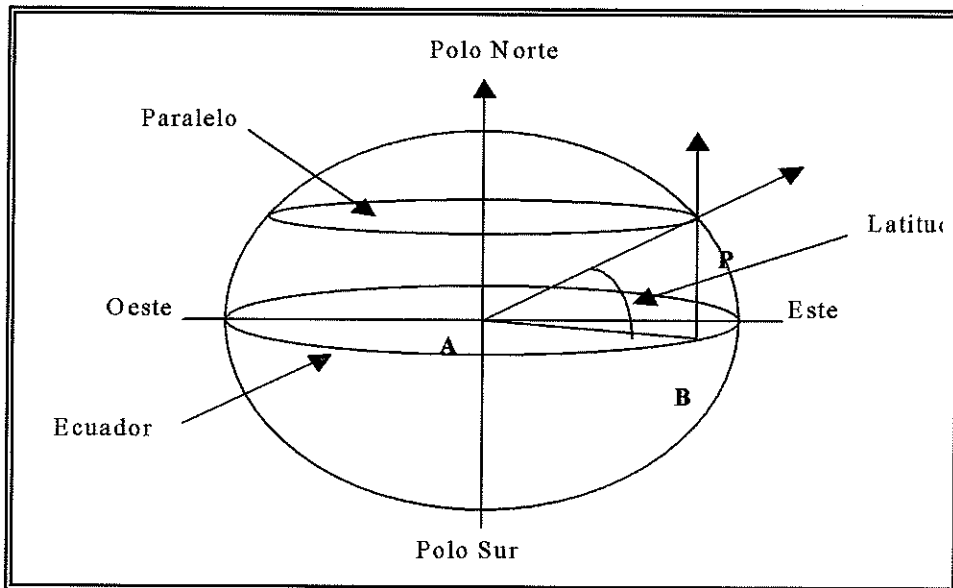


Figura 4 Medición de paralelos (Latitud)

1.2 EL SISTEMA GPS

Cuando se habla del concepto de localización, se está hablando de la posición de un objeto, lugar o persona con respecto a otro. Existen las coordenadas absolutas que son las coordenadas geográficas (latitud y longitud), las cuales ya fueron explicadas, y las coordenadas relativas, las cuales son las que se usan para ubicar una posición con respecto de otra, como puede ser un lugar, calle, ciudad, etc.

Las coordenadas absolutas tienen una parte significativa en actividades de localización de una posición, particularmente en la navegación marítima o aérea y sobre todo en la noche. Los capitanes y pilotos utilizan métodos que proporcionan coordenadas absolutas. La posición, dentro de unas cuantas millas, puede ser encontrada apuntando a las estrellas con aparatos como sextantes o octantes. Por lo tanto el concepto de GPS (las posiciones terrestres desde cuerpos desde el espacio) no es completamente una idea nueva, pero la posibilidad de lograrlo durante el día, casi sin importar el clima, con alta precisión y casi instantáneamente, la hacen una gran diferencia. Ahora las personas pueden conocer sus posiciones (coordenadas geográficas) y combinarlas con un mapa y/o datos GIS (Geographic Information System) pueden conocer su localización (donde están con respecto a los objetos que los rodean).

El sistema de posicionamiento global o GPS por sus siglas en inglés (Global Position System), es un sistema de navegación basado en un sistema de radio espacial. Consta de 24 satélites que proporcionan posiciones precisas en tres dimensiones, además de

velocidad y tiempo las 24 horas del día en cualquier parte del mundo y en todas las condiciones climáticas. Al no haber comunicación directa entre usuarios y satélites, el sistema puede dar servicio a un número ilimitado de usuarios.

Dirigido por el departamento de Defensa de Los Estados Unidos, el sistema de posicionamiento global GPS o Navstar apareció en 1973 con el fin de reducir el número creciente de los problemas en la navegación. Al ser un sistema que supera las limitaciones de la mayoría de los sistemas de navegación existentes, este sistema consiguió una gran aceptación entre la mayoría de los usuarios.

El sistema GPS consta de 3 partes: los satélites, los receptores y las estaciones de monitoreo de los satélites. Hay que recordar que el sistema GPS proporciona: precisión, transmisión continua, cobertura mundial, posición en tres dimensiones e información de velocidad (con el receptor apropiado). También difunde una forma de tiempo universal coordinado (UTC).

Los satélites NAVSTAR o GPS realizan una revolución alrededor de la tierra cada 12 horas y sus órbitas son casi circulares. La combinación de la velocidad de rotación de la tierra y la de los satélites producen una amplia variedad de trayectorias a través de la superficie de la tierra. Los satélites GPS se mueven a una velocidad de 3.87 km/seg., pesan 860 kg y tienen una medida de 8.7 m con los paneles solares extendidos. Cada satélite tiene 4 relojes atómicos. La constelación del sistema GPS consta de 24 satélites, distribuidos en 6 órbitas planas con 4 satélites por plano o órbita. Esta constelación

permite que varios satélites sean “visibles” en cualquier punto de la tierra en cualquier momento dado. Estos satélites son llamados de altura media, porque están a una altura de **17440 km** de la superficie terrestre, lo que los ubica cerca de la altura orbital estándar de los lanzadores espaciales y los pone a salvo de la resistencia atmosférica. Los satélites GPS están por debajo de los satélites geoestacionarios, usualmente usados para comunicaciones y transmisiones de TV y otras señales de regreso a las antenas terrestre fijas.

Las trayectorias de los satélites se encuentran influidas por los efectos gravitacionales del sol y la luna, y también por el viento solar. Por lo tanto sus trayectorias, así como su circuitería electrónica requieren ser monitoreados. Esto es realizado por 4 estaciones terrestres localizadas en isla Ascensión, Diego García, Hawaii y Kwajalein. Cada satélite pasa al menos por una estación de monitoreo dos veces al día. La información procesada por la estación de monitoreo es transmitida de regreso al satélite, el cual en turno, la retransmite a los receptores GPS. Los objetivos de las transmisiones a los satélites son el de mantener en buen estado la electrónica del satélite así como su trayectoria, la cual varía debido a los efectos anteriormente mencionados. Existe otra estación terrestre, que es usada para programar a los satélites, la cual es la estación de control maestro que se encuentra en Colorado Springs.

Actualmente los receptores GPS, son utilizados en los sistemas aeroespaciales internacionales, los conductores lo utilizarán como parte de los sistemas inteligentes en carretera. Los pilotos lo utilizarán para realizar los aterrizajes en aeropuertos cubiertos de

niebla. Las tecnologías emergentes con el GPS incluyen la determinación de la posición de un vehículo. El sistema ha tenido una amplia y generalizada aceptación en aplicaciones terrestres, marítimas, aéreas y espaciales.

1.2.1 Funcionamiento

Los fundamentos del sistema GPS no son difíciles de comprender, pero abundan los conceptos mal entendidos. Para entender el funcionamiento, primero se utilizará una analogía en dos dimensiones. Imaginemos que el capitán de una embarcación marítima se acerca a la costa y que desea conocer su posición, teniendo los siguientes elementos: un reloj preciso, un mapa de la costa, la habilidad de detectar el sonido y el conocimiento de que el sonido viaja a 1/3 km/seg. Suponiendo que se desea calcular la distancia de la embarcación “V” de la figura 1.5 y que se cuenta en los puntos S1 y S2 con estaciones transmisoras de sonido, las cuales emiten un sonido o ruido de toque exactamente al inicio de cada minuto. La distancia puede calcularse observando en la embarcación el momento exacto en el que el reloj de abordaje marca un minuto y tomando el tiempo que transcurre hasta que se escucha el sonido generado por la estación transmisora, con este tiempo se puede calcular la distancia a través de la fórmula:

$$D = S / 3 \quad (1)$$

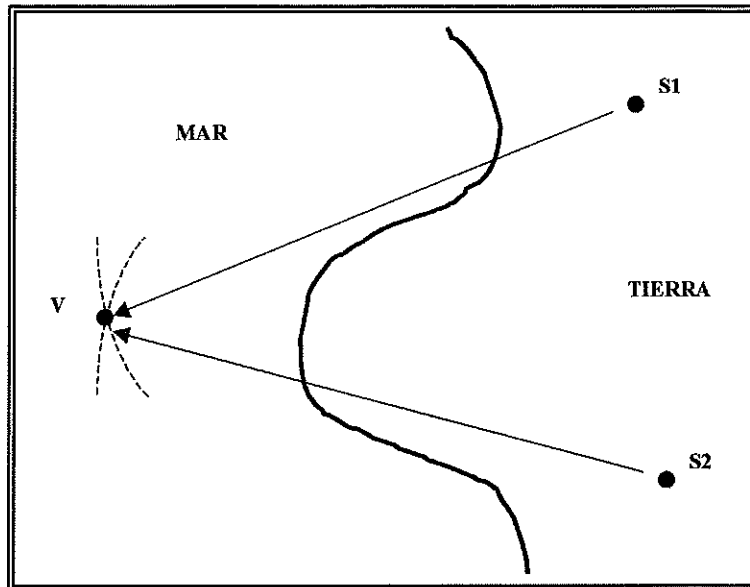


Figura 5 Localización de un punto en dos dimensiones

Donde D es la distancia y S es el número de segundos que le tomó al sonido llegar a la embarcación. Suponiendo, por ejemplo que tomó 30 segundos, se sabría que la embarcación se encuentra a 10 km de distancia de la casa de sonido. En términos geométricos se sabría que la embarcación se encuentra en algún lugar de la superficie de una esfera que tiene un radio de 10 km. Se puede reducir esta incertidumbre sabiendo que la embarcación está flotando en el mar, por lo tanto la altitud es el nivel del mar. Por lo cual se considera que la embarcación está en una circunferencia con un radio de 10 km. Sin embargo, este dato no permite localizar la posición exacta dentro del mapa, requiriéndose por lo tanto un segundo transmisor de sonido.

Utilizando la misma técnica con la segunda casa de sonido S2 y encontrando la distancia de la embarcación se tiene una segunda circunferencia. La embarcación por lo tanto estará en una de las intersecciones de ambas circunferencias (ya que existen dos puntos de intersección). Uno de estos puntos puede ser eliminado sabiendo que la embarcación no está sobre tierra. Basado en las mediciones de ambas casas de sonido, se puede saber la posición tan exactamente como los aparatos de medición y mapa permitan saberlo. Es obvio que se puede saber la posición, tan solo trazando circunferencias, pero también puede encontrarse usando ecuaciones matemáticas, lo que permite la automatización de la localización.

Como en las casas de sonido, *las distancias determinadas por la medición de tiempos* forma el fundamento del sistema GPS, (donde las distancias son referidas como rangos). Se recuerda que la base de las tres últimas letras del nombre NAVSTAR es Time And Ranging, lo cual quiere decir que *mide distancias al medir tiempos*. A continuación se dará la similitud del ejemplo anterior con el sistema GPS:

- NAVSTAR nos da la localización en tres dimensiones. En el hecho de estar sobre el mar, se conoce la altitud. Pero el problema es encontrar la posición tridimensional. El sistema GPS proporciona la posición sobre o cerca de la superficie terrestre en 3 dimensiones (abajo es capcioso por que el sistema requiere la línea de vista).

- Las casas de sonido son satélites, que en vez de estar situados concretamente en la costa, se encuentra viajando solo en el espacio en una órbita casi

circular a una velocidad de 3.87 km/seg. Es importante notar, por otra parte, que a cualquier instante dado los satélites están cada uno en un lugar en particular.

- NAVSTAR usa ondas de radio en vez de sonido. Estas son ondas electromagnéticas (EM) y son utilizadas para medir distancias. Estas ondas se mueve mucho más rapido que el sonido. Sin importar la frecuencia, en el vacío las ondas EM viajan a una velocidad de 299792.5 km/seg.

Ahora observando la configuración del GPS con un dibujo verdadero, pero a pequeña escala. Empezando con dos dimensiones, supongase que se representa a la tierra, no como una esfera sino como un círculo, nosotros viviríamos en el borde, por lo tanto solo interesan los puntos sobre o fuera del borde de la circunferencia. Se indicará un punto "x" en la figura 6 y se quiere saber donde está este punto. Ahora suponiendo que se tienen dos puntos en el papel llamados "a" y "b", los cuales representan dos satélites, se puede dibujar líneas rectas de "a" a "x" y "b" a "x". Como se observa en la figura 6.

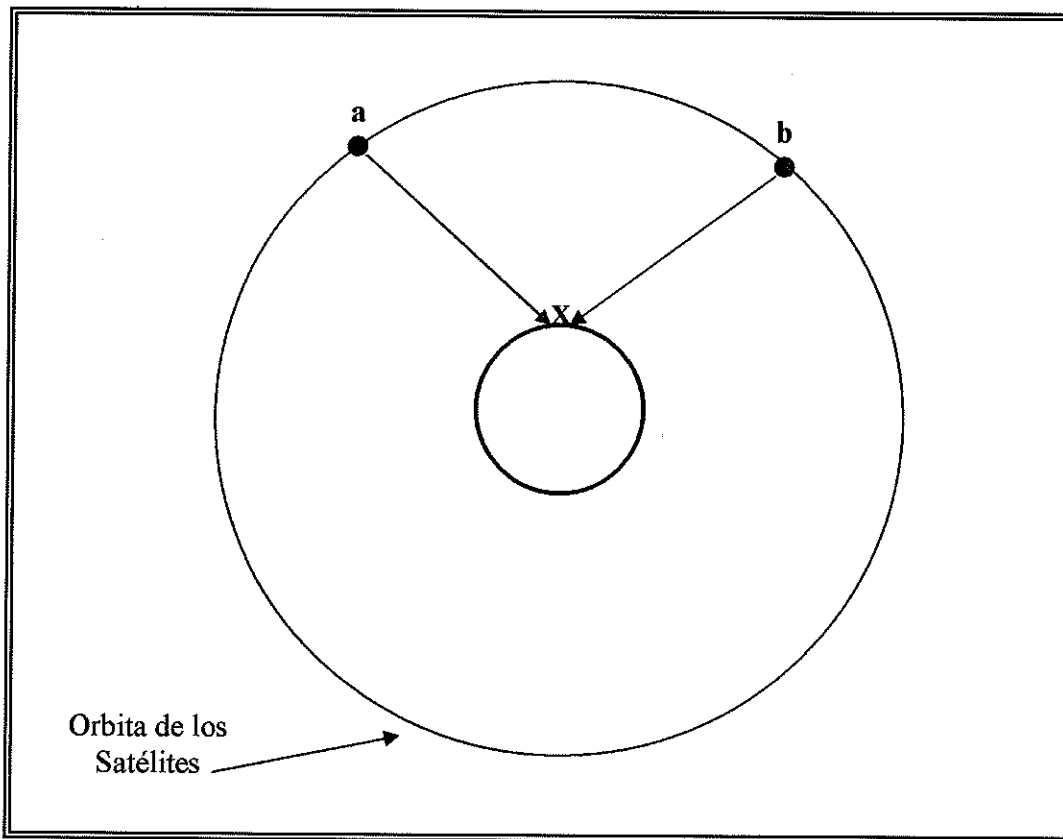


Figura 6 Un punto en la Tierra

La medición de la distancia o longitud de “a” a “x” llamada “La” y de “b” a “x” llamada “Lb” representan las líneas de vista desde los satélites a la antena receptora. Si se sabe la posición de “a” y “b” y la longitud de “La” y “Lb”, se puede calcular la posición de “x” a través de un proceso matemático de triangulación. Es intuitivamente obvio que se puede localizar cualquier punto “x” sabiendo la posición de “a” y “b” y las longitudes de “La” y “Lb”. El punto “x” debe de estar en un círculo centrado en “a” y con un radio “La” y también debe de estar en otro círculo centrado en “b” con radio “Lb”. Si se trazan dos círculos, existen dos puntos que están a la distancia “La” desde “a” y “Lb” desde “b”, uno de estos es “x”, el otro está a una distancia muy grande del círculo (tierra), por lo tanto no

es importante (le llamaremos " μ ") y ciertamente no es "x", como se observa en la figura 1.7.

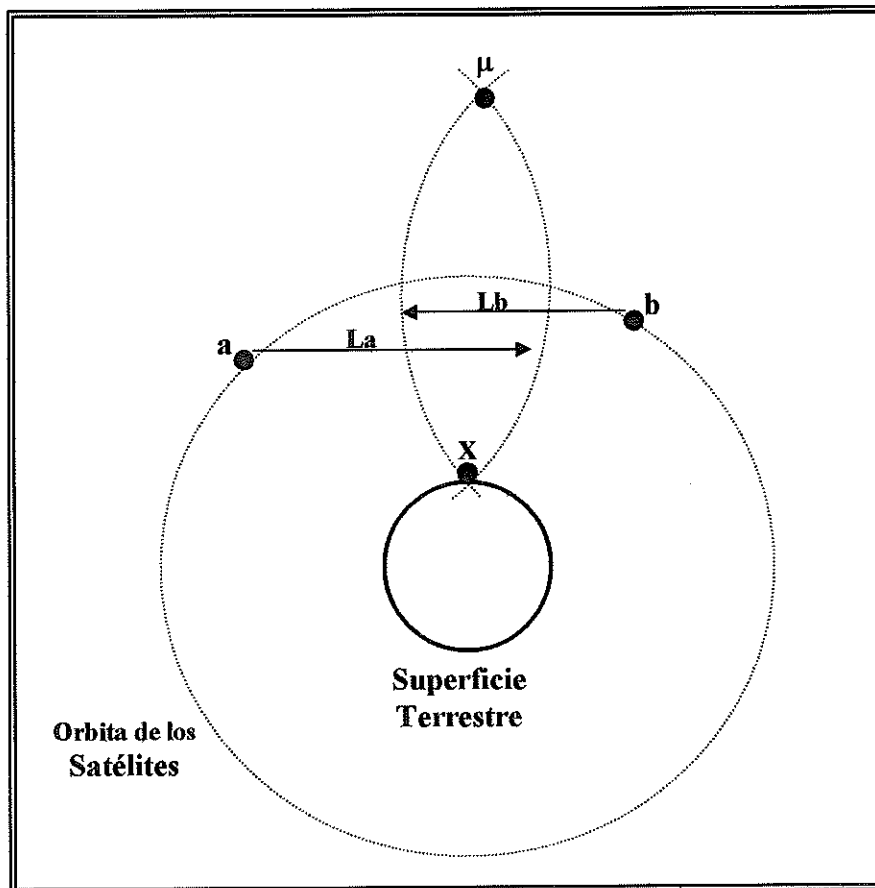


Figura 7 Localización de un punto en la Tierra

Los puntos "a" y "b", representan dos de los satélites GPS a un preciso instante de tiempo y el punto "x" representa la posición de la antena del receptor GPS al mismo instante de tiempo. Esto está bien para dos dimensiones, pero qué pasa cuando se mueve a tres dimensiones, desde un punto de vista conceptual, la circunferencia se vuelve una esfera

y el punto "x" ahora reside sobre la esfera y se necesitará añadir un punto "c" (otro satélite) en alguna otra parte del espacio (no en el plano que forman "a", "b", "x"), para poder localizar el punto "x". El problema que se tiene es encontrar la intersección de tres esferas (en vez de dos circunferencias). Mientras que el proceso de encontrar esta intersección es más difícil matemáticamente, y más difícil de visualizar, resulta otra vez, que solo hay dos puntos y solo uno puede ser "x". Se puede deducir esto como sigue: se considera primero la intersección de dos esferas, se observará que la intersección forma un círculo, nuestro problema de visualización es reducido a encontrar la intersección de este círculo y la superficie de la tercera esfera. Se verá que la intersección solo puede ser en dos puntos y solo uno puede ser "x". En teoría, se necesitarían solamente 3 satélites para obtener la posición de un punto fijo tridimensional, pero en realidad se ocupan 4 satélites antes de que el receptor GPS pueda calcular su posición. La razón tiene que ver con el hecho de que el reloj en el receptor GPS no es tan bueno como los 4 relojes atómicos de 50000 dls c/u en cada satélite, por lo que el receptor depende de los relojes para sincronizarse. Por lo tanto en un sentido los satélites ajustan al reloj del receptor GPS. Realmente los cuatro satélites contribuyen para encontrar un punto en un espacio tetra-dimensional.

Actualmente, el sistema GPS es completamente operacional y cumple con los criterios establecidos en los 60's para un óptimo sistema de posicionamiento. El sistema proporciona: precisión, continuidad (siempre transmite), cobertura mundial, posicionamiento en tres dimensiones y la información de velocidad para usuarios. El sistema GPS puede proveer servicio a un número ilimitado de usuarios porque los

receptores GPS operan pasivamente (solo reciben). Las transmisiones de los satélites están referenciados a las altamente precisas frecuencias atómicas estándares a bordo de los satélites, las cuales están sincronizadas con un sistema interno de base-tiempo GPS.

Los satélites transmiten los código y datos de navegación en dos frecuencias usando una técnica llamada *acceso múltiple por división de código (CDMA)*, las dos frecuencias usadas son: L1 (1575.42 Mhz) y L2 (1227.6 Mhz). Cada satélite transmite en estas frecuencias pero con diferentes códigos. Los datos de navegación proporcionan la información para que el receptor pueda determinar la posición del satélite al tiempo de la transmisión de la señal, por otra parte el código de rango (ranging) permite al receptor del usuario determinar la transición (propagación) del tiempo de la señal y así determinar la distancia del satélite al usuario. El sistema GPS proporciona dos servicios: el *Standard Positioning Service (SPS)* y el *Precise Positioning Service (PPS)*. El SPS es designado para uso civil, por otra parte el PPS es utilizado para uso militar y agencias selectas del gobierno estadounidense. El acceso al servicio PPS es controlado a través de la criptografía.

1.3 LA INTERFASE NMEA

1.3.1 INTRODUCCIÓN

Como se ha mencionado, este proyecto de tesis utiliza un receptor GPS el cual tiene un puerto de comunicación que es utilizado para transmitir los datos de posición calculados hacia una computadora , terminal o cualquier otro equipo donde se requieran estos datos. Este puerto está bajo la norma del estándar NMEA (National Marine Electronics Association), el cual define la interfase eléctrica y el protocolo de datos para la comunicación entre aparatos de instrumentación marítima.

Este estándar está regido por la organización NMEA, la cual fue creada por la necesidad de que existiera una interfase con la cual se pudiera interconectar equipos electrónicos marinos, para que estos pudieran compartir información y fueran más eficientes. Dicha organización está encargada o dedicada a definir y mantener el formato serie estándar usado por el equipo de navegación electrónico marino, además de la difusión y mejoramiento del mismo. Está formada por fabricantes, distribuidores, agencias, institutos de educación y otros interesados en las funciones de los periféricos electrónicos marinos.

La organización NMEA definió los estándares NMEA, los cuales definen a su vez los requerimientos de la señal eléctrica, el protocolo de la transmisión de datos, así como su temporización (timing) y los formatos específicos para el intercambio serie de datos. Este estándar solo permiten un solo transmisor (*talker*) pero permite múltiples receptores

(*listeners*) en cada interconexión o bus. Se espera que en futuros estándares permitan tener múltiples transmisores (*talkers*) en red y posiblemente aplicaciones de alta velocidad para la transferencia de archivos y datos de video. Actualmente solo existen 3 estándares: NMEA 0180, NMEA 0182, y el NMEA 0183. Puesto que el estándar NMEA 0183 es el más reciente y es el que se usa en la mayoría; si no es que en todos los receptores GPS actuales, solo se explicará éste.

1.3.2 EL ESTÁNDAR NMEA 0183

El estándar NMEA 0183 tiene actualmente varias versiones, la versión 1.5, versión 2.0 y la versión 2.2. La versión 1.5 utiliza la interfase eléctrica EIA-232. La versión 2.0 del estándar es una versión mejorada de la versión 1.5. Esta versión es compatible con el estándar EIA-422. La versión 2.2 se sabe que existe pero no se pudo localizar la información hasta este momento. El receptor GPS que se utilizará solo tiene la versión 1.5 y 2.0. Si se requiere mayor información sobre el estándar NMEA 0183 y su versión más nueva, se puede mandar pedir el manual del estándar a la dirección descrita en la bibliografía, con un costo de 125.00 dlls.

El estándar NMEA0183 version 1.5 se puede dividir en 2 partes las cuales son:

- Interfase Eléctrica o Hardware.
- Formato de Datos.

1.3.3 Interfase Eléctrica o Hardware

Los requerimientos del hardware especifican un solo transmisor o *talker* conectado a uno o más receptores o *listeners*, usando un cable de par trenzado blindado como se muestra en la figura 8. El estándar no especifica un conector en especial y este puede variar de equipo en equipo. Para suprimir el ruido y evitar lazos de tierra, se recomienda que el blindaje esté conectado a tierra en el *transmisor*, pero desconectado en cada *receptor*.

Las señales de datos existen en ambos cables del par trenzado, y el aislamiento de tierras es requerido para cada uno de los dos cables en el *receptor*. La versión 2.0 del estándar especifica que el manejador del *transmisor* cumple con los requerimientos del EIA-422 (señales de voltaje positivo con una diferencia de 2 a 6 volts entre los cables, la dirección del diferencial cambia para "1" y "0"). Las versiones anteriores (versión 1.5 entre ellas) comúnmente usaban los manejadores EIA-232 (señales de voltaje positivas y negativas de 6 hasta 12 volts en un cable con respecto al otro, representando los "1" y "0") o niveles de voltaje TTL (0 y +5 volts representado "1" y "0").

Cada uno de estos esquemas de transmisión antes descritos pueden trabajar cuando se conecte a la entrada diferencial de un *receptor* que se encuentre opto-aislado. La presente versión del estándar (versión 2.0 en adelante) alternativamente permite, para el uso del receptor amplificador diferencial cumpliendo los requerimientos del EIA-422 para las aplicaciones del IEC (International Electrotechnical Commission), en el cual el *transmisor* usa el manejador EIA-422. El estándar NMEA aún requiere el uso de una entrada opto-

aislado para un uso más general, para que se pueda mantener compatibilidad con el equipo existente.

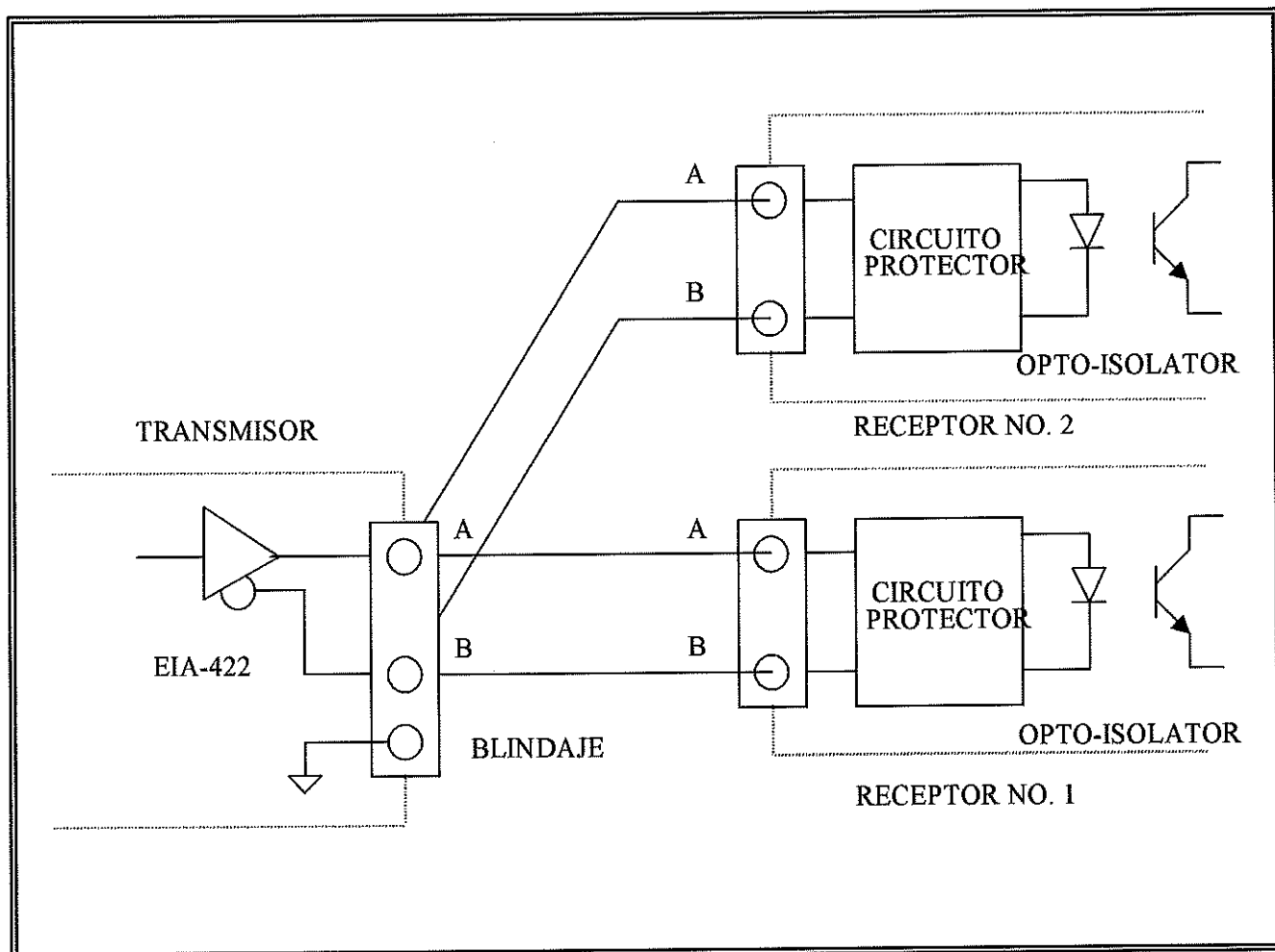


Figura 8 Interfase Eléctrica NMEA 0183

1.3.4. FORMATO DE DATOS

El formato del mensaje de transmisión del estándar NMEA 0183 es una cadena de caracteres ASCII a la cual se le llama sentencia. Cada sentencia, la cual no debe de exceder de 82 caracteres, empieza con el caracter ASCII "\$" y termina con los caracteres ASCII <Carry Return> y <LineFeed>. Además de los caracteres antes mencionados, la sentencia cuenta o está formada por campos. El primer campo es el *campo de dirección*, le sigue el *campo de datos* y por último el *campo de asterisco*. Este último campo es opcional, lo que quiere decir que puede ser transmitido por el *transmisor* o no. Los campos son separados o delimitados por comas, excepto en el *campo asterisco* en el cual, entre este y el anterior campo (campo de dato) no existe una coma. Si un campo de datos no se encuentra disponible, el campo es omitido, pero las comas que lo delimitan se siguen transmitiendo sin ningún espacio entre ellas. A continuación se dará el formato de la sentencia:

\$<campo de dirección>,<campo de datos>,<.....>
<.....>,<campo de datos><campo de asterisco><CR><LF>

Existen dos tipos de sentencias permitidas: *sentencias aprobadas*, donde el significado de cada campo está definido por el estándar y *sentencias propietario* donde el contenido de los campos está determinado por cada fabricante. El tipo de sentencia se determina en el primer campo (campo de dirección). Las sentencias propietario siempre empiezan como "\$Pxxx", donde xxx representa un código único de tres caracteres asignado a cada fabricante y donde el resto de la sentencia está definida por este.

La *sentencia aprobada* se define, como ya se mencionó, en el primer campo o campo de dirección y tiene el siguiente formato:

Campo de dirección = xxxxx,

Los dos primeros caracteres del campo de dirección indican qué aparato electrónico marino envió la sentencia, a estos dos caracteres se les llama *identificador del transmisor*.

Algunos *identificadores del transmisor* más comunes son:

GP Receptor GPS.

Receptor Loran-C.

OM Receptor de Navegación Omega.

II Instrumentación Integrada.

TR Transit SATNAV.

A Autopiloto (magnético).

HC Magnetic Heading Compass.

RA Radar.

SD Depth Sounder.

VW Mechanical Speed Log.

Los siguientes tres caracteres dicen cuál es la sentencia que se está enviando, los cuales se conocen como *identificador de sentencia*. Esta define los campos de datos restantes.

Bajo el estándar NMEA 0183 los campos de datos son definidos particularmente para cada tipo de sentencia, algunas de estas sentencias son:

GGA Global Positioning System Fixed Data.

GLL Geographic Position Latitude/Longitude.

GSV GPS Satellites in View.

La sentencia que se utiliza en este proyecto de tesis es la GLL, ya que proporciona los datos necesarios. Se puede utilizar otra como la sentencia GGA, pero esta proporciona

más datos de los que se ocupan para este caso o proyecto como por ejemplo: la altitud, el número de satélites observados, calidad de la posición, etc. A continuación se muestran las sentencias GLL y GGA donde se pueden observar sus diferencias.

SENTENCIA GLL

```
$GPGLL,3723.274,N,12158.341,W,161229,A*2C<CR><LF>
```

Tabla 1 Sentencia GLL

Ejemplo	Nombre	Descripción
\$	Inicio de Sentencia	
GP	ID de Transmisor	Talker GPS
GLL	ID de Sentencia	Sentencia GLL
3723.274	Latitud	37 grados 23.274 minutos
N	Indicador N/S	N = Norte o S = Sur
12158.341	Longitud	121 grados 58.341 minutos
W	Indicador E/W	E = Este o W = Oeste
161229	Tiempo UTC	Posición tomada a 16:12:29 UTC
A	Estatus	A = Dato Válido V = Dato No Válido
*2C	Campo Asterisco	
<CR><LF>	Fin de Sentencia	

SENTENCIA GGA

\$GPGGA,123519,4807.038,N,01131.324,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M,,*42<CR><LF>

Tabla 2 Sentencia GGA

Ejemplo	Nombre	Descripción
\$	Caracter de Inicio	
GP	ID del Talker	
GGA	ID de la Sentencia	
123519	Tiempo UTC	Posición tomada a 12:35:19 UTC
4807.038	Latitud	48 grados 07.038 minutos
N	Indicador N/S	N = Norte o S = Sur
01131.324	Longitud	11 grados 31.324 minutos
E	Indicador E/W	E = Este o W = Oeste
1	Calidad de la Posición Fija	0 = Invalido 1 = Fijo GPS 2 = Fijo DGPS
08	Número de Satélites Usados	Desde 0 a 12
0.9	HDOP	Horizontal Dilution of Position
545.4	Altitud	Sobre el Nivel del Mar
M	Metros	Metros
46.9	Height of Geoid	
M	Metros	
Campo Vacío	Tiempo en segundos desde la última actualización del DGPS	
Campo Vacío	Número ID de la estación DGPS	
*42	Campo Asterisco	
<CR><LF>	Fin de la Sentencia	

Concluyendo, *el campo de dirección* proporciona la identificación del *transmisor* así como la identificación de la sentencia. Los subsecuentes campos que serían los *campos de datos* que proporcionan la información requerida, dependiendo de cada sentencia, y

finalmente se encuentra el *campo asterisco* el cual, como ya se mencionó, es opcional.

Consiste de un asterisco “ * ” y dos digitos hexadecimales los cuales representan la OR EXCLUSIVA de todos los caracteres entre el caracter “\$” y “*”, pero sin incluir a estos.

CAPITULO II

SISTEMA DE RADIOTELEFONIA CELULAR

2.1 INTRODUCCIÓN.-

Como ya se vio anteriormente los receptores GPS, son sistemas receptores pasivos, lo cual quiere decir que solo reciben y no transmiten. Para el proposito de este proyecto de tesis, es necesario añadir un sistema de comunicacion con el cual se pueda transmitir las coordenadas de posicion. El sistema de comunicacion seleccionado, es *el sistema de telefonía celular*. Las razones de utilizar este sistema de comunicación es por que tiene una gran cobertura, puede ser utilizado por muchos usuarios y es el sistema de comunicacion inalambrica más comun.

2.2 EL SISTEMA CELULAR

Hasta la llegada de los teléfonos celulares, los anteriores sistemas de radioteléfonos móviles incluyendo el IMTS (Improved Mobile Telephone System), trabajaban de la misma manera. En el automóvil se tenía un radio transmisor / receptor y en el punto central del área de servicio se tenía otro más poderoso, el cual era operado por la compañía telefónica a la cual se estaba suscrito. La central se podía conectar a las líneas de telefonía regular o alambrica, por lo que un subscritor de telefonía móvil podía comunicarse con un usuario de telefonía normal y viceversa. Una sola área o ciudad

disponía de un solo transmisor / receptor. El transmisor del sistema IMTS tenía un intervalo de 20 a 25 millas. Cuando se alejaba de la antena central, la señal en ambos sentidos, se volvía débil y ruidosa, además de que la mayoría de las veces era difícil mantener una conversación. Por otra parte si se encontraba en una área con múltiples servicios de telefonía móvil, era muy probable que su conversación fuera interrumpida por otros usuarios. Aunado a esto, se tenía restringida el área de servicio a la que se estaba suscrito. Sin embargo, el servicio celular funciona de manera distinta, en vez de tener un solo transmisor de gran potencia, para cubrir el área de servicio, el sistema celular divide esta área en un número de pequeñas celdas de unas millas de diámetro (Estas celdas son circulares por la naturaleza de las señales de radio, pero son representadas por hexágonos por que es más fácil ver o mostrar donde empieza o termina una celda). Cada célula tiene su central o estación base, donde se localiza su antena para transmisión / recepción. Todas las células que pertenecen a un sistema en particular están conectadas al MTSO (Mobile Telephone Switching Office), el cual los conecta al sistema de telefonía convencional. Cuando un usuario se aproxima al límite de una célula su llamada se transfiere a la célula donde puede tener mejor transmisión / recepción.

Algunas ventajas del sistema celular respecto a sus antecesores es que se puede asegurar que siempre se tendrá una señal fuerte, dado el limitado rango de las transmisiones celulares significa que no habría interferencias de otros sistemas, y finalmente si se satura el servicio en una área o célula se puede dividir en nuevas células.

El sistema celular se puede dividir en varios bloques los cuales son:

1. MTSO (The mobile telephone switching office).

2. Area Celular (un sistema que tenga múltiples sitios celulares).
3. Terminal Celular (Un teléfono celular).

Los principales objetivos que fueron enunciados para el sistema de radiotelefonía celular son:

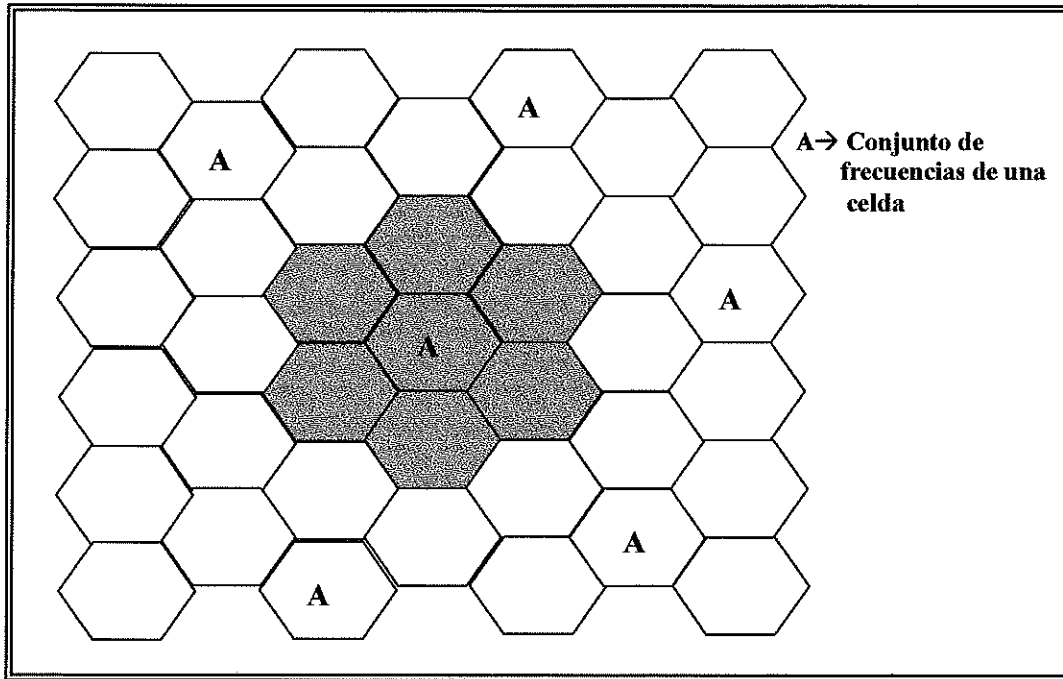
- Capacidad para atender un gran número de usuarios.
- Un uso eficiente del espectro electromagnético.
- Capacidad de cobertura a nivel nacional.
- Amplia capacidad de acceso.
- Capacidad de adaptación al crecimiento de la densidad de tráfico.
- Servicio a vehículos y teléfonos particulares.
- Servicio de telefonía normal y servicios especiales.
- Calidad del servicio telefónico.
- Accesible a diferentes tipos de usuarios.

Para cumplir con estos objetivos, se desarrolló el concepto celular, cuya principal característica se basa en el concepto de reuso de la frecuencia, subdivisión de celdas, y transferencia de llamada.

2.3 REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIA

Como se dijo anteriormente en los sistemas celulares el área donde se presta el servicio, se divide conceptualmente, en un conjunto de polígonos llamadas celdas o células, donde cada una tiene su propia estación base (BS) que se encarga de recibir o transmitir hacia o desde los móviles. La BS puede colocarse en el centro o en las esquinas, en el primer caso la BS utiliza antenas omnidireccionales y en el segundo caso, se utilizan antenas

direccionales con un ancho del lóbulo de radiación de 120°. En el primer caso, se utilizan en ciudades pequeñas por su bajo costo, en cambio en el segundo caso se utilizan en ciudades grandes porque tiene más diversidad y permite menor interferencia entre canales de la misma frecuencia. A cada celda se le asigna un número fijo de canales, puesto que cada BS cubre nominalmente una celda; el grupo de canales asignado a cada celda puede usarse en otra celda cuando están separadas por una distancia adecuada. Esta técnica se conoce como reutilización de frecuencia y determina una de las características esenciales de los sistemas celulares. La reutilización de frecuencias puede ocasionar que se tenga interferencia entre canales de la misma frecuencia; para controlar este defecto se puede definir el parámetro D como la distancia mínima entre celdas que utilizan el mismo grupo de frecuencias. Valores grandes de D implican valores menores de interferencia entre canales que utilizan la misma frecuencia. Las celdas forman un bloque natural alrededor de una celda de referencia, tomada como centro. En este bloque se utiliza todo el conjunto de canales disponibles. En la siguiente figura 9 se muestra un bloque de siete celdas ($N = 7$). El número de canales por celda es entonces $S = C / N$.



La Figura 9 Células

2.4 SUBDIVISIÓN DE CELULAS

Se tiene un número de canales disponibles C y se divide en N conjuntos sin embargo, es posible que el tráfico en la celda pueda llegar a exceder la capacidad de los S canales de la celda. Para poder atender este tráfico, la celda se subdivide de tal manera que la celda original contenga ahora varias celdas de menor tamaño, como se muestra en la siguiente figura 10.

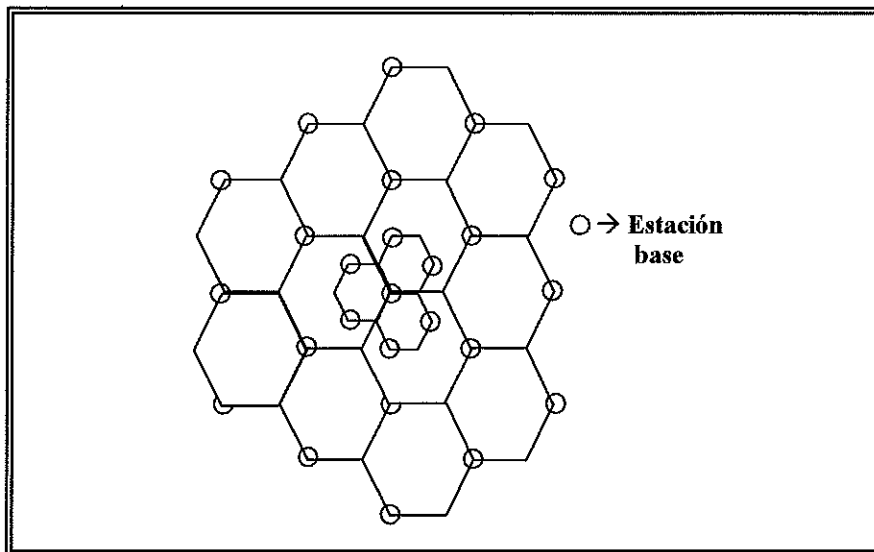


Figura 10 Subdivisión de Células

De esta manera, mediante la reducción del área de cada celda, la subdivisión de celdas permite al sistema ajustarse al crecimiento de la densidad de tráfico espacial demandada (llamadas simultáneas por unidad de área) sin incrementar el espectro que se utiliza. Mediante la técnica de rehuso de la frecuencia y subdivisión de celdas se ha logrado que

los sistemas celulares puedan atender un gran número de clientes en una área grande usando un ancho del espectro relativamente pequeño.

2.5 TRANSFERENCIA DE LLAMADA ENTRE CELDAS

Como ya se ha mencionado, en los sistemas de radiotelefonía móvil celular, el área de servicio se divide en zonas de menor tamaño a las que se llaman celdas. Un móvil que esté conectado puede trasladarse por toda el área de servicio y su conexión no debe de interrumpirse. Para lograr esto, cada vez que el móvil pasa de una celda a otra (figura 11), la llamada debe transferirse de la estación base perteneciente a la celda que esta sirviendo actualmente al móvil, a la estación base de la celda a la que esta pasando.

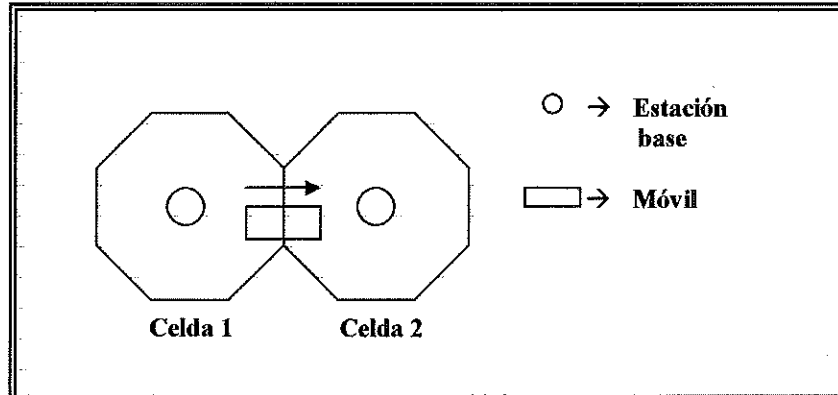


Figura 11 Transferencia de Llamada

El propósito de la transferencia de llamada, es el de asegurar que una señal a ruido adecuada durante todo el lapso de la llamada. Además, el mecanismo de transferencia de llamada, tiene un efecto pequeño en la interferencia entre los canales de la misma frecuencia, puesto que esta se controla principalmente por la separación física de las celdas que utilizan el mismo grupo de frecuencias. Esto se cumplirá si el algoritmo de

transferencia de llamada permite confinar a los móviles que sirve una estación base dentro o alrededor de las fronteras de la celda asociada. Es por esto que en un sistema ideal de radio telefonía móvil, se debe tener un poco de traslape entre celdas (área atendida por dos o más celdas) y la transferencia de llamada debe realizarse solo una vez en la frontera de las celdas. Lo anterior es también importante, porque cada transferencia de llamada ocasiona una interrupción en la comunicación de alrededor de varios cientos de milisegundos. Aunque en principio este procedimiento es adecuado, debido a las grandes variaciones que sufre la intensidad de campo que recibe el móvil, no es fácil cumplir con el objetivo anterior. Debido a esto se han desarrollado varios algoritmos para realizar transferencias de llamada.

Los algoritmos para la realización de transferencia de llamada deben funcionar con base en las mediciones hechas en el ancho de banda de voz y sin interrumpir la conversación. Esto minimiza el número de canales de control y no interrumpe la conversación. Además, por razones económicas, es deseable que el móvil no tome parte activa en las mediciones.

Es posible determinar la frontera de las celdas realizando mediciones de la intensidad de campo recibida, puesto que se conoce probabilísticamente como varía la intensidad de campo en función de la distancia, puede determinarse esta última de los valores que tome la primera. La exactitud de esta estimación depende de la variación que tengan las zonas de oscurecimiento de una region en particular. Una ventaja que tiene este método es la de que errores en la estimación tienden a mejorar la relación señal a ruido.

2.6 ESPECTRO DE FRECUENCIA CELULAR

Las frecuencias usadas por los teléfonos celulares van de los 824 - 894 MHz, con un hueco o vacío entre 851 y 869 MHz que es usada por otros servicios de comunicación. Las frecuencias asignadas para la telefonía celular fueron divididas en dos bandas, cada banda es subdividida en dos juegos de bloque adyacentes A y B.

En cada área de servicio celular, se intenta que sea servida por dos compañías, una el servicio "wireline" (La compañía normal de telefonía) y el servicio "nonwireline" (La cual está involucrada en otros servicios de comunicación). Un bloque es asignado al servicio nonwireline (el servicio A) y el otro al servicio wireline (el servicio B). La banda baja (824 - 849 MHz) es usada por los teléfonos móviles y la banda alta (869 -894 MHz) por la estación base de la célula como se observa en al figura 12.

Existen 832 frecuencias permitidas por el FCC (Federal Communications Commission) para el uso celular, cada servicio el de "wireline" y "nonwireline" son asignados para usar la mitad de ellos.

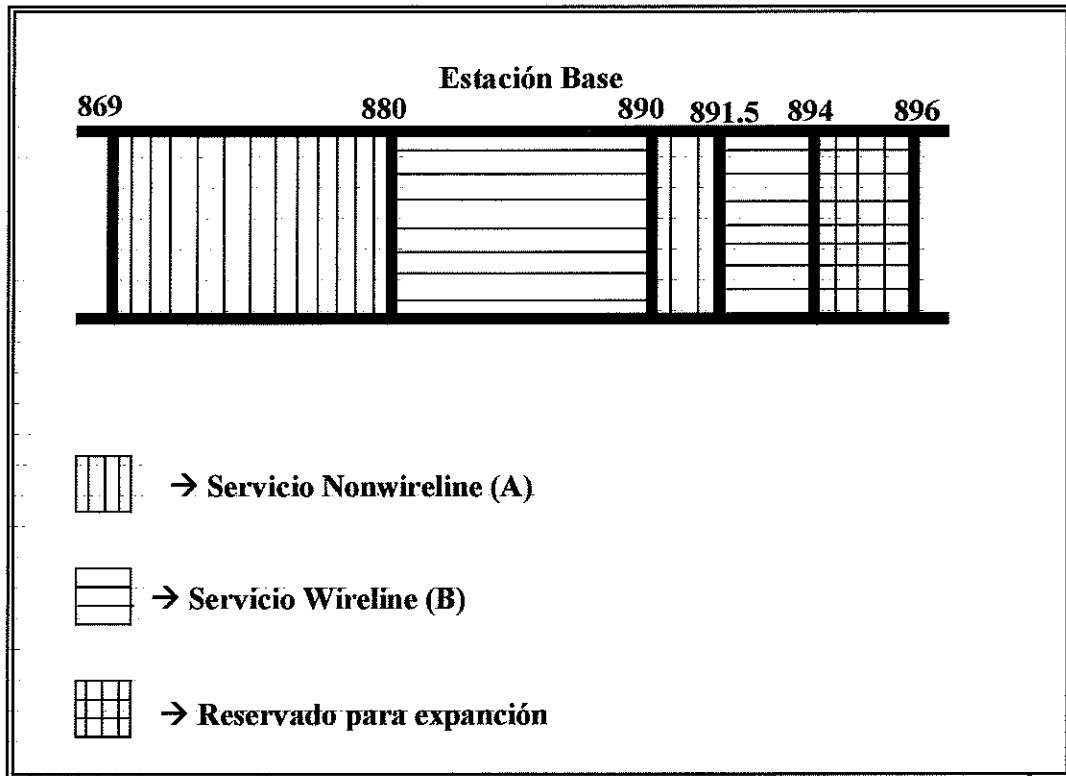


Figura 12 Banda Alta

2.7 NÚMERO DE SERIE ELECTRÓNICO

Una de las funciones más importantes del MTSO, es la verificación del número de serie electrónico (ESN). A cada fabricante se le asigna un código de tres dígitos los cuales vienen siendo los tres primeros dígitos del número serial electrónico (ESN) de once dígitos. A cada teléfono celular se le asigna su propio y único ESN. Cuando un suscriptor celular quiere hacer una llamada o va a recibir una llamada, el MTSO primero reviza su base de datos para determinar si el suscriptor es válido.

2.8 MÓDULO DE NUMERO ASIGNADO

Una de las partes más interesantes e importantes del teléfono celular es un pequeño circuito integrado, llamado NAM (Numeric assignment Module). El chip NAM es programado, usualmente por la compañía de servicio celular, para que contenga la información que identifica al teléfono cuando se desea hacer una llamada o se va a recibir una llamada de la compañía de servicio celular. Una vez que se programa la NAM, no puede ser cambiado a menos que se tenga el equipo apropiado. La información incluida en la NAM es el número de serie del equipo (teléfono celular) y el número de teléfono asignado. La computadora en la estación base y el MTSO usan esta información para identificar a un suscriptor cuando llame o le llamen y también para llevar la cuenta.

2.9 ROAMING

Para que los teléfonos celulares sean comercialmente prósperos o exitosos, necesitan operar en cualquier ciudad con servicio celular, la mayoría de las compañías han hechos arreglos entre ellas para proporcionar a sus abonados o suscriptores servicio cuando viajen a otras ciudades. Cuando un suscriptor de servicio celular viaja a otra ciudad y usa una compañía diferente de servicio celular se le llama "roaming". Mientras se está en ciudades extranjeras, la compañía recolecta el cobro del uso del servicio celular por el roamer y lo envía a la compañía local del suscriptor celular. Los cobros aparecen en el recibo al final del mes del usuario.

En áreas geográficas donde existe mucho tráfico de roamers, una técnica llamada verificación dinámica es usada. La compañía intercambia los datos ESN para asegurar que los roamers sean subscriptores válidos.

CAPÍTULO III

COMUNICACIÓN SERIE Y MODEMS

3.1 COMUNICACIÓN SERIE

3.1.1 INTRODUCCIÓN

Para que dos dispositivos de cómputo puedan comunicarse, éstos deben de conectarse de tal manera que las señales eléctricas de uno, puedan ser recibidas por el otro. La comunicación entre dos dispositivos se puede conseguir de dos formas: en forma directa, con cables conectados entre ellos o en forma indirecta, utilizando un medio intermedio. Este medio es generalmente el sistema de telefonía pública, y en este caso los modems (MODuladores DEModuladores) son usados para convertir las señales de una terminal, en señales adecuadas para que puedan ser transmitidas a través de las líneas telefónicas y después convertirlas de regreso a las señales iniciales en la otra terminal. Los modems se conectan a las terminales o computadoras a través de una conexión serie.

Existen diferentes tipos de conectores y sockets para conectar cables a los dispositivos seriales. Los conectores más comunes son los conectores tipo D de 9 y 25 pines (algunas veces referidos a DB-9 y DB-25).

3.1.2 EL ESTÁNDAR RS-232-C

Para poder hacer que los equipos de diferentes compañías puedan ser compatibles, varios estándares fueron diseñados. El estándar más usado es el RS-232-C, publicado en 1969

por EIA (Electronic Industries Association). El estándar RS-232-C fue originalmente escrito para especificar las conexiones entre las terminales y modems, especificar las características eléctricas de los circuitos entre los dos dispositivos y también les da nombre y número a las líneas o pines.

Se observa en la figura 13 la línea 2 la cual es conocida comúnmente como TXD (Transmitted Data). De acuerdo con el estándar RS-232-C, la línea 2 lleva los datos de la terminal (también llamada computadora) al modem. Para que esto funcione correctamente, la terminal (PC) debe de transmitir o mandar datos por la línea 2 y el modem debe de recibir también datos por la línea 2. Por lo tanto la línea 2 es la línea de transmisión para algunos dispositivos o aparatos y es la línea de recepción para otros. Como se ha visto los dispositivos se dividen en dos tipos, unos como las terminales (PC) los cuales usan el pin o línea 2 para transmitir y que son conocidos como DTE (Data Terminal Equipment) y dispositivos como los modems, los cuales usan el "pin" o línea 2 para recepción y son conocidos como DCE (Data Communication Equipment).

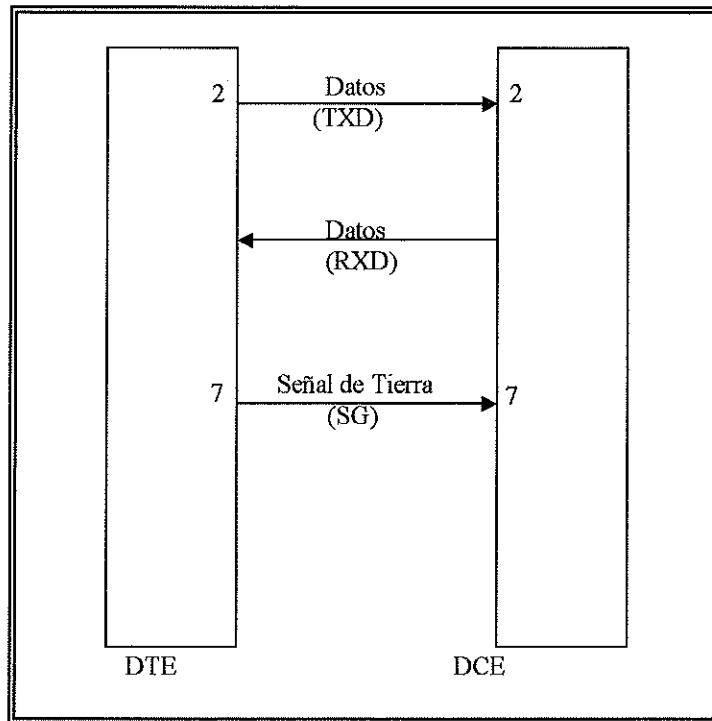


Figura 13 Líneas de Comunicación

Existen tres líneas o pines principales que son usados para establecer la comunicación: línea 2 (datos de DTE a DCE), línea 3 (datos de DCE a DTE) y la línea de 7, la cual es la señal de tierra o tierra simplemente, que sirve de punto de referencia común con el cual se puede determinar la polaridad y el voltaje de las otras líneas.

3.1.2.1 CONTROL DE FLUJO O PROTOCOLO

En muchos casos, es necesario para el aparato transmisor saber cuando el aparato receptor está listo para recibir la información (datos o caracteres). Por ejemplo: cuando una computadora le envía datos a una impresora y esta quiere que la computadora deje de enviarle datos o información, y que después continúe enviándole los datos o información.

Igualmente, cuando se quiere enviar datos de una computadora a otra y la segunda computadora no puede procesar los datos tan rápido como llegan. En ambos casos se debe de poder enviar una señal o información del aparato receptor al aparato transmisor para indicarle cuando puede enviarle datos y cuando no. Este tipo de señalización o información es conocida como *control de flujo* (Flow Control) o *protocolo*.

Existen dos tipos de handshaking: hardware y software. En ambos casos se involucran señales de regreso del aparato receptor al aparato transmisor.

3.1.2.1.1 PROTOCOLO DE HARDWARE

Con el hardware handshaking, el aparato receptor envía una señal de voltaje a través de una línea dedicada, cuando es positiva (la señal) indica que el aparato receptor está listo para recibir, y cuando es negativa le indica al aparato transmisor que debe de parar de transmitir datos o caracteres.

Cuando un aparato DTE está transmitiendo a un aparato DCE, el aparato DCE controla las transmisiones del aparato DTE utilizando la línea 6, conocida como DSR o Data Set Ready. Cuando esta línea tiene voltaje positivo, le indica al aparato DTE que puede transmitir y cuando es negativa le indica que pare de transmitir. Existe una segunda línea de protocolo, la cual es CTS o Clear To Send, también es usada por el aparato DCE, para controlar las transmisiones hechas por el aparato DTE. Esta segunda línea handshking utiliza el pin o línea 5.

Para el control de flujo de datos de un puerto DCE a un DTE, se puede utilizar la línea de protocolo DTR o Data Terminal Ready, esta utiliza el pin 20. La línea secundaria handshaking, la cual no siempre es usada, es la línea o pin 4 la cual es RQS o Request To Send.

3.1.2.1.2 PROTOCOLO DE SOFTWARE

El protocolo de software consisten en la transmisión de caracteres especiales a través de las líneas de datos(TXD el cual es la línea 2 y RXD el cual es la línea 3), en vez de usar una línea dedicada o handshaking.

Varios protocolos se han establecido para gobernar al software handshaking, el más común es XON / XOFF. Bajo este protocolo, el aparato receptor envía el caracter ASCII DC3 (19 decimal) al aparato transmisor cuando quiere que este deje de enviar caracteres, y envía el caracter ASCII DC1 (17 decimal) cuando quiere que la transmisión continúe.

En la práctica se emplea un buffer. El caracter DC3 se envía cuando el buffer está casi lleno y el caracter DC1 cuando el buffer esta casi vacío.

3.1.2.2 COMUNICACIÓN EN AMBOS SENTIDOS

El número mínimo necesario de líneas o pines para la comunicación en dos sentidos es de tres: una línea para cada sentido y la línea de tierra. La adición de una línea handshaking en cada dirección hacen un total de cinco. Si las líneas secundarias son añadidas, hacen un total de siete. Dos líneas adicionales son normalmente añadidas, las cuales permiten al modem darle más información a la computadora o terminal. Una es la línea o pin 8 la cual es CD o Carrier Detect, la cual es usada para indicar la presencia de la *señal portadora* (carrier signal) y la otra línea o pin es RI o Ring Indicator el cual está conectado al pin 22, que indica si el modem está siendo llamado por un aparato remoto, esta línea sería como el timbre de un teléfono. El número total de líneas ahora es de nueve como se observa en la figura 14

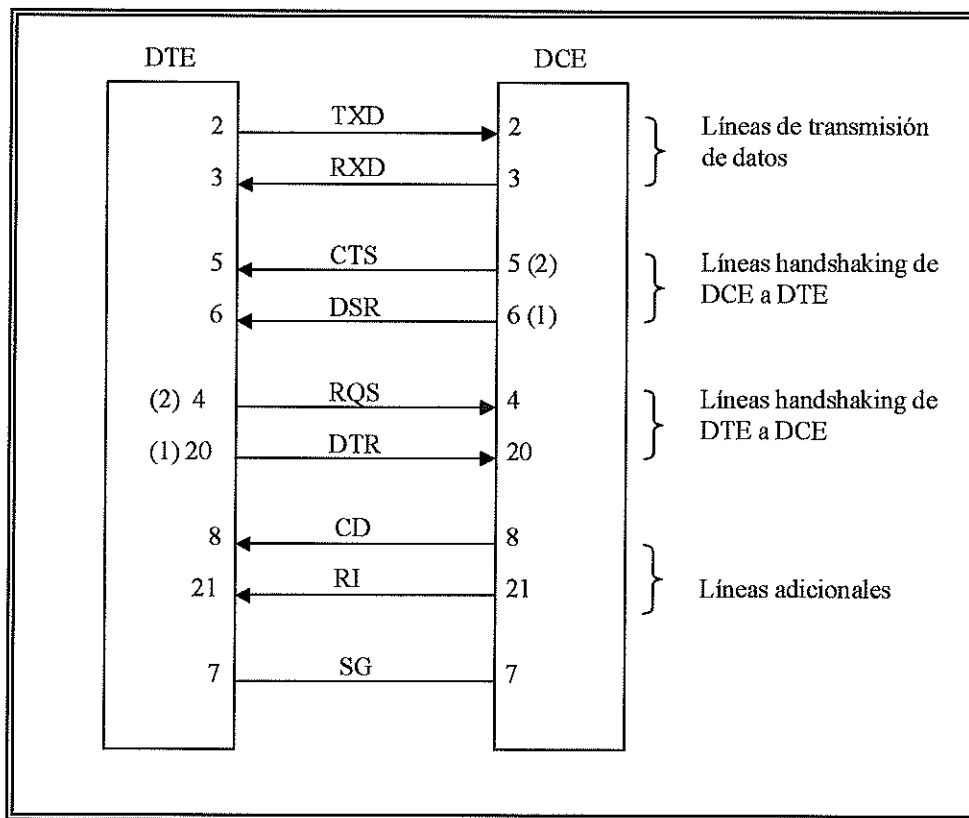


Figura 14 Líneas del RS-232-C

Por otra parte, muchas más líneas están definidas en el estándar RS-232-C, pero estas nueve son las más comunes y son las únicas que están normalmente conectadas a las computadoras. Esta es la razón por la que las computadoras normalmente usan conectores de nueve pines en vez de 25 pines, con el cual se puede utilizar el juego completo de líneas del estándar RS-232-C.

3.1.2.3 MODEM NULO

Como se ha mencionado anteriormente, el estándar RS-232-C fué diseñado originalmente para especificar las conexiones entre terminales las cuales son los DTE y los modems, los cuales son DCE. Sin embargo, se extendió a aplicaciones donde se realizan conexiones entre otros tipos de aparatos donde no se ha especificado si son DTE o DCE, como lo son las microcomputadoras e impresoras. Como no existe un estándar que indique que aparatos son DTE o DCE, es frecuente que se tenga que conectar dos aparatos que son DTE o DCE.

En este caso se debe de conectar el pin 2 del primer aparato al pin 3 del segundo aparato y el pin 3 del primer aparato al pin 2 del segundo aparato. Las líneas handshaking también se debe de cruzar de la misma forma. Las líneas o pines pueden ser cruzadas de dos formas: con un cable en el cual las líneas estén cruzadas o con un conector especial que conecta a ambas partes y realiza las conexiones cruzadas internamente. En cualquier caso el conector es llamado modem nulo (null modem), porque toma el lugar de dos modems (cada uno DCE) y permite que dos aparatos DTE puedan hablar o comunicarse entre ellos.

3.1.2.4 SEÑALES ELÉCTRICAS

El estándar RS-323-C fija las características de las señales eléctricas, usadas en las conexiones seriales directas. Solo se permiten dos estados: (ESPACIO) y (MARCA). En las líneas de datos (línea 2 y línea 3) un voltaje positivo (ESPACIO) corresponde a un 0 lógico y un voltaje negativo (MARCA) corresponde a un 1 lógico. En las líneas handshaking (DTR, DSR), un voltaje positivo (ESPACIO) indica que la línea está ON, lo cual significa “*que se pueden mandar datos*”, y un voltaje negativo (MARCA) significa que se debe de “*parar de mandar datos*”.

Los voltajes positivos (el estado “ESPACIO”), está entre +5 y +15 volts para las salidas (outputs) y entre +3 y +15 para las entradas (inputs). Esta diferencia es por la pérdida de voltaje, causada por la longitud del cable. El voltaje negativo (el estado “MARCA”) está especificado para estar entre -5 y -15 volts para las salidas (outputs) y entre -3 y -15 para las entradas (inputs). Nótese que si el cable es demasiado largo, los niveles de voltajes caerían por debajo de los niveles permitidos, además el efecto de la capacitancia parásita, afecta la calidad de la señal, distorsionándola cuando cambia de un estado a otro(de positivo a negativo o de negativo a positivo). El estándar RS-232-C no fué diseñado para ser usado en larga distancias, por lo cual 50 pies es generalmente considerada la distancia maxima usando un cable normal a una tasa de transmisión usual. Si los aparatos (terminales o computadoras) están demasiado lejos, un modem u otro medio de comunicación debe de ser usado. Otra opcion sería utilizar un repetido, el cual tiene el inconveniente de que se tendría que utilizar uno cada 50 pies lo cual seria incostiable para grandes distancias, pero costiable para distancias cortas.

3.1.3 FORMATO DE DATOS

Para que se pueda entender la transmisión de datos, primero se debe de entender como son manejados o manipulados dentro de una computadora. En el formato decimal, existen diez dígitos, del 0 al 9. En el *formato binario* existen solo dos dígitos, 0 y 1. Como se observa en la tabla 3.1, donde se observan los números decimales del 1 al 10 y su correspondiente número binario.

Tabla 3 Números Binarios y Decimales

DECIMAL	BINARIO
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010

Ambos casos representa el mismo número, solo que en diferente formato. Cada dígito binario, ya sea cero o uno, es conocido como **bit**, y ocho bits hacen un **byte**. Por consiguiente el rango de valores de un byte van desde 00000000 a 11111111 o desde 0 a 255 en decimal.

3.1.3.1 CODIFICACIÓN DE TEXTO

Los datos de texto (caracteres alfanuméricos, marcas de puntuación, etc) en una computadora, son representado por un número digital. Estos números normalmente van

desde 0 hasta 127 o desde 0 hasta 255. Como un *byte* tiene valores desde 0 a 255, se le asigna un byte a cada letra o marca de puntuación de los datos tipo texto.

Existen dos diferentes convenciones para convertir caracteres a números y viceversa. Uno es el EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code), el cual es usado en computadoras IBM, y el otro es el ASCII (American Standard Code for Information Interchange), el cual es usado en la mayoría de las computadoras.

La tabla oficial ASCII les dá números, entre 32 y 126, a los caracteres más comúnmente usados como son: números, letras, marcas de puntuación y a otros símbolos. Los números desde 0 hasta 31 y el número 127, tienen un significado especial como *retorno de carro*, *espacio* y otros caracteres que no se pueden imprimir o desplegar en pantalla.

Los códigos del 1 al 26 también pueden ser generados a través del teclado desde Ctrl-A hasta Ctrl-Z presionando la tecla Ctrl y la tecla con la letra apropiada. Algunos códigos se pueden generar al presionar las teclas dedicadas, como Tab por el código 9 o Return por el código 13. Algunos de estos códigos son mostrados en la tabla 4

Tabla 4 Códigos ASCII

#	Caracter	Descripción
0	NULL	Un método de deliberación que causa un retardo. Anteriormente con impresoras lentas era necesario enviar nulls después de cada retorno de carro para permitir a la impresora que regresara al inicio del siguiente renglón.
10	LF	Line feed (alimentación de línea).
13	CR	Carriage return (Retorno de Carro).
17	DC1	Device control 1 to 4: Cuatro códigos de reserva que son usados como se desee; frecuentemente son usados en software handshaking.
18	DC2	
19	DC3	
20	DC4	

3.1.3.2 CONVERSIÓN A FORMATO SERIAL

La mayoría de las computadoras guardan y manejan sus datos en forma paralela. Esto significa que cuando un byte es enviado de un lugar de la computadora a otro, no son enviados de un bit a la vez, sino varios bits a la vez sobre un número de líneas paralelas. El número de bits que se envían a la vez, varía de máquina a máquina, pero normalmente son 8 o múltiplos de 8.

Cuando la comunicación de una computadora hacia otro dispositivo o aparato se hace serialmente, quiere decir que los datos son enviados un bit a la vez sobre una sola línea, una interface debe de tomar los datos que son recibidos en paralelo y enviar cada bit individualmente. Esta interfase es un UART (Universal Asynchroous Receiver and Transmitter).

3.1.3.3 COMUNICACIÓN ASÍNCRONA

Una de las formas de transmisión es la comunicación asíncrona, la cual se explica a continuación. Como la mayoría de las veces los caracteres son transmitidos a intervalos de tiempo diferentes, no es posible para el aparato receptor, después de recibir un carácter, saber exactamente cuando llegará el siguiente carácter. Por este motivo es necesario poner bits extras antes y después de cada carácter para poder indicarle al aparato receptor el inicio y el final del carácter. Estos bits extras son conocidos como el *bit de inicio* y el *bit de parada*. Además otro bit, que es conocido como el *bit de paridad*, es algunas veces añadido para permitir la detección de errores. Este método es conocido como *comunicación asíncrona*.

En la comunicación serie asíncrona, cada carácter es enviado en un grupo que consiste de un bit de inicio, el propio carácter (byte de datos), un bit de paridad que es opcional y un bit de parada. Un ejemplo de transmisión de datos se muestran en la figura 15. Este proceso es conocido como *framing* (enmarcado).

Transmitiendo la letra A con 7 bits de datos, un bit de parada, y paridad par.

	Bit de inicio	Bit de datos	Bit de paridad	Bit de parada
Lógico	0	1 0 0 0 0 0 1	0	1
Espacio o Marca	S	M S S S S S M	S	M
Voltaje (+ o -)	+	- + + + + + -	+	-
Tiempo	→			

Figura 15 Transmisión de Caracter

El **bit de inicio** es siempre añadido al inicio del caracter, para avisar al aparato receptor que los datos están llegando, y para que este también pueda sincronizar el mecanismo que separa los bits individualmente. Este consiste de la transmisión de un 0 lógico o voltaje positivo según el estándar RS232-C.

Los estándares de comunicación serial, llamados *protocolos*, permiten la transmisión de diferentes longitudes de caracteres o palabras. Cuando el software de comunicación pide que se seleccione la longitud de la palabra, se está pidiendo la longitud del caracter que se desea enviar teniendose dos opciones 7 u 8 bits.

La verificación de la paridad, es un método para probar si la transmisión recibida es correcta. El aparato que manda la información (transmisor), añade el *bit de paridad*, el cual es calculado de acuerdo al contenido de los bits de datos. El aparato receptor verifica que el bit de paridad haga efectiva la correcta relación con los otros bits (bits de datos). Si el bit de paridad no es correcto, el caracter o dato recibido es erroneo y muchas veces se

debe a un error en la transmisión. Existen dos tipos de paridad: *paridad par* y *paridad impar*. La *paridad par* significa que la suma de todos los 1's del byte de datos junto con el bit de paridad debe de ser un número par, y la *paridad impar* es lo mismo pero la suma debe de dar un número impar.

En el final de cada trama o marco se envía la señal de parada. Esta consiste de 1, 1 1/2, o 2 bits. Los bits de parada forzan un pequeño intervalo entre los marcos. El o los bits de parada consiste en la transmisión de un 1 lógico el cual es igual a un voltaje negativo como se mencionó anteriormente. Siempre existe al menos un bit de parada, esto asegura que exista un voltaje negativo por al menos un periodo de tiempo entre dos marcos, con el fin de que el siguiente marco pueda ser reconocido por su bit de inicio el cual es positivo.

3.1.3.4 CONDICIÓN “BREAK”

Como se ha explicado, el estado de la línea de datos entre caracteres o tramas está normalmente en condición MARCA (voltaje negativo o 1 binario). Solo se encuentra en condición ESPACIO (voltaje positivo o binario 0) cuando una trama está empezando a ser transmitido. Si un dato o caracter consiste de puros ceros, con 8 bits de datos y con paridad par, entonces la condición ESPACIO (voltaje positivo o binario 0) se mantiene desde el bit de inicio, los 8 bits de datos y el bit de paridad lo cual harían 10 bits. La condición de ESPACIO terminaría cuando se llegue o alcance el bit de parada, el cual es negativo o condición MARCA. Con los 10 bits en estado ESPACIO (positivo), a una tasa

de transmisión de 150 bits por segundo, la duración del estado SPACE es de 1/15 segundos o 66.67 milisegundos.

Una condición ESPACIO más larga que la anterior, normalmente de 100 a 600 milisegundos, es usada como una señal especial conocida como *break*. La señal o condición *break* es usada como una equivalente de Ctrl-C de las computadoras. Esta condición interrumpe cualquier programa que se esté ejecutando y regresa al usuario al sistema operativo. Como el Ctrl-C, es muy útil cuando se quiere terminar con un programa que está en un ciclo infinito.

3.1.4 TASA BAUD

La tasa de *baud* (baud rate), es el número de símbolos transmitidos en un segundo. Los *bits por segundo* (bps) significan el número de dígitos binarios transmitidos en un segundo. Existe una diferencia entre los dos, pero son frecuentemente confundidos. Probablemente 200,000 gentes dirían que ellos tienen modems de 1200 bauds, y ninguno de ellos realmente tenga uno. Estos son en realidad modems de 1200 bps.

En conexión directa RS-232-C, la señal se encuentra en uno de dos estados (MARCA o ESPACIO) en cualquier momento, y el baud y el bps son iguales. Por otra parte cuando una señal es transmitida entre dos modems, esta puede estar en uno de varios estados. La longitud de la señal pudiera ser 1/600 segundos (600 bauds), pero como más de 2 bits de información pueden ser transmitidos en cada cambio de estado, la bps puede ser mayor que la baud, en este ejemplo, sería de 1200 bps.

3.2 MODEMS

3.2.1 INTRODUCCIÓN

Originalmente el sistema de telefonía fué diseñado para la transmisión de tonos o frecuencias de la voz humana. Este sistema no permite la transmisión de señales digitales (ondas cuadradas o pulsos) debido al ancho de banda, capacitancias parásitas y la resistencia del conductor que provocarían que la señal se atenuara y distorsionara. Para poder transmitir datos digitales a través de la red telefónica se utiliza un modem.

La función de un modem es la de transformar los datos seriales que provienen de una computadora en un formato adecuado para que puedan ser transmitidos a través del sistema telefónico y viceversa. Los modems son usados para transferir datos entre 2 computadoras que se encuentran distantes o donde la conexión directa no es posible. Básicamente lo que se hace es modular una portadora o tono que pueda transmitirse a través de la red telefónica(300Hz a3300Hz). Existen 3 formas simples de modulación las cuales son: *modulación por corrimiento de amplitud*, *modulación por corrimiento de frecuencia* y *modulación por corrimiento de fase*.

La modulación por corrimiento de amplitud FSK (*Frequency Shift Keying*), utiliza dos tonos o frecuencia que representan a un 0 y 1 digital. Para la comunicación en dos sentidos se utilizan 4 tonos. La segunda forma de modulación es la *modulación por corrimiento de amplitud* o ASK (*Amplitude Shift Keying*), este tipo de modulación solo utiliza un tono o frecuencia. Los 0s son representados por un nivel bajo de amplitud del tono o portadora y los 1s por un nivel alto de amplitud del tono o frecuencia. Los

modems no utilizan este tipo de modulación porque requieren más energía y son más sensitivos al ruido, pero es usada junto con la modulación de fase para tener una mayor tasa BPS. La tercera es *modulación por corrimiento de fase* o PSK (*Phase shift keying*). Este tipo de modulación utiliza el cambio de fase del tono o portadora para representar los niveles digitales. Como por ejemplo: la fase de 0° puede representar el estado logico 0 y la fase 180° representa el estado logico 1. Este tipo de modulación tambien permite más de dos estados permitiendo que más de dos bits puedan ser tranmitidos, por ejemplo: en vez de 0° y 180° que sean 0° , 90° , 180° , 270° , permitiendo que se transmitan 2 bits a la vez en vez de un bit. Existen más tipos de modulación que permiten que existan más estados por lo que se puede transmitir más bits en un solo estado.

3.2.2 ESTADOS DEL MODEM

El modem siempre se encuentra en uno dos estado, en *estado de mando* (command state) o en *estado de línea* (on-line state). Cuando el modem está en command state, se le pueden dar instrucciones desde la computadora (a través de la conexión serie entre el modem y la computadora), estos mandos son por ejemplo: marcar un número o contestar automáticamente una llamada. Estos mandos son enviados al modem pero no son transmitidos por la red telefónica.

Una vez establecida la comunicación con un modem remoto, el modem local entra en *estado de línea* y ya no trata de interpretar los datos que le son enviados, en vez de eso transmite los datos. Si la señal portadora se pierde, por ejemplo porque el modem remoto a colgado, entonces el modem local volverá a *estado de mando*. Es posible que el modem

retorne del estado *on-line* a *estado de mando* sin que tenga que desconectarse, solo se tiene que esperar un tiempo de guarada (por defaul es un segundo), después teclear o mandar el *comando escape* (por defaul es + + +) y esperar un segundo antes de enviar los datos que van hacer interpretados como mandos.

3.2.3 CÓDIGOS DE RESPUESTA DEL MODEM

Cuando el modem recibe un mando, él regresa un *código de resultado* (result code). Este código puede estar en forma de mensaje de texto o en un código binario (número binario). Si se está controlando el modem a través del software, el código numérico es más apropiado. Ahora si se está controlando a través del teclado, el mensaje de texto es preferible. La tabla 5 muestra los códigos de respuesta.

TABLA 5 Códigos de Respuesta del Modem

CÓDIGO DIGITAL	CÓDIGO PALABRA	SIGNIFICADO
0	OK	Comando executado
1	CONNECT	Conectado a 300 bps
2	RING	Señal de timbre detectado
3	NO CARRIER	
4	ERROR	Error en la linea de comando
5	CONNECT 1200	Conectado a 1200 bps
6	NO DIALTONE	
7	BUSY	
8	NO ANSWER	
10	CONNECT 2400	Conectado a 2400 bps

3.2.4 LÍNEAS DE MANDOS

Todas las líneas de mandos (command lines) empiezan con AT o at (no At o aT) a menos que se especifique otra cosa y termina con retorno de carro <CR>. El modem puede detectar la tasa baud, la longitud de palabra y la paridad desde estos dos caracteres.

Hay un amplio juego de mandos que le dice al modem que marque un número, los cuales son proporcionados por el manual que acompaña al modem. La tabla 6 lista un resumen de estos mandos.

Tabla 6 Comandos Hayes de Marcación

COMANDO	SIGNIFICADO
ATDT	Marcación usando Tonos
ATDP	Marcación usando Pulsos
,	Pausa entre los números de cada lado de la coma
ATT	Se usan Tonos por default
ATP	Se usan Pulsos por default
!	Transferir llamada
W	Esperar por un segundo tono de marcación
@	Esperar por uno o mas timbrados seguidos de 5 segundos de silencio
O	(Al final de la línea de comando) Regreso al estado on-line
;	(Al final de la línea de comando) Quedate en el modo comando después de ejecutar el comando
R	Llama un solo originado modem
/	Espera 1/8 segundos

Para marcar un número usando tonos, se teclea:

ATDP1234567<CR>

El modem marca el número y espera por la señal portadora. Si no se recibe la señal portadora durante cierto tiempo (por defaul 30 segundos), el modem cuelga y regresa un código de resultado de NO CARRIER.

Existen más mandos como se muestran en la tabla 7, la mayoría de ellos se explican por si solos. Se observa que los mandos desde ATS0 hasta ATS16 se refieren a los registros del modem. En estos registros se graban los parámetros con los cuales se configura al modem. Se puede poner un valor en un registro usando el mando ATS seguido del número del registro y el valor. Y si se quiere saber el valor que tienen estos registros solo se cambia el valor por el caracter "?".

Tabla 7 Comandos Hayes

Comando	Significado
ATH	Colgar
ATZ	Colgar e inicializar a los parametros iniciales
A/	Repetir el último comando
ATB0	Uso del Protocolo internacional
ATB1	Cambiar al Modo Bell
ATC0	Desactiva la Señal portadora
ATC1	Activa la Señal Portadora
ATE0	Desactivar echo a la pantalla
ATE1	Activa echo a la pantalla
ATF0	Desactiva Half Duplex
ATF1	Activa Half Duplex
ATL1-3	Ajusta el Volumen de la Bocina
ATM0	Apaga la Bocina
ATM1	Prende la bocina mientras está conectado
ATM2	Prende la bocina y la deja asi
ATQ0	Activa el código de resultados
ATQ1	Desactiva el código de resultados
ATV0	Desplega los códigos de resultados como dígitos
ATV1	Desplega el código de resultados como palabras
ATY1	Envia 4 segundos de la señal Break antes de desconectarse
ATY0	No envía ni responde a las señales Break
ATH1	Opera el relevador de línea y el relevador auxiliar del teléfono
ATH2	Opera el relevador de linea
ATS0-ATS16	Ajusta los registros del modem

3.3 MODEM CELULAR CDL 900

3.3.1 INTRODUCCIÓN

Como ya se ha mencionado, el sistema propuesto utiliza un modem celular. El modem celular que se propone es el CDL 900 que es fabricado por la compañía Standard Communications. Este modem se escogió porque trabaja bajo la infraestructura de la telefonía celular analógica (AMPS), el cual es el sistema de comunicación más común, además de ofrecer una juegos de mandos AT fáciles de usar.

El Cellular Data Link 900 o CDL 900 es una unidad que usa la red de telefonía celular AMPS para transmisión de datos. El sistema AMPS es el sistema celular en Norte América, Latino américa, Australia y parte de África. El AMPS no es compatible con el sistema GSM. Este tiene una interfase RS232 y soporta los mandos populares AT normalmente asociados con los modems.

Características del CDL 900:

- Utiliza la telefonía celular AMPS para la transmisión de datos.
- Usa un juego amigable de mandos AT.
- Interfase serial RS-232.
- Opción de control de flujo Hardware o Software.
- Incorpora el modo “Quiet Mode” el cual permite la comunicación con un sistema no-inteligente.

Por otra parte cualquier aplicación que ocupe la comunicación de datos, el DCL 900 puede ser usado. Algunas aplicaciones donde se ha utilizado la unidad DCL 900 es por ejemplo para sistemas de telemetría, medidores de gas /agua/electricidad, sistemas de localización de vehículos y cualquier sistema que tenga que ver con transmisión de datos.

Tabla 8 Especificaciones del Modem CDL900

Velocidad en el aire	hasta 9600 bps
Tasa DTE	300,1200,2400,9600,19200 57600 bps (interruptor de selección)
Compresión de datos y detección de error	MNP2-5, V42, V42bis, MNP 10
Potencia de transmisión	0.6 Watts
Alimentación	10-18 Volts CD @ 600ma
Interfase	RS 232 Asíncrono
Señales disponibles	TXD, RXD, CD, DSR, RTS, CTS, RI, DTR
Rango de Temperatura	0 a 70 grados C
Configuraciones y Opciones	Si

El paquete CDL900 incluye lo siguiente:

- La unidad CDL 900
- Antena
- El cable RS 232
- Manual

Antes de poder usar la unidad CDL 900, se necesita lo siguiente:

- Una computadora con un programa de comunicación serie.
- El número de identificación móvil (MIN) proporcionado por el proveedor del servicio celular. El MIN es el número del teléfono celular (Ver 2.6).
- Información del Sistema ID (SID), SID Identifica al proveedor de servicio celular.

Para registrar la unidad CDL 900 se tienen que seguir los pasos que a continuación se enumeran:

1. Contactar al proveedor de servicio celular.
2. Propocionarle al proveedor del servicio celular, el número ESN (Electronic Serial Number).
3. Informar al operador del servicio celular que la unidad es una unidad Analógica AMPS con una potencia de radiación de clase 3 (600mW de potencia).

El proveedor del servicio celular proporcionará la siguiente información:

- El número del móvil MIN.

- El sistema A o B.
- El SID (Sistema ID).

Inicializar y configurar la unidad CDL 900

El CDL 900 está configurado como DCE, y se comunica con una computadora a través del puerto serie. Observe el dibujo del CDL 900 en la figura 16.

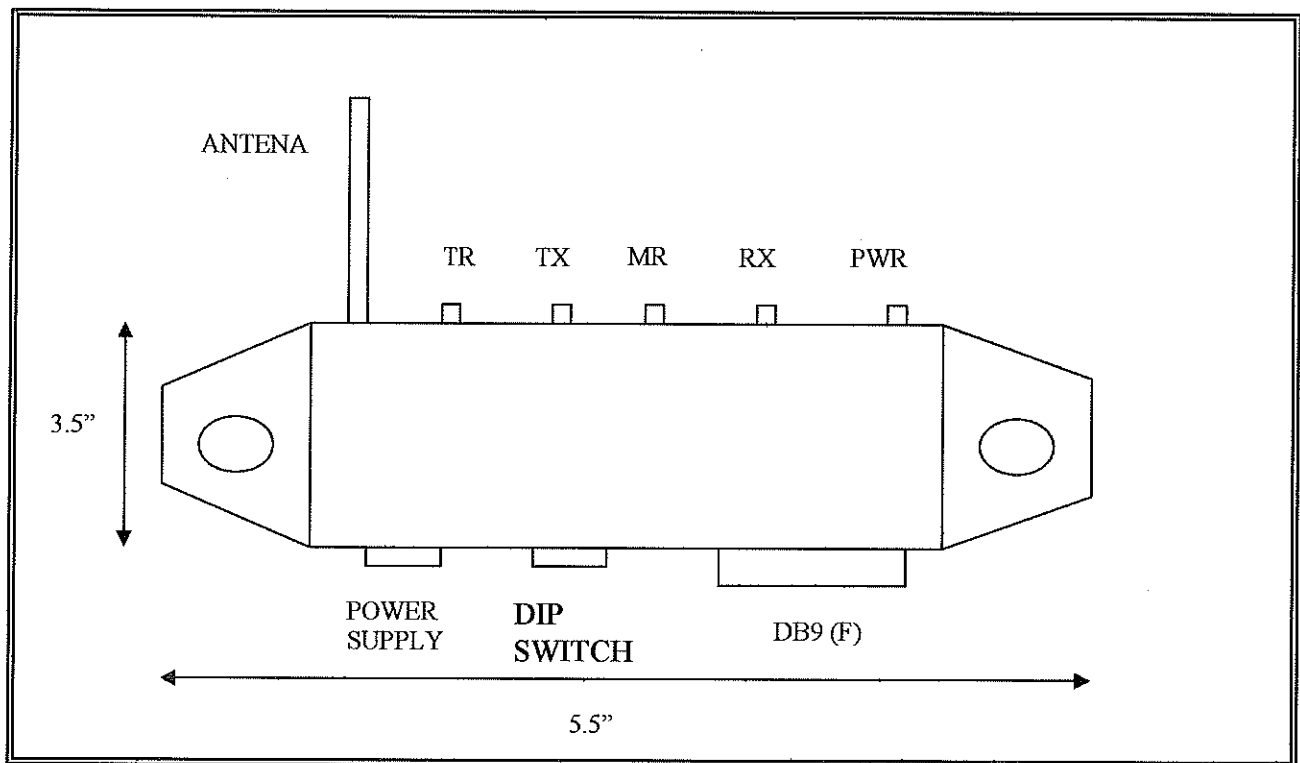


Figura 16 Modem Celular CDL900

3.3.2 CONFIGURAR EL MODEM CELULAR CDL 900

Para configurar el CDL 900 se deben realizar los siguientes pasos:

1. Teclar AT+TEST<CR>. La unidad responde OK

- a) Teclar AT+MIN= <el número MIN><CR>. La unidad responde OK
- b) Teclar AT+SID = <el número SID> <CR>. La unidad responde OK
- c) Teclar AT+SYS = 02 <CR> (El SID determinará el sistema preferido,

También llamado modo normal)

= 00<CR> (selecciona el sistema B solamente)

= 01<CR> (selecciona el sistema A solamente)

El CDL 900 no se tiene que configurar cada vez, la información anterior es grabada en memoria no- volatil.

Para terminar la configuración se deberá hacer lo siguiente:

- 1) Teclear AT + MODE = 02 <CR> La unidad está ahora activada para modo datos
- 2) Teclear AT + SER <CR> La unidad responde con SERVICE AVAILABLE

3.3.3 COMUNICARSE A TRAVÉS DEL MODEM CDL900

Para usar el CDL 900 para establecer comunicación con un modem , se debe realizar los siguientes pasos.

- 1.- Teclear ATDT XXXXXXXX <CR>

XXXXXXXX es el número telefónico del modem al que se quiere hablar.

Aproximadamente después de 30 segundos, el CDL 900 responde con un mensaje de CONNECT.

- 2.- Teclé la frase “Hola como estas”

La persona a la que se le está hablando deberá de ver el mensaje en su monitor.

- 3.- Ahora tu compañero deberá de teclear un mensaje y se deberá de ver en el monitor.

4.- Enter la *secuencia de escape* (Escape sequence) + + +

El modem responde con OK.

5.- Enter ATH0 <CR>

El CDL 900 responde con "No Carrier" indicando que la conexión se ha terminado (colgar).

6.- Dile a tu compañero que marque tu número (MNI).

El CDL 900 responderá con el mensaje "CONNECT" después de aproximadamente 30 segundos

7.- Se repiten los pasos del 2 al 5.

3.3.4 FORMATO DEL MANDO

El formato o las líneas del mando es una cadena de caracteres enviados desde el DTE (por ejemplo una PC) cuando la unidad está en estado Comando. Todos los comandos deben de cumplir con las siguientes reglas.

- Las líneas de comandos deben de tener un prefijo, un cuerpo y una terminación.
- Las líneas de comandos deben de empezar con una secuencia de caracter AT.
- Las líneas de comandos deben de terminar con Carriage return (CR).
- Se deben de usar o todas las letras mayúsculas o todas minúsculas.
- Cada comando debe de ser introducido por separado.
- El buffer comando tiene capacidad de 40 caracteres.

Tabla 9 Codigos de Respuestas del Modem Celular CDL900

Respuestas en Terse Mode	Respuestas en Verbose Mode	Significado
0	OK	Comando ejecutado sin errores
1	CONNECT	Conexión a 300 bps
2	RING	Señal RING detectada
3	NO CARRIER	Portadora perdida o nunca presente
4	ERROR	Comando inválido
5	CONNECT 1200	Conexión a 1200 bps
6	NO DIALTONE	Servicio celular no disponible
7	Busy	Ocupado
8	No Answer	
9	Connect 600	
10	Connect 2400	
11	Connect 4800	
12	Connect 9600	
13	Connect 7200	
66	Compression class 5	Conexión establecida MNP-5
67	Compression V42bis	
68	Not used	
69	Compression none	
76	Protocol: none	
77	Protocol: LAPM	
99	SERVICE UNAVAILABLE	Servicio celular no disponible
100	SERVICE AVAILABLE	Unidad lista para comunicarse

3.3.5 SECUENCIA DE ESCAPE

La secuencia de caracteres para la transmisión de el estado Online al estado Command es llamado secuencia de escape (escape sequence). Para el CDL 900 la secuencia de escape es + + +. El tiempo de intervalo entre los signos + deben de ser entre 250 mseg y 750 mseg. Cuando el CDL 900 recibe una secuencia de escape válida, el modem estará en estado command y responderá con OK.

3.3.6 COMANDOS AT

Esta sección describirá los comandos Atención (AT) básicos, usados para configurar el CDL 900 como se observa en la tabla 9. Estos comandos son un sub-grupo de los comandos usados en los típicos modems de alta velocidad. Una línea de comando es una cadena de caracteres enviados desde el DTE (usualmente una PC) mientras que el modem está en estado comando. Una línea comando tiene un prefijo, cuerpo y una terminación. Cada línea de comando debe de comenzar con la secuencia AT y debe de terminar con Carriage Return (CR). El modem empieza a procesar los comandos solo después de haber recibido la secuencia AT. Los comandos recibidos incorrectamente resultarán en una mensaje de error (ERROR), y los recibidos correctamente resultarán con un mensaje de OK en modo verbose, y en 0 en modo terse.

Tabla 10 Comandos AT del Modem Celular CDL900

COMANDO	DESCRIPCION
ATZ<CR>	Resets el modem
ATO<CR>	Vuelve a estado on-line. Est se hace después de que el estado de la unidad cambia desde el estado on-line a estado command. El comando ATO entonces pone de vuelta la unidad al estado on-line
ATDT XXXXXXXX<CR>	El modem celular marca un número
AT + TEST<CR>	Pone la unidad en modo TEST
AT + SYS = XX<CR>	Activa al sistema de preferencia SYS = 00 Activa la unidad solamente para El sistema B SYS = 01 Activa la unidad solamente para El sistema A SYS = 02 Es para modo normal. SID Determina su sistema de Preferencia. SYS = 03 es solamente para uso casero
AT + RSSI <CR>	Indica la fuerza de la señal recibida. Debe de ser mayor a -100dBm para tener una comunicación adecuada
AT + SER <CR>	Indica si el servicio está disponible o no
AT + MIN = XXXXX <CR>	Pone el número MIN. El modem responde con OK
AT + SID = XXXXX <CR>	Pone el SID. El modem responde con OK
AT + ID? <CR>	Muestra o despliega ESN, MIN, SID, información del sistema de preferencia

Los comandos AT + SYS, AT + MIN, AT + SID y AT + ID solo pueden usarse cuando el modem esta en modo TEST.

Nota: La información MIN, ESN, SID son guardadas en la memoria no volatil del modem celular. Estos no se tienen que configurar cada vez que se prenda el modem.

Para salir del modo TEST, ingrese (enter) AT + MODE = 02 <CR>.

CAPITULO IV

DISEÑO

4.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto de tesis es un *Sistema Localizador de Vehículos*, el cual utiliza dos sistemas ya existentes: un receptor GPS y la red de telefonía celular. Estos dos sistemas ya se han explicado anteriormente. Se pretende que este proyecto sea instalado en un vehículo para que pueda ser localizado cuando sea necesario. El funcionamiento general es básicamente el siguiente:

Por medio del receptor GPS el vehículo puede conocer su posición, la cual puede ser transmitida hacia una estación fija, utilizando un sistema de comunicación inalámbrico. El sistema que se propone utilizar, es el de la telefonía celular. Como se recordará, lo que se pretende transmitir son datos, por lo que se ocupa un modem celular. El modem celular que se propone es el DCL900 el cual ya se explicó. El vehículo puede ser monitoreado o localizado desde una estación fija, la cual puede ser una computadora conectada a un modem, que a su vez esté conectado a la red celular o a la red de telefonía normal. El sistema cuenta con un botón de presión (push botton) el cual es utilizado para transmitir una señal de alerta, permitiendo que se le pueda auxiliar rápidamente.

Se observa en la figura 17 el diagrama a bloques del *Sistema Localizador de Vehículos*. Básicamente se puede dividir el sistema en bloques o módulos. El módulo 1 es el receptor GPS; el módulo 2 es el modem celular CDL900; y el módulo 3, el cual es el microcontrolador que es el encargado de administrar el sistema, y dos fuentes de voltaje,

una para suministrarle alimentación al modem celular CDL900, y la otra para el microcontrolador.

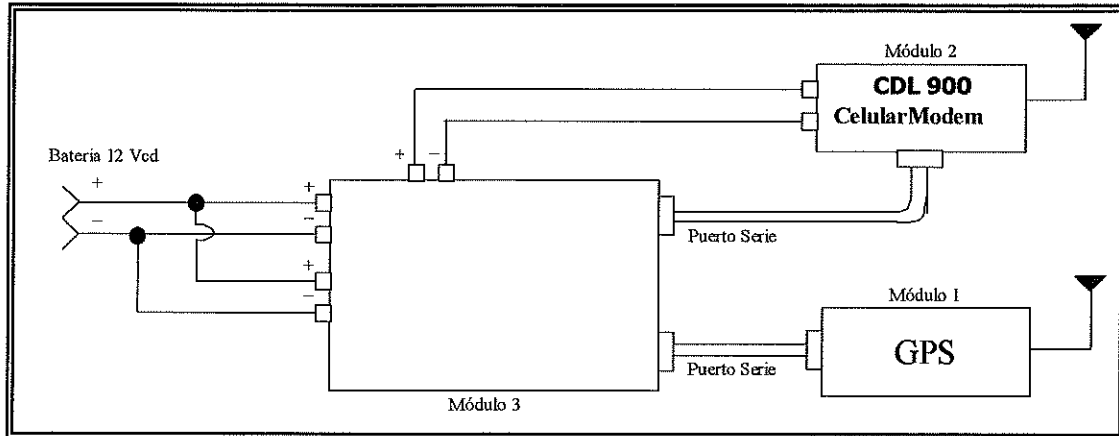


Figura 17 Sistema a Bloques

El módulo 1, como se observa es el receptor GPS, se encuentra conectado al módulo 3, a través de una conexión serie (RS-232). El receptor GPS calcula su posición a través de las señales de los satélites, y la transmite al módulo 3 (microcontrolador) utilizando la conexión serie.

El módulo 2 es el modem celular CDL900, el cual es utilizado para poder enviar datos y recibir datos o comandos a través de la red de telefonía celular. Este se conecta al módulo 3 (microcontrolador), utilizando una conexión serie (RS-232). Además se le debe de suministrar alimentación, lo cual lo realiza la fuente 1.

El módulo 3, a diferencia de el módulo 1 y el módulo 2, será diseñado y construido como parte importante de esta tesis. El módulo 3 consta de dos fuentes de voltaje, y el microcontrolador. Ya se ha discutido la función de las fuentes de voltaje, por lo que

procederemos a hablar de la función del microcontrolador. Este es el encargado de administrar al sistema, guarda los datos enviados por el GPS, controla al modem celular, y envía los datos a través del modem celular. En la figura 18 se muestra el diagrama del módulo 3.

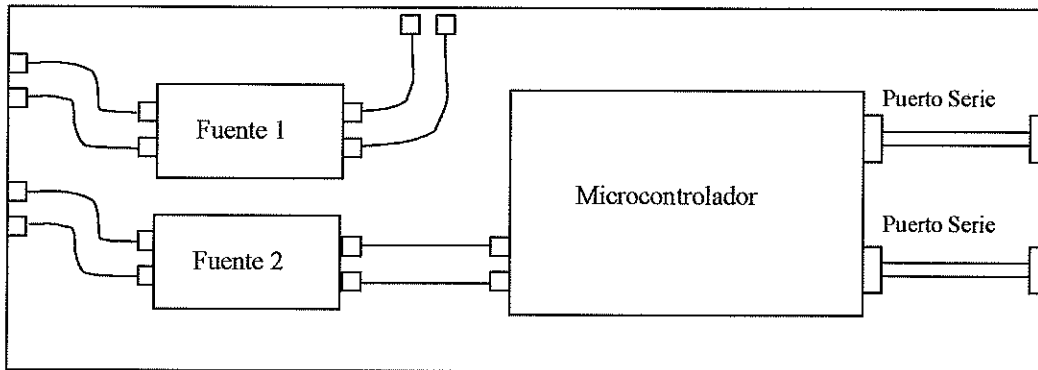


Figura 18 Modulo 3

Además del microcontrolador, el sistema consta de un latch, una memoria EPROM y un chip de comunicación serie o UART. La razón es porque se requieren dos puertos de comunicación serie y el microcontrolador solo consta de un puerto serie. También se le añadieron acopladores optoelectrónicos para proteger a los módulos entre sí.

4.2 DISEÑO DEL HARDWARE

En esta parte se describirá los circuitos o hardware encargado de administrar y controlar al sistema localizador de vehículos. La parte fundamental de la administración del sistema es el microcontrolador, el cual es el 80C31. Este microcontrolador tiene un puerto serie, 2 timers, 2 interrupciones externas, 128 bytes de memoria RAM interna y no tiene memoria ROM interna. Como este microcontrolador no tiene memoria ROM, que es donde se graba las instrucciones o programas, es necesario agregarle un chip de

memoria ROM. Existen microcontroladores con memoria ROM interna, pero no se utilizaron en este proyecto. La razón es porque este proyecto es un prototipo y se tendría que estar modificando el programa varias veces, consecuentemente se tendría que grabar y borrar la memoria varias veces, por lo tanto es más práctico utilizar una memoria EPROM (que es más barato), que utilizar un microcontrolador con memoria ROM o EPROM interna. Este microcontrolador (80C31) es utilizado porque ya se conocía previamente y existe mucha información sobre él, además se tenía la infraestructura para utilizarlo, por ejemplo, ensambladores, compiladores, simuladores, etc.

Hasta el momento el diseño cuenta con el MC y un chip de memoria EPROM, pero para poder conectar o añadir la memoria EPROM, se necesita añadir otro chip el cual es el 74HC573. Este chip es el encargado de dividir las direcciones bajas (A0 – A7) de los datos (D0 – D7), ya que estos comparten las mismas líneas o bus; esto es, están multicanalizadas. El sistema se muestra en la figura 1 en anexos (el MC con la Latch y la EPROM).

Como se vió anteriormente el sistema requiere dos puertos serie, pero el MC 80C31 solo tiene uno, por lo que es necesario añadir otro. El puerto serie añadido es el chip PC16550D el cual es un UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter). A este chip se le referirá como UART. A parte de las conexiones normales como son los ductos de datos, direcciones y control, se conecta la línea de interrupción del UART (INT) a la interrupción externa 0 (INT0) del MC. Esto es para que el sistema funcione por medio de interrupciones y por lo tanto sea más eficiente. Entre estas dos conexiones se debe de

conectar un inversor, por que el UART esta normalmente en estado bajo (0) y al momento de mandar una interrupción, la activa con un nivel alto (1). La interrupción externa del MC debe de estar normalmente en estado alto (1) y se activa con un estado bajo (0). El chip que se utiliza es el 74LS04 el cual contiene 6 inversores, pero solo se utiliza uno. El diagrama queda como se muestra en la figura 2 de anexos.

El MicroControlador 80C31 tiene otra interrupción externa la cual es la Int Ext1. Esta interrupción es utilizada como control de pánico o auxilio. Esta interrupción está conectada a un botón de presión (push botton), al momento de presionar el botton, genera una interrupción y esta realiza una llamada de auxilio. El diagrama de este circuito se muestra en la figura 3 de anexos (interrupción de auxilio). Esta interrupción pudiera utilizarse para conectar una alarma que activara al sistema cuando esta se dispare por alguna actividad de robo. Como ya se vió el sistema tiene dos puertos series, los cuales son: el puerto serie del MC y el UART conectado a este. Ambos puertos manejan señales de salida y entrada de 0 a 5 volts, los cuales hay que convertir a +15 y -15 volts, que son los que maneja el estándar RS - 232. Para esto se ocupa un circuito de interfase RS - 232 el cual convierte las señales de 0 a 5 volts a +15 a -15 y viceversa. El circuito de interfase RS - 232 que se seleccionó es la configuración de max250/251 de la compañía Maxim. Esta configuración se utiliza en ambos puertos serie. Esta interfase es opto-aislada, esto es que las líneas de datos como la línea de tierra se encuentran separadas, es decir, no hay conexión fisica entre ellas. La razón de utilizar esta interfase es porque, como se recordará, el estándar NMEA 0138 recomienda que las conexiones entre dos aparatos que utilizen este estándar estén opto-aislado. También por que al no haber

conexión física entre las líneas de transmisión, se impide que se induzca ruido ni que se afecten mutuamente. Evidentemente el sistema se hace más costoso, pero al mismo tiempo más robusto. Resumiendo el sistema quedará como se muestra en la figura 4 de anexos (sistema completo).

4.2.1 MICRONCONTROLADOR 80C31

Para esta aplicación se utilizará el MC 80C31, el cual pertenece a la familia del MC 80C51. La única diferencia del MC 80C31 con el MC 80C51 es que el MC 80C31 no tiene memoria ROM interna, por lo que se le tiene que conectar externamente un chip de memoria ROM el cual contiene el programa que debe ejecutar el microcontrolador. Puesto que este sistema es solo un prototipo, es más fácil utilizar una memoria EPROM externa, ya que si se comenten errores o por alguna razón hay que hacerle modificaciones al programa, únicamente es necesario borrar y grabar nuevamente la memoria. Esta es una de las razones de utilizar el MC 80C31.

Las características del MC 80C31 son las siguientes:

- No tiene memoria ROM interna.
- Memoria RAM interna de 128 bytes.
- 2 Temporizadores o contadores.
- 1 Comunicación serie.
- 2 Interrupciones externas.

La arquitectura interna del MC 80C31 tiene las siguientes características:

- El CPU de 8 bits con los registros A (acumulador) y el B ambos de 8 bits.
- Dos registros de 16 bits Program Counter (PC) y Data Pointer (DPTR).
- El registro de banderas y selección de bancos, de 8 bits Program Status Word (PSW).
- El registro Stack Pointer (SP) de 8 bits.
- Sin memoria Rom interna.
- Memoria Ram interna de 128 bytes:
 - 1.- 4 bancos de registros, con 8 registros cada banco.
 - 2.- 16 bytes, los cuales pueden ser direccionados a nivel byte o por bit.
 - 3.- 80 bytes de memoria RAM para uso general.
- 32 pines de entrada/salida distribuidos en cuatro puertos de 8 bits; P0 – P3.
- 2 Timers / contadores de 16 bits : T0 y T1.
- Un registro de transmisión / recepción de comunicación serie full duplex: SBUF.
- Registros de control: TCON, TMOD, SCON, PCON, IP Y IE.
- 2 interrupciones externas y 3 internas.

La memoria RAM interna del 80C31, se muestra en la figura 19. Los registros y localidades de memoria pueden manejarse usando instrucciones software, las cuales son incorporadas como parte del diseño. Las instrucciones de programa pueden manejar tambien las localidades de memoria externa.

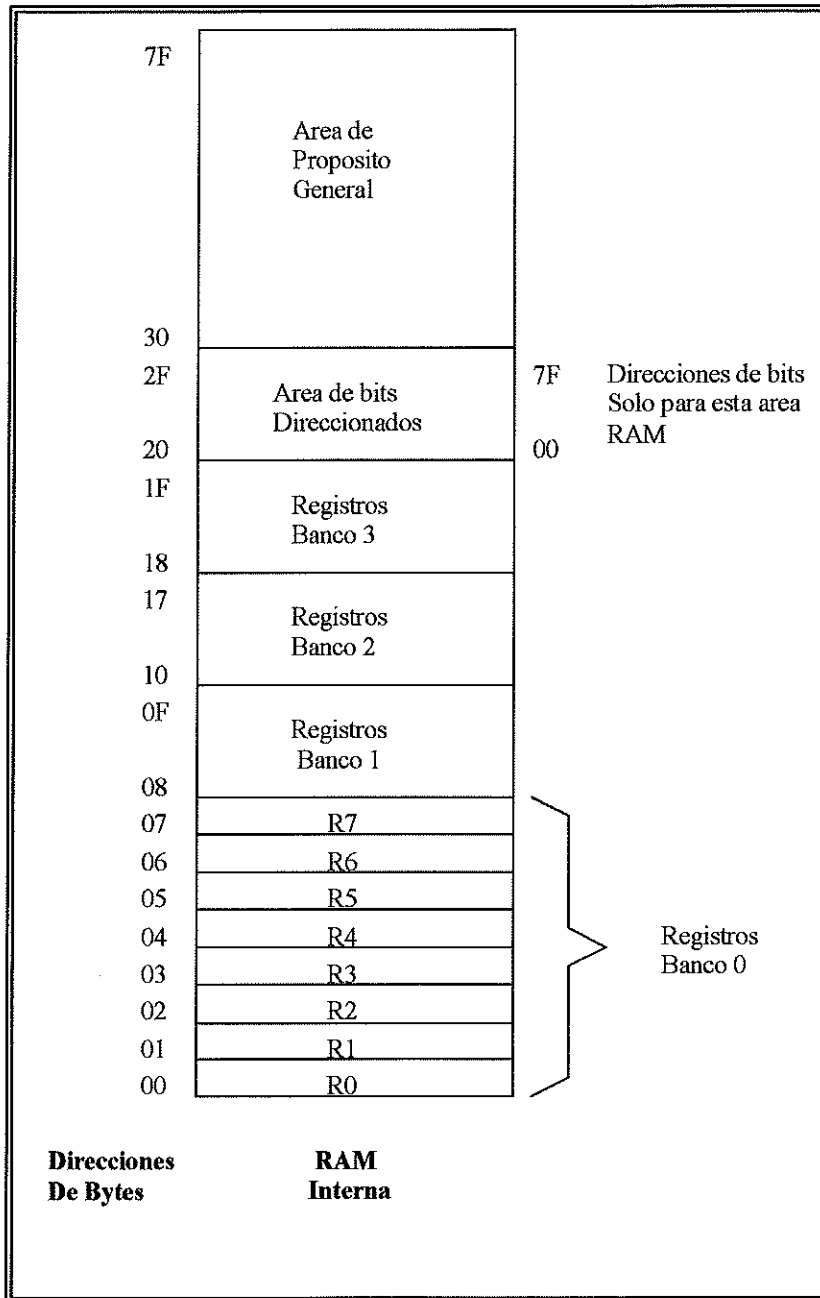


Figura 19 Mapa de Memoria RAM Interna

La mayoría de los registros tienen una función en especial, los cuales ocupan un bloque individual como un nombre simbólico como A o TH0 o PC. Cada registro con excepción del registro PC tienen una dirección interna asignada a cada registro. Algunos registros son también direccionados como bits. Esto quiero decir que se puede modificar un solo bit de ese byte sin tener que leer el byte completo. Las instrucciones software permiten acceder al registro por su dirección o por su nombre simbólico.

La figura 20 muestra el empaquetado del 80C31 en 40 pines DIP con sus nombres en cada pin. Como se observa en la figura muchos de los pines tienen más de una función, y no todas pueden ser usadas al mismo tiempo.

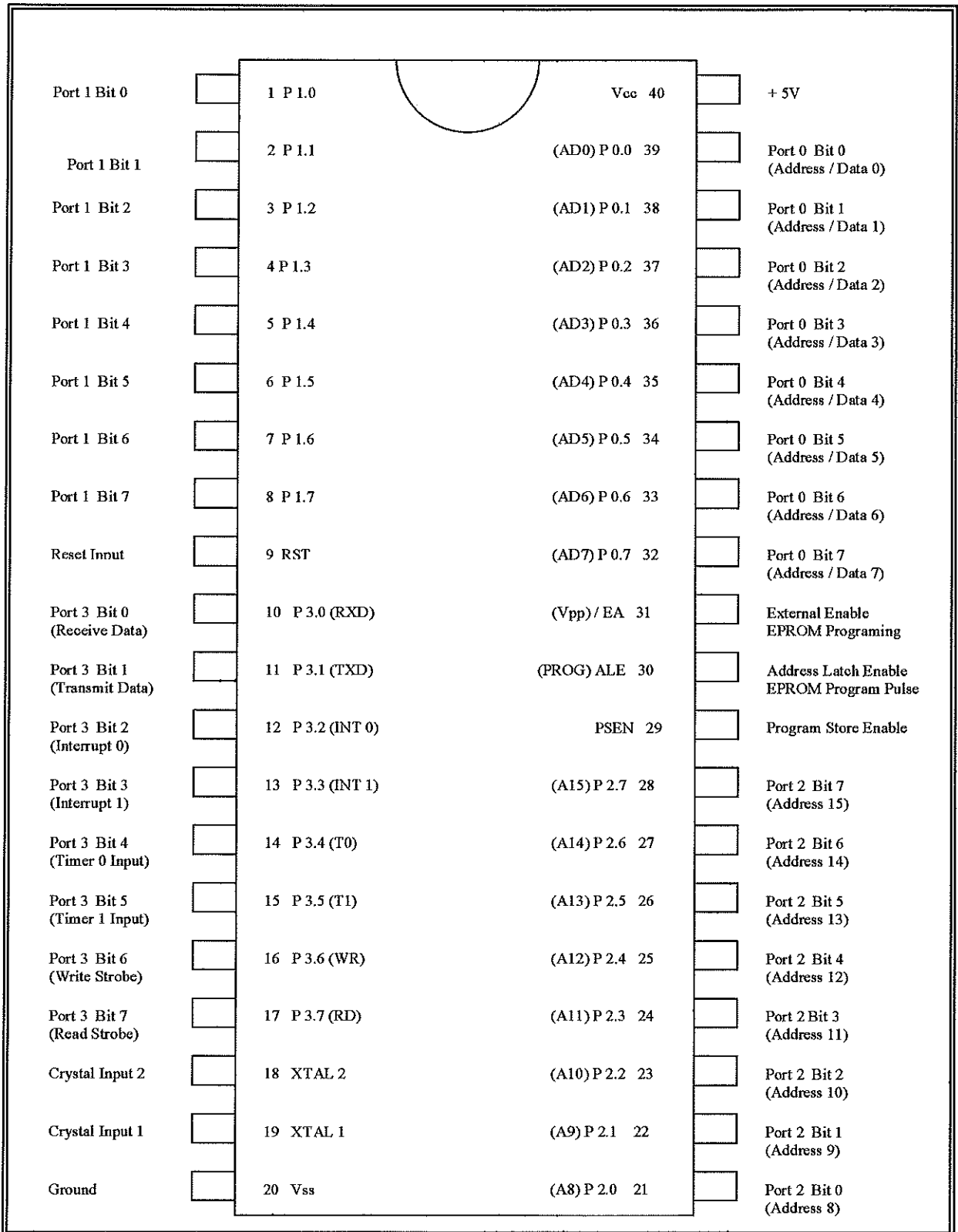


Figura 20 El Microcontrolador 80C31

4.2.1.1 REGISTROS DE FUNCIONES ESPECIALES

Los registros internos que no tienen su dirección entre 00h y 7fh son llamados Registro de Función Especial (Special Function Register-SFR), los cuales pueden ser direccionados desde 80h a ffh. Algunos registros SFR son también direccionado como bits, esta característica permite cambiar solo el bit que ocupa modificarse dejando los otros bits iguales. Los nombres de los registros SFR son mostrados en la tabla 10 con su correspondiente dirección interna RAM.

Tabla 11 Registros de Funciones Especiales

SPECIAL FUNCTION REGISTERS		
REGISTRO	FUNCION	DIRECCION (HEX) EN LA RAM INTERNA
A	Acumulador	0E0
B	Aritmético	0F0
DPH	Direcciona Memoria Externa	83
DPL	Direcciona Memoria Externa	82
IE	Control de Habilidad de Interrupciones	0A8
IP	Prioridad de las Interrupciones	0B8
P0	Input/Output Port Latch	80
P1	Input/Output Port Latch	90
P2	Input/Output Port Latch	A0
P3	Input/Output Port Latch	0B0
PCON	Power Control	87
PSW	Palabra de Estatus de Programa	0D0
SCON	Control de Puerto Serie	98
SBUF	Buffer de Datos del Puerto Serie	99
SP	Apuntador de Pila	81
TMOD	Timer/Counter mode Control	89
TCON	Timer/Counter Control	88
TLO	Temporizador 0 byte bajo	8A
TH0	Temporizador 0 byte alto	8C
TL1	Temporizador 1 byte bajo	8B
TH1	Temporizador 1 byte alto	8D

4.2.2 UART

El UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter) es un Circuito Integrado especialmente diseñado para manejar la comunicacion serie asíncrona. El UART tiene cuatro principales funciones:

1.- Convertir las señales paralelas (byte o caracter) que son utilizadas en un microcontrolador en señales serie para que puedan ser transmitidas hacia afuera del microcontrolador, y convertir las señales serie que entran al microcontrolador en forma paralela para que puedan ser procesados por el microcontrolador.

2.- Añadir los bits de inicio, parada y paridad a cada caracter o byte para que puedan ser transmitidos, y quitar estos mismos bits a los caracteres o bytes que se reciben.

3.- Asegurar que cada bit sea transmitido a la apropiada tasa baud. Verificar el bit de paridad en los bytes transmitidos y recibidos, y reportar cualquier error detectado.

4.- Activar las señales apropiadas de salida handshaking del hardware, y reportar el estatus de las señales de entrada handshaking.

El UART no se encuentra conectado directamente al socket del microcontrolador, porque los niveles de voltaje usados en la computadora (+5 – 0 Volts) son más bajos que los usados en transmisión serie (+15 - -15 Volts). Para esto se utiliza una interfase que convierte la señal de 0 a +5 volts, de +15 a –15 volts.

El UART que se utilizó es el PC16550D Universal asynchronous Receiver/Transmitter, este UART es fabricado por la compañía National Semiconductor.

La razón de utilizar este componente en particular, es por que fue el único que se encontro, suena incoherente pero es cierto. Actualmente la mayoría de los MC tienen incorporados uno o más puertos serie, esto provoco que los chips de comunicación serie tiendan a discontinuarse. Ahora la mayoría de los chips de comunicación serie que existén actualmente tienen una comunicación serie síncrona para interconectar al MC con ellos, y no paralela como se ocupa por interconectarlo con el MC que se utilizo. Es por esto de la utilización de este chip.

4.2.3 INTERFASE RS-232 OPTO-AISLADO

Como ya se vió, el MC se conecta o comunica con el receptor GPS y con el modem celular CDL900 a través de una conexión serie RS-232. Como existe una conexión metálica entre estos sistemas, pueden inducirse ruido mutuamente, como por ejemplo, el reloj del MC puede inducirle ruido a los otros sistemas por la línea de tierra, o los otros sistemas pueden inducirle ruido al MC. También fuentes externas pueden inducirle ruido a través del cable de comunicación serie. Una técnica para evitar que afecte el ruido inducido al sistema es el utilizar opto-acopladores. La interfase RS-232 que se utilizó es también opto-aislada, no solo de sus líneas de comunicación si no también de su tierra, evitando que exista conexión metálica entre los sistema y que se puedan inducir ruido mutuamente. La interfase RS-232 opto-aislada que se utilizó, está formada por los chips MAX250/251 fabricados por la compañía Maxim. Además de estos chips, se ocupan 4 opto-acopladores, 4 capacitores, un diodo y un pequeño transformador. Esta configuración permite una tasa de transmisión de hasta 19.2K baud. Además solo necesita una alimentación de +5volts, permitiendo que sea fácil integrarla a un

microcontrolador. Se utilizó por que permite opto-aislar las conexiones, además de que esta configuración es económica.

4.2.4 FUENTES

Se pretende que el sistema propuesto en este proyecto de tesis, se instalado en un vehículo o automóvil. Estos utilizan normalmente baterías de 12 volts, el MC utiliza una alimentación de +5Volts, por lo que es necesario utilizar un convertidor de DC-DC, para convertir 12 volts a 5 volts. El convertidor DC-DC que se utilizó es el MAX738A, de la compañía Maxim, tiene una salida de 5 volts @750 mA. Tiene una eficiencia del 85% a 96%. También se pretendía utilizar otro convertidor de DC-DC pero con una salida de 12volts, para que fuera conectado al modem celular DCL900. La razón de utilizarlo es para proteger al modem celular, ya que si se conecta directamente con la batería del vehículo podría tener problemas o dañarse, ya que la batería se encuentra conectada a más sistema. Simplemente al momento de arrancar el vehículo, existe variación del consumo de la corriente, y esta fluctuación podría causar problemas. Es por esto que no está de más añadir sistemas de protección para que el sistema sea más robusto y funcione perfectamente. El convertidor DC-DC que se pretendía utilizar es el MAX771 de la compañía Maxim. Tiene un voltaje de salida de 12 Volts @ 1A. La razón de utilizar estos componentes es su bajo costo y por que reúne las características deseadas.

4.3 DISEÑO DEL SOFTWARE

El programa en general debe de hacer lo siguiente: recibir los datos de posición del receptor GPS, guardarlos y transmitirlos a través del modem celular cuando se requiera. El programa también involucra el manejo y control del modem. Es importante hacer notar que el receptor GPS se conecta al puerto serie interno del microcontrolador y obviamente el modem celular se conecta al puerto de comunicación serie externo o UART. El programa fué diseñado para que utilizara o trabajara por medio de interrupciones, porque de esta manera el programa o sistema es más eficiente. Se utilizan todas las interrupciones del microcontrolador, a excepción de la interrupción de sobreflujo del temporizador 1, la se utiliza por la comunicación serie del microcontrolador para calcular la tasa baud. Las interrupciones utilizadas son:

1.- La interrupción externa 0. Esta interrupción es utilizada por el UART. Cuando este necesita atención se genera esta interrupción.

2.- La interrupción externa 1. Esta interrupción se encuentra conectada a un botón de presión (push botton) que al momento de presionarse, hace que el sistema se conecte para que después transmita su posición, alertando que se encuentra en peligro. Como se mencionó aquí se puede conectar la señal de salida de una alarma comercial que activará el sistema cuando se este llevando un robo.

3.- La interrupción de sobreflujo del temporizador 0, es utilizada para temporizar ciertos eventos. Estos eventos son basicamente llevar el tiempo de conexión y controlar los tiempos de respuesta, los cuales serán explicados más adelante.

4.- La interrupción serie. Esta interrupción se genera cada vez que la comunicación serie interna del MC a recibido o transmitido un byte.

Cada interrupción tiene asignada una subrutina, la cual será ejecutada cuando se ejecute la interrupción correspondiente. Por lo tanto se tiene un programa principal y cuatro subrutinas, una por cada interrupción. Antes de explicar cada programa o subrutina, se debe de explicar como se configuró o distribuyó la memoria RAM.

Dirección Hexadecimal	7F	Área de Pila
	7B	
	7	Área de Buffer out
	50	
	4F	Área de Buffer In
	25	
	24	Área de Bandera
	20	
	1F	Área de registros
	00	

Figura 21 Distribución de Memoria Ram

La memoria RAM está dividida en 5 áreas, como se observa en la figura 21, sobre explicar la utilización de las áreas de pila, banderas y bancos de registro 0-3. Las áreas de memoria de Buffer de Entrada y Buffer de Salida son utilizadas para guardar las sentencias GLL. El área de Buffer de Entrada es el área de memoria donde se guarda la sentencia GLL la cual es enviada por el receptor GPS, después esta sentencia se mueve al área de memoria de Buffer Salida, para que puedan ser transmitida a través del modem cuando se requiera. La razón de que se haga de esta forma es porque el programa funciona por medio de interrupciones, y como se utilizan dos subrutinas diferentes tanto para recepción como para transmisión, pudiera haber errores si las dos subrutinas utilizaran la misma área de memoria. La sentencia GLL se debe de mover del Buffer de Entrada al Buffer de Salida, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- 1.- Que no se esté recibiendo la sentencia GLL en el Buffer de Entrada.
- 2.- Que se haya recibido una nueva sentencia en el área de Buffer de Entrada.
- 3.- Que no se esté transmitiendo la sentencia GLL del Buffer de Salida.

Cuando se habla de la recepción y transmisión de la sentencia GLL, se refiere desde su primer carácter "\$" hasta el último carácter "<LF>". Recordando que la sentencia se recibe carácter por carácter. El diagrama de flujo queda presentado en el diagrama de flujo 1.

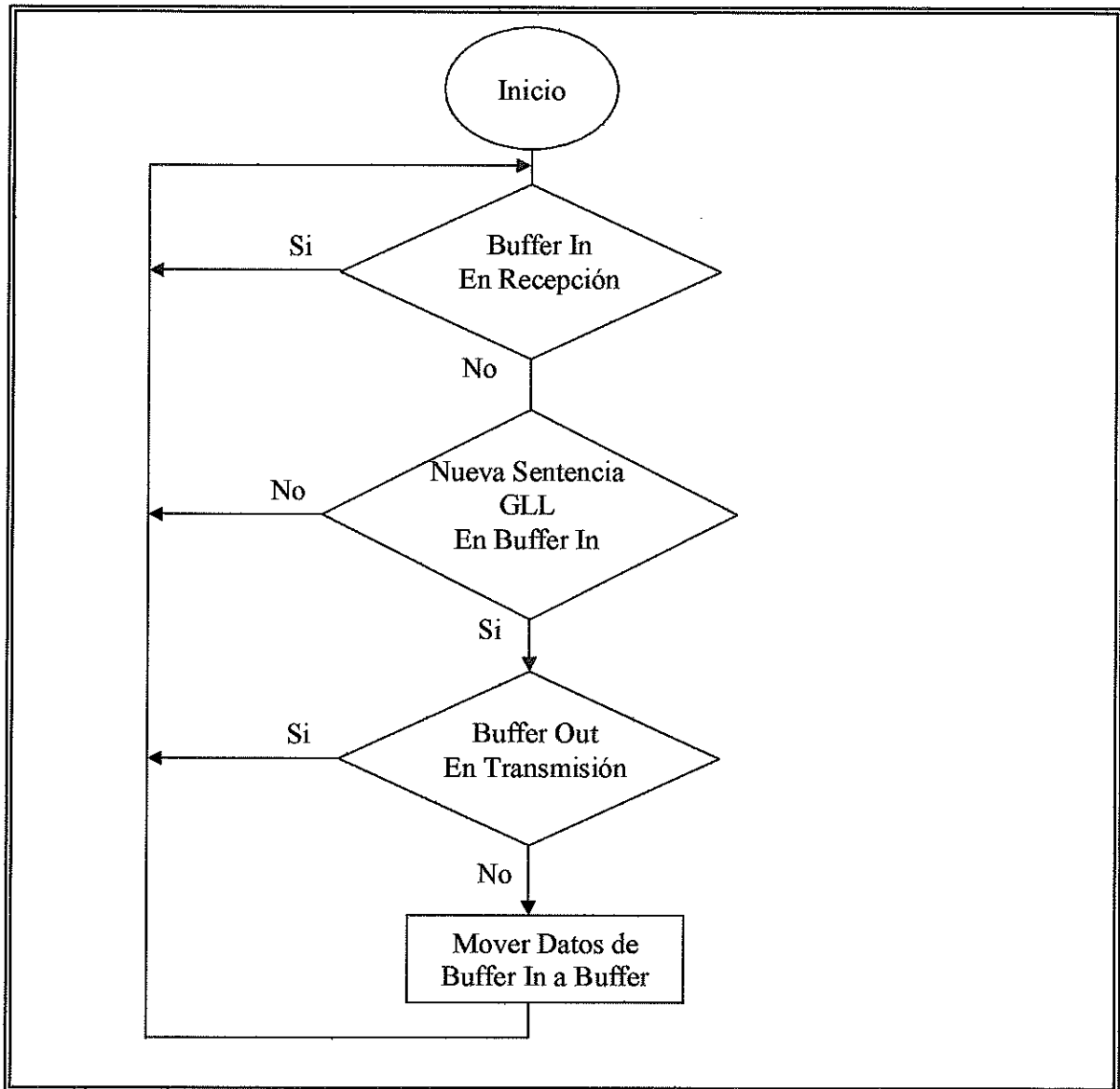


Diagrama de Flujo 1 Ciclo Principal

Como se observa el diagrama de flujo se encuentra ciclado y está constantemente revisando las condiciones para ver si puede mover la sentencia GLL de Buffer In a Buffer Out.

4.3.1 PROGRAMA PRINCIPAL

El programa principal se puede dividir en dos partes, la primera parte es la inicialización y configuración del sistema, que consta de: inicialización de los vectores de interrupción, inicialización de las banderas y configuración de los registros del MC, inicialización de datos en el área del Buffer Out, configuración de los registros del UART y por último la habilitación de las interrupciones.

La segunda parte del programa, es el diagrama de flujo que se vió anteriormente. Como ya se vió, el programa se encuentran un ciclo esperando cuando mover los datos del Buffer In a Buffer Out. Existen tres condiciones para poder hacerlo. A este ciclo se le pueden agregar mas condiciones que pueden ser verificadas por el MC como por ejemplo que se esté verificando el puerto 1, el cual hasta el momento no tiene nada conectado, para que esté monitoreando ciertos eventos externos. El diagrama de flujo queda como se muestra en el diagrama de flujo 2.

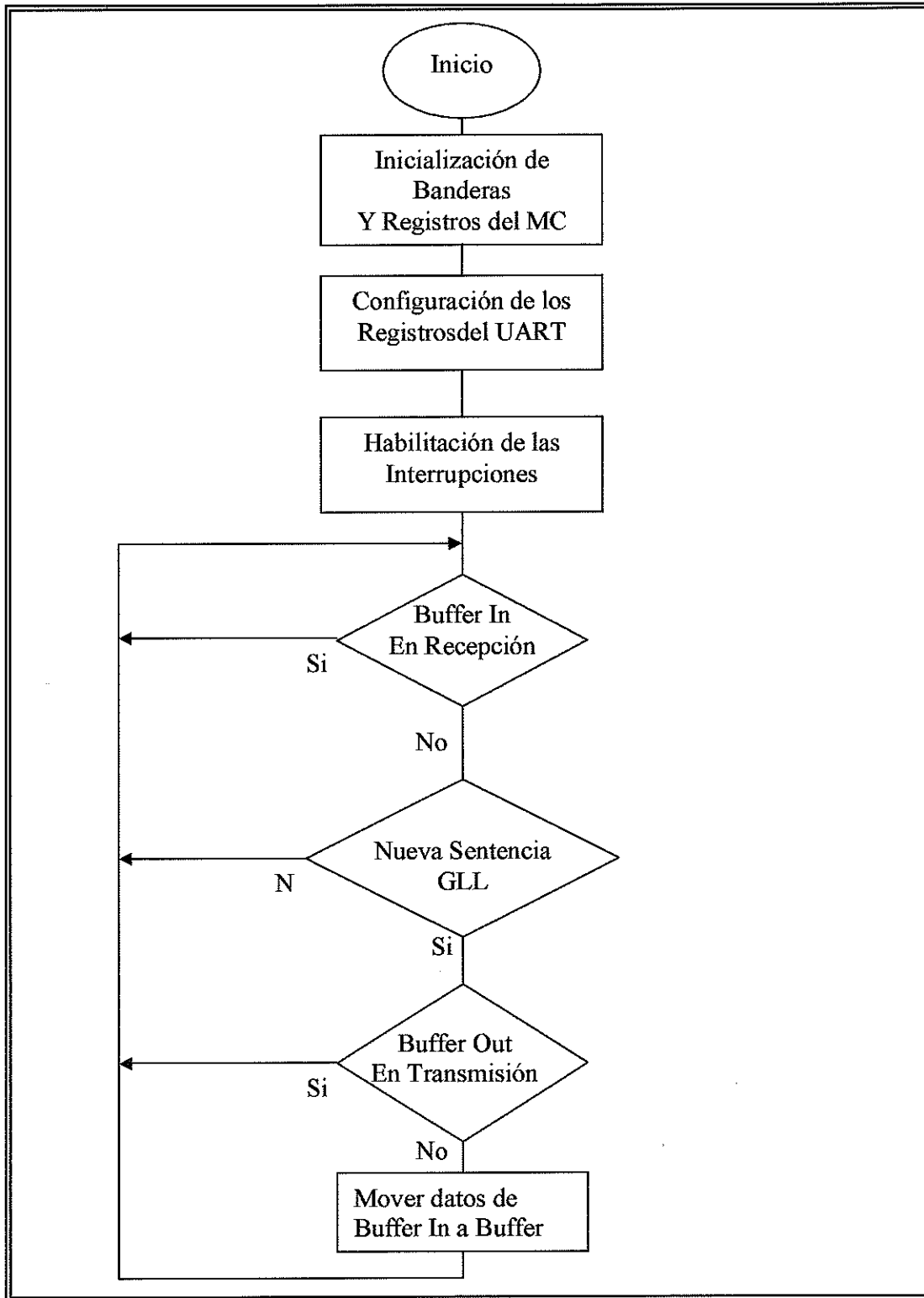


Diagrama de Flujo 2 Programa Principal

4.3.2 LA SUB-RUTINA SERIE.

Esta subrutina es ejecutada cada vez que se recibe o se ha transmitido un byte por la comunicación serie interna del MC. Este puerto de comunicación serie solo se utiliza para recibir, no se transmite nada hacia el receptor GPS. El programa funciona de la siguiente manera, cada vez que el programa se ejecute, que es cuando se ha recibido un byte, el programa verifica si es el caracter "\$", si es entonces quiere decir que es el inicio de la sentencia GLL, y se empiezan a guardar todos los caracteres subsecuentes hasta que se encuentra el caracter ASCII "<LF>", el cual es el caracter final de la sentencia GLL, o hasta que el área de Buffer de Entrada se encuentre llena. Si no es el caracter ASCII "\$" el programa no hace nada y se sale de la subrutina. Resumiendo, el programa básicamente esta monitoreando al caracter ASCII "\$", y cuando lo encuentra empieza a guardar los subsecuentes caracteres hasta que se cumplan las condiciones antes mencionadas, y este proceso se vuelve a repetir. El diagrama de flujo 3 queda de la siguiente manera.

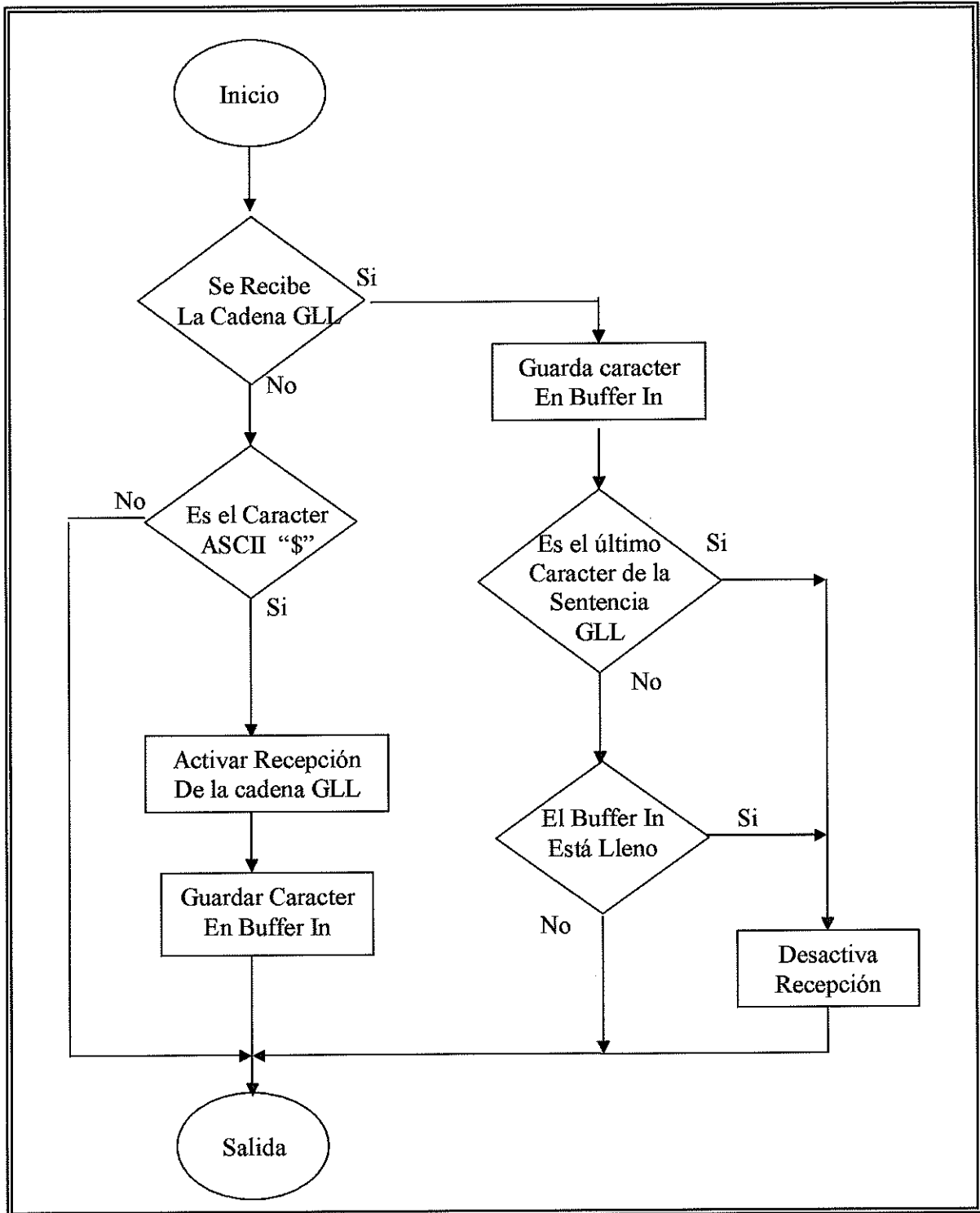


Diagrama de Flujo 3 Subrutina Serial

4.3.3 MANDOS DE CONEXIÓN Y DESCONEXIÓN DEL MODEM CELULAR CDL900

Las subrutinas restantes son la subrutina del UART, de la Interrupción Externa 1 (del push botton) y la del timer 0. Estas subrutinas se encuentran relacionadas entre si y su función es controlar al modem y transmitir la sentencia GLL a través de este. Antes de explicar el funcionamiento de cada subrutina, se debe de explicar los mandos que se utilizan para establecer la comunicación.

1.- Primeramente se debe de realizar la conexión con otra terminal remota, lo cual sería como marcar un número, para realizar esto se transmite un mando el cual es el siguiente: ATDTxxxxxxx<CR>, donde el xxxxxxxx es el número telefónico donde se quiere llamar. Esta sentencia se transmite caracter por caracter, por lo que se debe de controlar, también, el flujo de la sentencia. El modem puede responder con diferentes respuestas, como por ejemplo: *ocupado, sin contestar, sin tono de marcación, error o conexión*. Esta última respuesta quiere decir que se ha establecido la conexión con la estación fija o remota.

2.- Cuando se recibe la respuesta *connect*, por parte del modem celular se ha conectado con la estación fija, entonces se procede a la transmisión de información entre el MC y la estación fija. Existen dos formas de que termine esta conexión, la primera es que la estación remota se desconecte o cuelgue, si esto sucede el modem celular CDL900 le envía al microcontrolador la respuesta No Carrier. La segunda es que el modem se desconecte o cuelge, el cual se verá en el siguiente paso.

3.- En esta etapa se trata de que el sistema termine la conexión o cuelge, esto se realiza en dos pasos: primero el modem se encuentra en el estado de on-line y se debe de cambiar al

estado de mando, este paso se realiza transmitiendo los caracteres + + + con un retardo de entre 250mseg y 750mseg entre cada caracter. El modem debe de responder con un OK, si esto sucede el modem pasa al estado mando, pero la conexión todavía existe. El siguiente paso es de transmitir al modem el mando de colgar o desconectar el cual es: ATH0<CR> y el modem responde con no carrier. Al recibir este mando el sistema se ha desconectado.

Resumiendo los mandos para conectarse a través del modem celular con la estacion fija seobservan en la tabla 11.

Tabla 12 Comandos de conexion del Modem Celular

	Microcontrolador Comandos	Respuestas del Modem
Etapa 1 Secuencia de llamada	ATDT1778692<CR>	Connect
Etapa2 Sistema Conectado	Transmición de Datos	El modem en on-line
Etapa3 Secuencia de escape Secuencia de colgar	+ + + ATH0<CR>	OK NOCARRIER

Una vez visto los mandos para establecer la comunicación con la estación fija a través del modem celular se pasará a explicar como se diseñó el programa para el manejo de este. Para empezar el programa se dividió en tres partes. La primera para establecer la conexión, la segunda para la transmición y recepción de datos con la estación fija, y tercero para terminar la conexión.

Primera parte, establecer conexión

Existen dos maneras de que se pueda establecer la conexión entre el modem y la estación fija, una es que la estación fija inicie la conexión, si esto sucede el modem celular le envía el comando de respuesta *connect* al MC, diciéndole que está conectado con la estación fija. La otra forma es que el MC inicie la conexión, para hacer esto el MC le envía al modem la secuencia de llamada la cual es: `ATDT1778692<CR>`, y cuando el modem responde con *connect*, la conexión está establecida. El programa funciona de la siguiente manera: Primero el MC envía la secuencia de llamada y espera respuesta por parte del modem celular, si en 35 segundos no recibe respuesta por parte del modem celular, el MC vuelve a enviar la secuencia de llamada y se vuelve a esperar otros 35 segundos y así sucesivamente hasta que el modem responda. Si el modem responde al MC y su respuesta es *busy*, *no answer*, *no dialtone*, el MC espera 35 segundos y vuelve a mandar la secuencia de llamada. Si su respuesta es *connect*, se pasa a la segunda parte. Resumiendo una vez que se ha enviado la primera secuencia de llamada, el sistema continuará insistiendo hasta que se establezca la conexión, porque si el modem no contesta, el MC enviará la sentencia cada 35 segundos y si el modem responde con un *busy*, *no answer*, o *no dialtone*, entonces el sistema esperará 35 segundos y volverá a enviar la secuencia de llamada, esto continuará hasta que se establezca la conexión.

Segunda parte Sistema Conectado

En esta parte ya se tiene la conexión establecida con la estación fija. Hay que recordar que se está hablando de una conexión celular, la cual cuesta dinero (tiempo aire) por lo

que se debe de evitar que el sistema se quede conectado demasiado tiempo, por esto el sistema se configuró para que solo tuviera 35 segundos de conexión con la estación fija, una vez terminado este tiempo el MC enviará los mandos para desconectarse, los cuales se verán en la tercera parte. Una vez establecida la conexión con la estación fija, el MC empieza a transmitir la sentencia GLL. Cuando se termina de enviar, el MC espera respuesta por parte de la estación fija las cuales son: OKPC o NOKPC. Si es OKPC quiere decir que la estación fija recibió la sentencia GLL correctamente y el sistema pasará a desconectarse lo cual corresponde a la tercera etapa. Si la respuesta es NOKPC el MC volverá a enviar la sentencia GLL, esto continuará hasta que se reciba un OKPC. Se recuerda que solo se tiene 35 segundos para hacer esto. También la estación fija puede desconectarse , y si esto sucede, el modem le envía al MC la respuesta NO CARRIER y se pasa a la etapa 1.

Tercera parte desconectarse

En esta parte se trata de terminar la conexión, esto sucede si se ha recibido una respuesta OKPC por parte de la estación fija o si el tiempo de conexión a pasado de 35 segundos. Como ya se vió, primero se debe de enviar la secuencia de escape + + +, y el modem debe de responder con OK, si no hay respuesta por parte del modem en 5 segundos el MC vuelve a enviar la secuencia de escape, este proceso se repite hasta que se tenga una respuesta OK por parte del modem celular. Una vez recibido esta respuesta, el MC transmite la respuesta de colgar la cual es ATH0<CR>, el modem debe de responder con la respuesta NO CARRIER, si no responde en 5 segundos, el MC vuelve a enviar la

secuencia de colgar hasta que se tenga la respuesta de NO CARRIER, desconectándose del sistema.

Ahora se pasará a la descripción de las 3 subrutina restantes.

4.3.4 SUB-RUTINA LLAMAR (Interrupción Externa 1 Push Botton)

Esta subrutina se ejecuta al momento de presionar el push botton. La función de esta subrutina es enviar el primer caracter de la secuencia de llamada, para que se establezca la conexión y se puede transmitir la posición como se observa en el diagrama de flujo 4. Resumiendo lo que único que hace esta subrutina es transmitir el primer caracter de la secuencia de llamada ATDT1778692<CR>. Los caracteres restante son transmitidos por la subrutina UART.

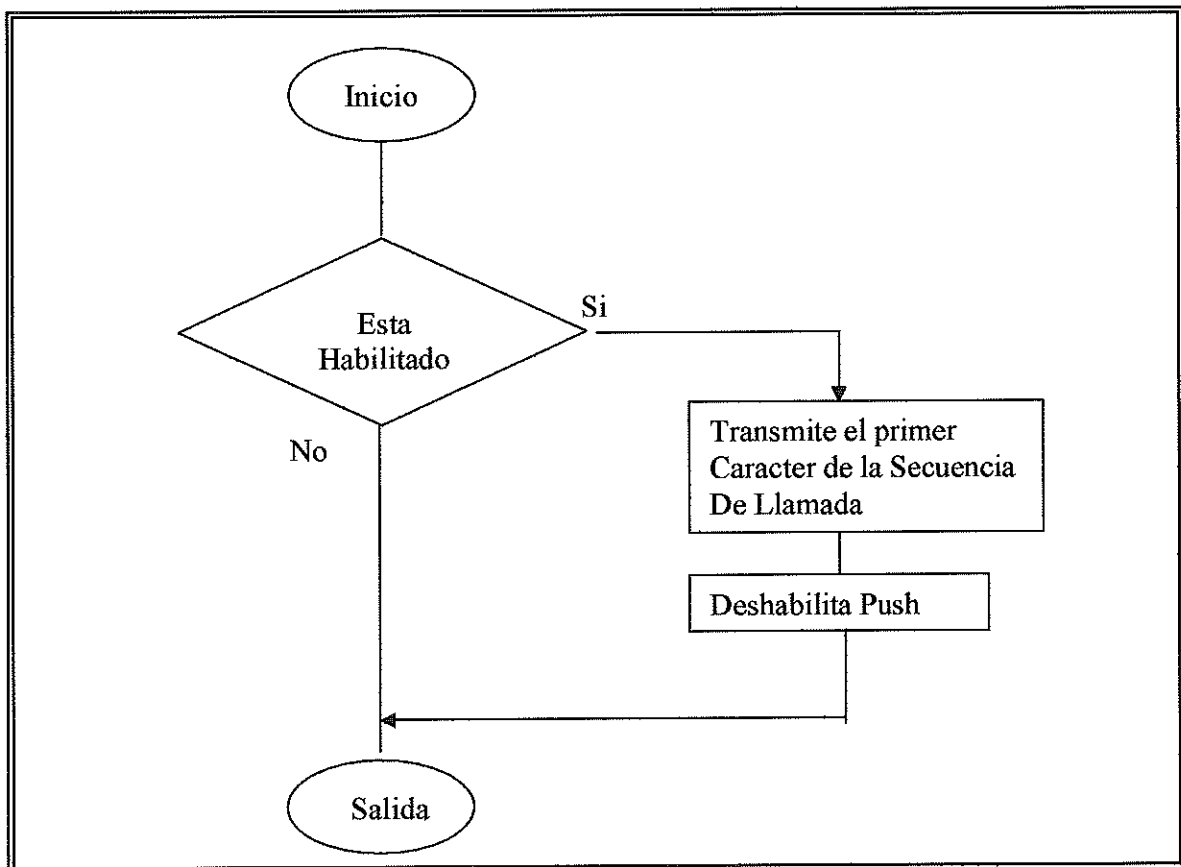


Diagrama de flujo 4 Sub-Rutina llamar

4.3.5 SUB-RUTINA UART

Esta subrutina está encargada del manejo y control del modem celular así como de la transmisión de la sentencia GLL. Para una mayor facilidad la subrutina se dividió en tres partes como se observa en el diagrama de flujo 5.

Etapa1: En esta etapa la subrutina espera la respuesta del modem de *connect* o si se envió el primer caracter de la secuencia de llamar, por parte de la subrutina llamar continua y termina de enviar esta secuencia y espera recibir respuesta por parte del modem y dependiendo de esta, vuelve a enviar la secuencia de llamada, espera un tiempo para volver a enviarla, o pasa a la etapa 2.

Etapa2: En esta etapa se está conectado con la estación fija y se transmite la sentencia GLL y se espera respuesta de parte de la estación fija. Dependiendo de esta respuesta, el MC vuelve a transmitir la sentencia GLL o pasa a la etapa 3 para iniciar la secuencia de terminar la conexión. Se recuerda que esta etapa solo tiene 35 segundos para realizar el envío de la sentencia GLL correctamente. Además la estación fija puede desconectarse, y si sucede esto el modem le envía el comando de respuesta NO CARRIER al MC, y se pasará a la etapa 1. Se le puede agregar una opción para que en caso de que la estación central quiera ser un seguimiento del vehículo, transmita un mando para que se mantenga conexión otros 35 segundos.

Etapa3: En esta etapa se procede a desconecta al sistema , como se recordará esto se realiza en dos pasos: primero se envía la secuencia de escape la cual es + + + con un retardo de 0.5 segundos entre cada caracter. El modem debe de responder con OK , si no hay respuesta por parte del modem en 5 segundos el MC vuelve a enviar la secuencia de escape. Una vez que el MC a recibido la respuesta OK por parte del modem, el MC transmite la secuencia de colgar la cual es ATH0<CR> y el modem debe de responder con NO CARRIER dando a entender que la conexión ha terminado. Si en 5 segundos no hay respuesta por parte del modem celular, el MC vuelve a enviar la sentencia de colgar.

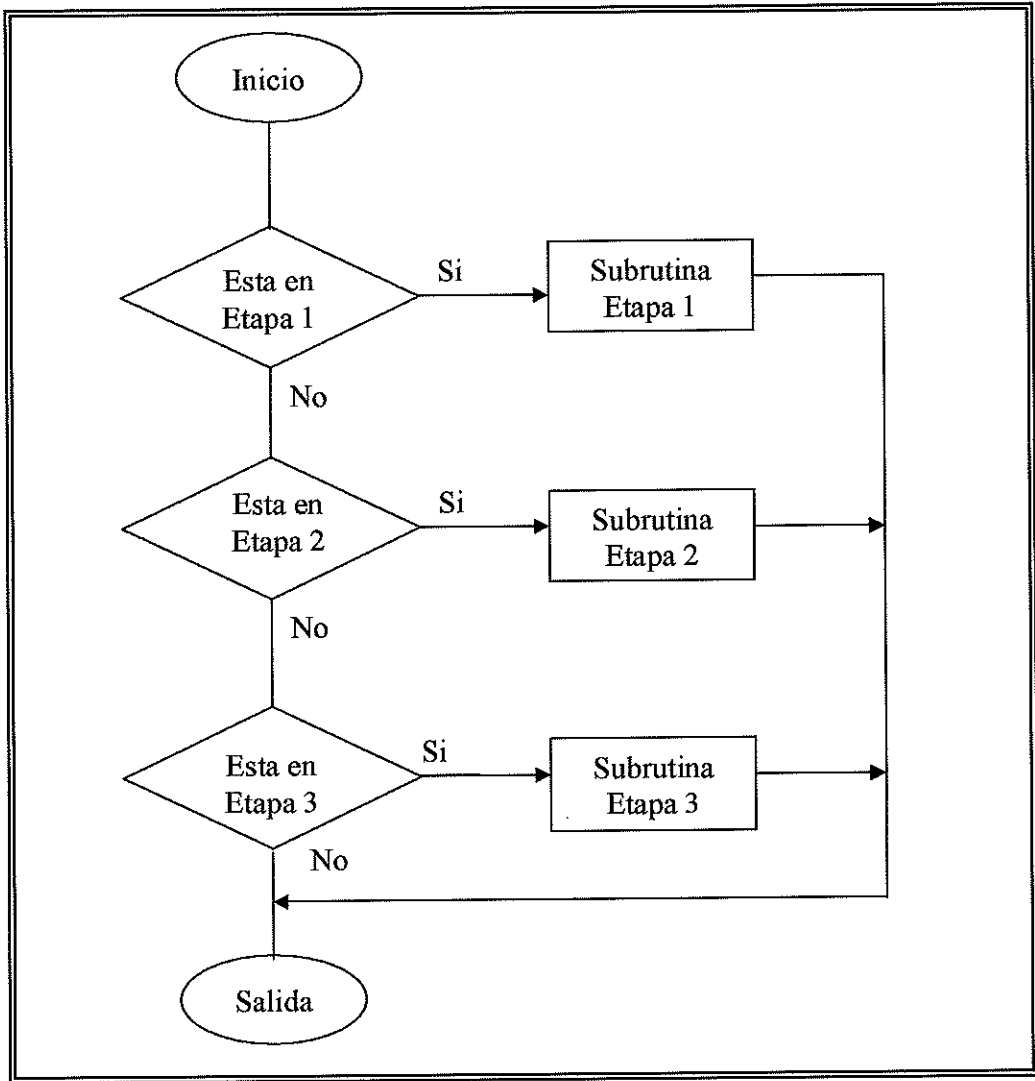


Diagrama de Flujo 5 Sub-Rutina UART

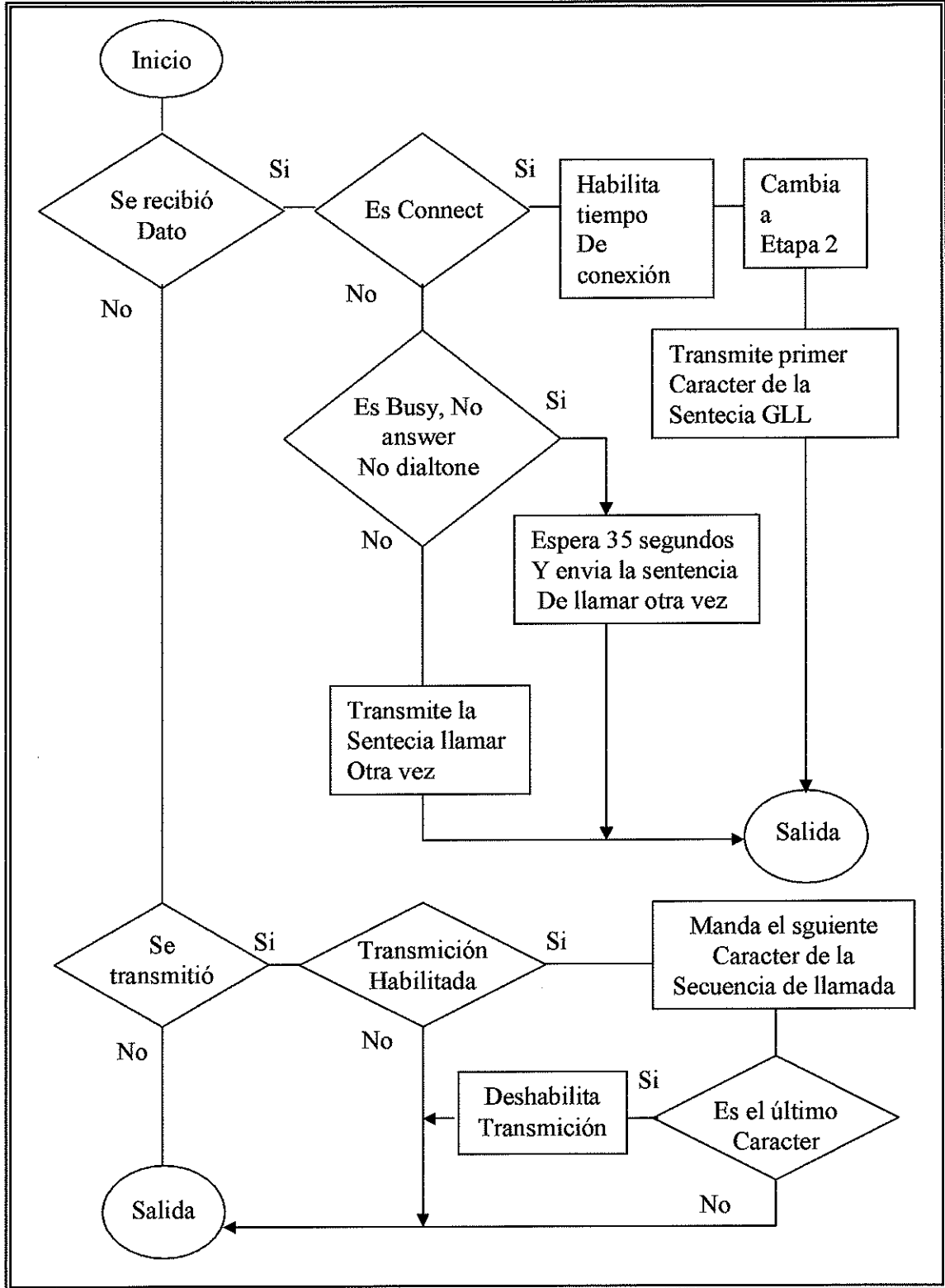


Diagrama de Flujo 6 Sub-Rutina Etapa 1

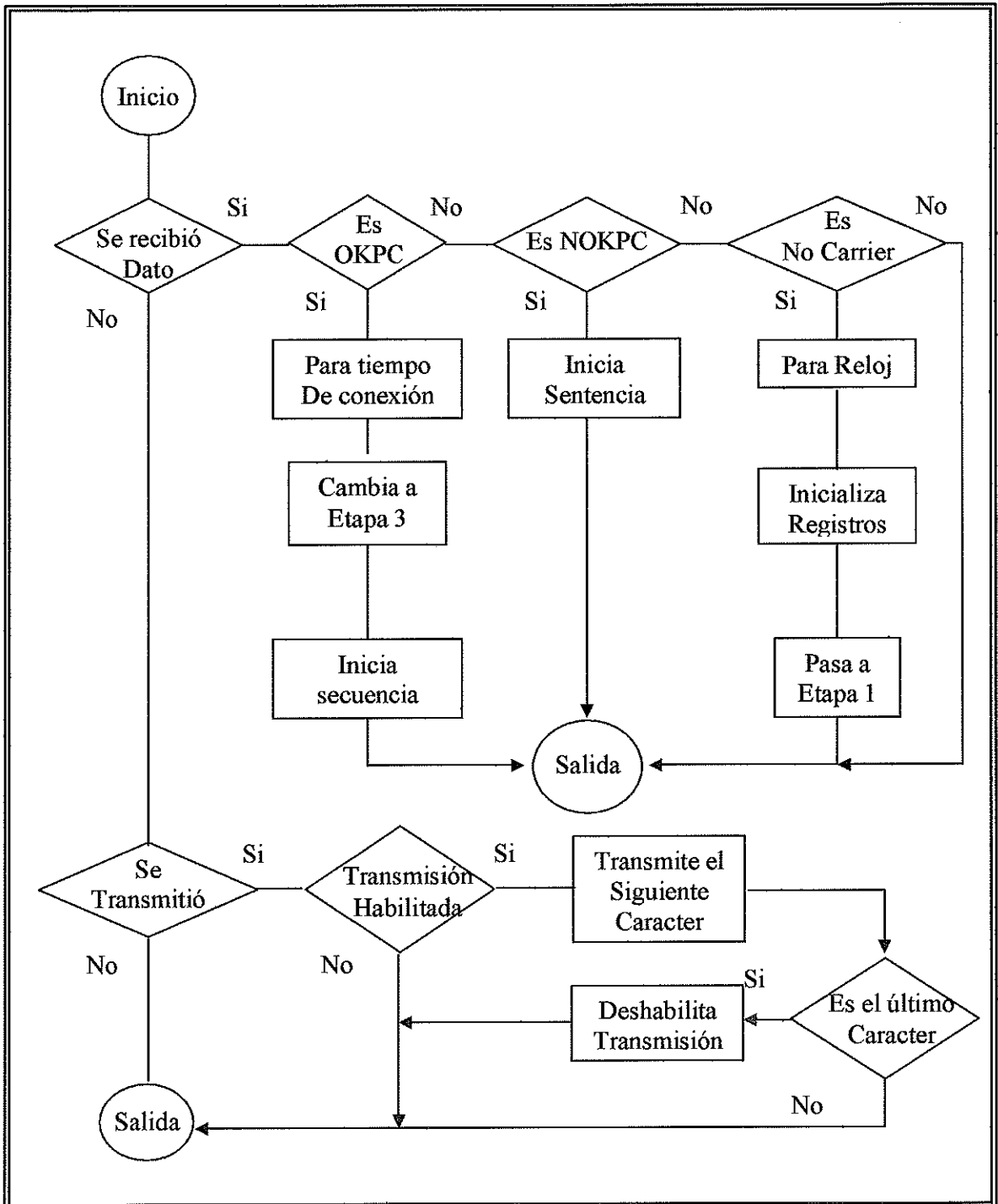


Diagrama de Flujo 7 Sub-Rutina Etapa 2

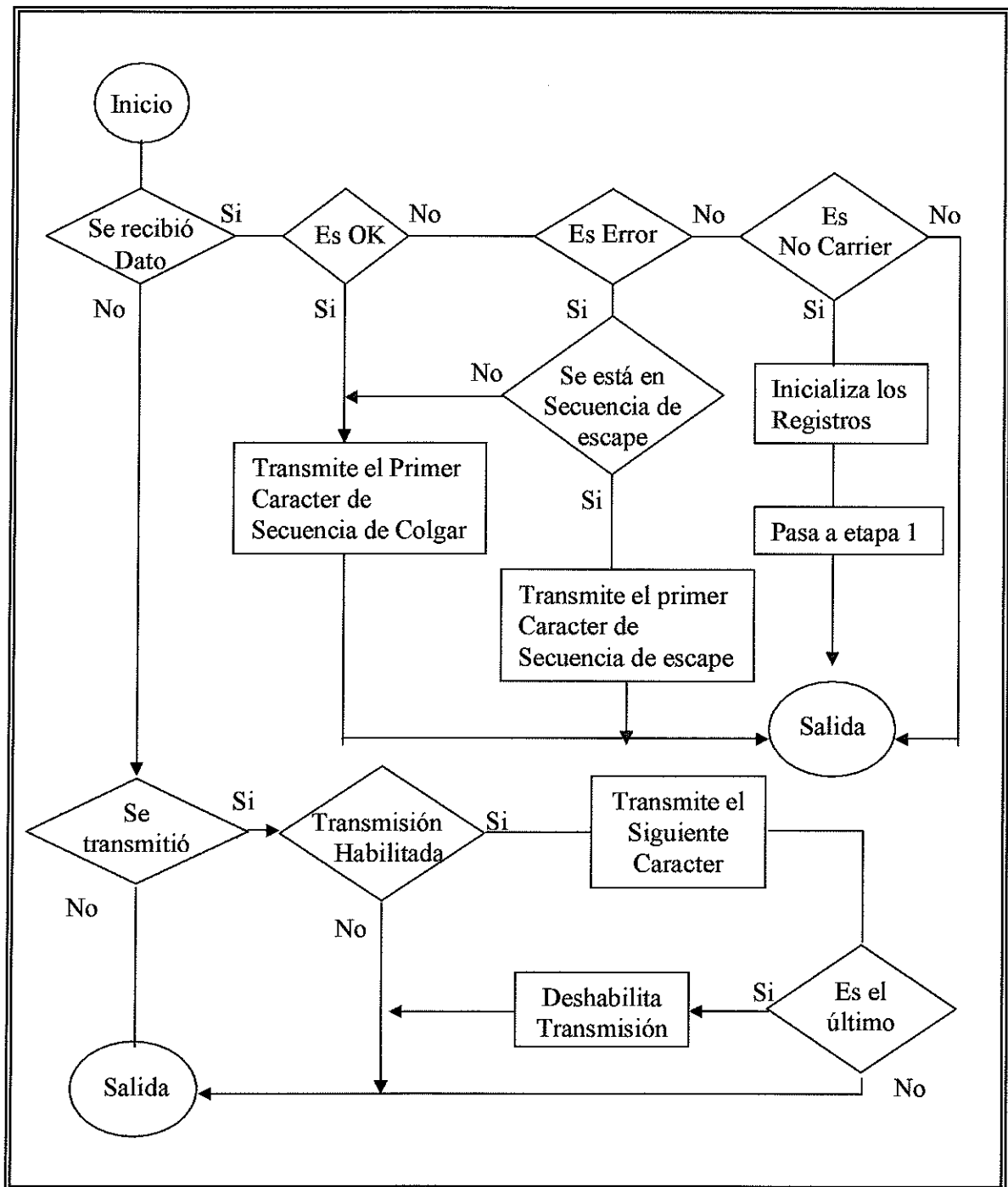


Diagrama de Flujo 8 Sub-Rutina Etapa 3

4.3.6 SUB-RUTINA TIMER 0

Esta subrutina es la encargada de temporizar ciertos eventos, como por ejemplo el tiempo de conexión, el tiempo de espera para la secuencia de llamada, secuencia de escape, secuencia de colgar, y para temporizar los caracteres de la secuencia de escape. Básicamente se ocupa temporizar 3 eventos: El primero de 35 segundos para llevar el tiempo de *espera de llamada* y para el *tiempo de conexión*. El segundo de 5 segundos que es el tiempo de espera por respuesta de *secuencia de escape* y *secuencia de colgar*. Y por último para llevar 0.5 segundos para temporizar el tiempo de transmisión de los caracteres de la *secuencia de escape* (+ + +). Cómo se lograron estos tiempos?, se verá a continuación. Primero se ve la frecuencia del reloj, esta se divide entre 12, después se divide entre 256, que corresponde a registro TL1, sucesivamente se hace lo mismo con el registro TH1, se divide entre 256 dando la frecuencia resultante, como se indica en la figura 21.

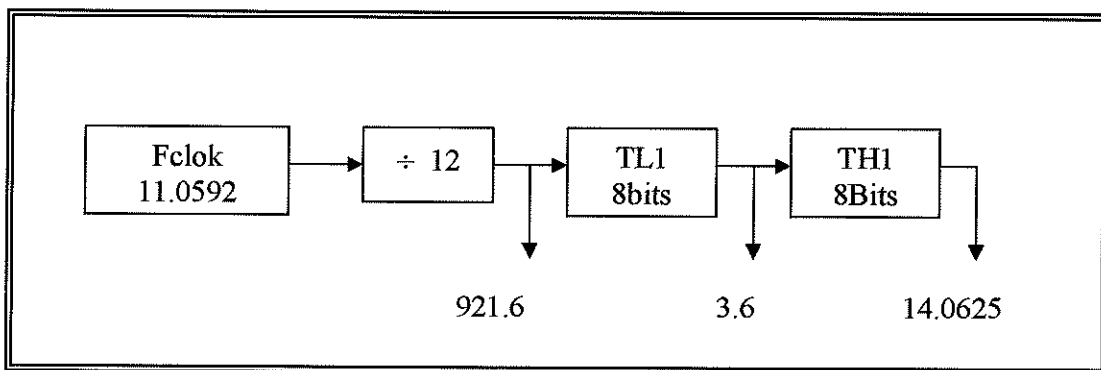


Figura 22 Frecuencia del Timer 0

Bajo estas condiciones el Temporizador 0 genera una interrupción cada $1/14.0625$ Hz que es un tiempo de 0.071 segundos. Para temporizar 35 segundos se cuentan 492 interrupciones, para 5 segundos se cuentan 50 interrupciones y para 0.5 segundos se cuentan 7 interrupciones. El diagrama de flujo de esta sub-rutina se muestra en el diagrama de flujo 9.

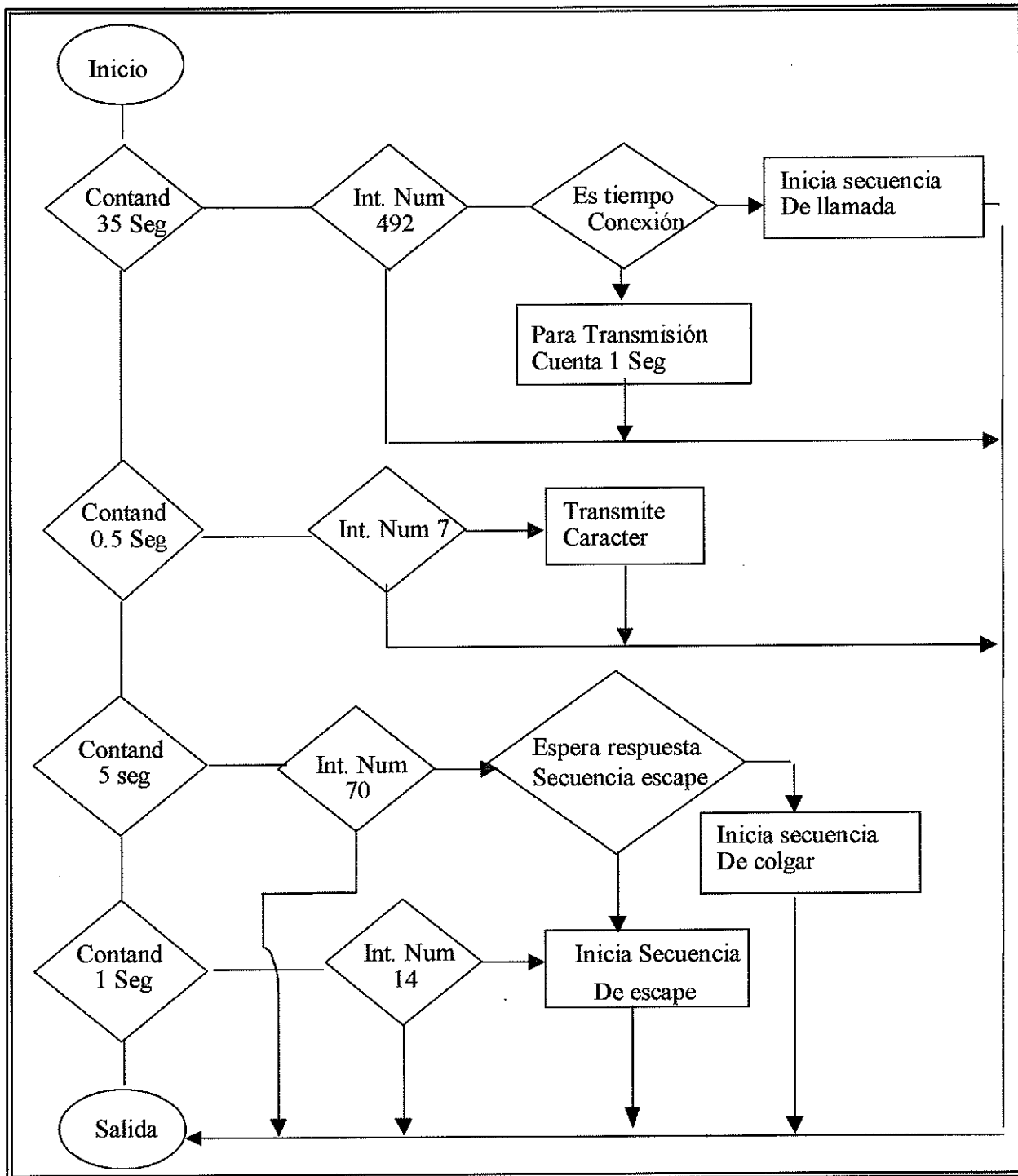


Diagrama de Flujo 9 Subrutina Timer 0

Se notará que en el diagrama de flujo anterior, se temporiza en 1 segundo, esto es porque cuando se cumpla el tiempo de conexión el sistema puede estar transmitiendo la sentencia GLL, y podría haber una sobrecarga (overload). Al momento de que se termine el tiempo de conexión, el sistema deshabilita la transmisión y espera un segundo para iniciar la secuencia de escape.

CAPITULO V

RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 RESULTADOS

Como se recordará el *Sistema Localizador de Vehículos* propuesto en este proyecto de tesis utiliza un receptor GPS y un modem celular. El receptor GPS que se utilizó para realizar las prueba fue un Eagle handset (de mano) fabricado por la compañía Lowrance. El modem celular que se propuso utilizar fue CDL900 fabricado por la compañía Standar Communications, el cual trabaja bajo la plataforma AMPS. Este modem celular no se pudo conseguir debido a que su costo es elevado (500 dlls), para resolver este problema se creó un programa que por medio de una computadora, lo simulaba. En este programa se pueden observar los datos o caracteres que le serían enviados al modem celular, y también cuenta con los mandos de respuesta con los que respondería el modem celular CDL 900. Este sistema localizador de vehículos también cuenta con un microcontrolador, el cual tiene la función de recibir los datos del receptor GPS y transmitirlos a través del modem celular, además de administrar y controlar al sistema.

Después de interconectar los dispositivos antes mencionados, se probó el sistema, donde los datos de posición calculados por el receptor GPS son enviados al microcontrolador y guardados en su memoria. Cada vez que se reciben nuevos datos de posición válidos, son actualizados en la memoria del microcontrolador. El microcontrolador también maneja los mandos para establecer la conexión y la desconexión con la terminal remota, además de transmitir los datos de posición. Esto se verificó con el programa simulador del modem celular CDL900. Hasta esta etapa el sistema funcionó como se planeó, el

siguiente paso sería conectarle el modem celular CDL900 e instalar el sistema en el vehículo y verificar que funcione.

El receptor GPS envia los datos de posición a través de la sentencia GLL, esta sentencia contiene los datos de posición en dos dimensiones (latitud y longitud) y una forma de tiempo universal llamada UTC (Universal Time Coordinate). Los datos de posición de latitud y longitud son enviados en grados y minutos, donde en este último se tienen 3 decimales. Como se observa a continuación:

Datos de Latitud en la sentencia GLL 3723.274	Significado 37 grados, 23.274 minutos
Datos de Longitud en la sentencia GLL 12158.341	Significado 121 grados, 58.341 minutos

Ahora considerando que la circunferencia en el ecuador es de 40,077 Km y que el planeta tierra es una esfera, una longitud de un grado a una latitud de 31° sería equivalente a 95.424 Km (se utiliza esta latitud debido a que la ciudad de Ensenada se encuentra en el cuadrante formado por *latitud* 31°- 32° N y *longitud* 116° - 117° W). Si un grado de longitud equivale a 95.424 Km, un minuto de longitud equivale a 1.590 Km, entonces

0.001 minutos de *longitud* equivale a 1.59 mts, lo cual representa la máxima precisión que se puede tener con el GPS. Y respectivamente 0.001 minutos de *latitud* equivale a 1.855 mts. Ahora dentro de las especificaciones del sistema GPS, cualquier receptor GPS para uso civil tienen una precisión de 100 mts cuando el SA se encuentra activado y menor a 25 mts cuando se encuentra desactivada. El SA es controlado por el departamento de defensa de los E.U., el cual lo activa y desactiva a su conveniencia. Esto permite decir que cualquier receptor GPS para uso civil tiene una precisión de 100 mts horizontal, por consiguiente se tiene un error de aproximadamente 63 milésimas de minuto de *longitud* y 54 milésimas de minuto de *latitud* en los datos de posición de la sentencia GLL.

5.2 ANALISIS

Este sistema puede ser utilizado para evitar el robo de vehículos, básicamente su funcionamiento sería el envío de una señal de alerta cuando se estuviera tratando de robar el vehículo, esto permitiría al dueño del vehículo poder actuar rápidamente. Ahora, si por alguna razón el vehículo fué robado, este sistema permite poder localizarlo y poder recuperarlo, evitando que sea desmantelado o llevado a otra localidad. A este sistema se le pueden implementar más funciones, como por ejemplo un sistema de habilitación / deshabilitación el cual permitiría apagar el vehículo desde una terminal o teléfono celular (cortando el suministro de combustible o corriente), esta función podría ser de gran utilidad para evitar que se robaran el vehículo así como para evitar que fuera llevado más lejos cuando ya haya sido robado. A este sistema también se le puede añadir dos botones de ayuda o auxilio. Uno que sea de alta prioridad el cual se usaría cuando el conductor del vehículo se encontrara en peligro, y el segundo de baja prioridad el cual se usaría cuando el vehículo sufra una ponchadura o descompostura.

La principal desventaja que tiene este sistema es su cobertura ya que esta depende completamente de la cobertura celular. Esto no sería un gran inconveniente, debido a que actualmente se tiene una gran cobertura celular tanto en las zonas urbanas como en las zonas rurales. También el sistema puede ser programado para que avise cuando el vehículo se encuentre en los límites de la zona celular o cuando salga de una zona predeterminada. Otra desventaja es el tiempo de conexión, evidentemente el sistema no puede estar siempre conectado porque se elevaría el costo de servicio de conexión celular

(tiempo – aire). Este costo se puede minimizar si solo se establece la conexión (llamada) en caso de alarma , intento de robo, y robo así como cuando la estación de control o monitoreo lo requiera. El servicio de conexión celular se cobra en minutos (si el tiempo de conexión dura 1 segundo se cobra el minuto completo y si se pasa del minuto se cobra el siguiente minuto) por lo que es importante aprovecharlo lo mejor posible. Esto se puede lograr si el sistema guarda las posiciones del vehículo cuando se encuentra en movimiento y los transmite en una sola conexión celular (llamada), de esta manera se aprovecha mejor el costo del servicio celular. Esto permite saber dónde está y dónde estuvo el vehículo en una sola conexión celular (llamada).

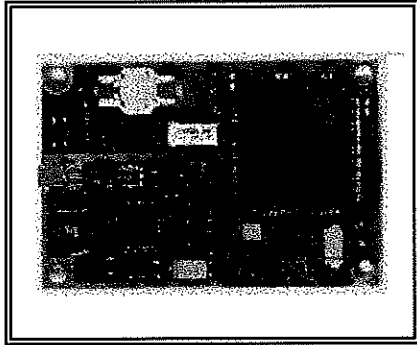
Actualmente existen compañías que ofrecen el servicio de localización y monitoreo. Cada usuario o subcriptor puede saber la localización del vehículo a través de internet, además de poder transmitir mandos de control. El inconveniente que tienen estos servicios es su costo, el cual es elevado haciendo que no pueda ser adquirido por particulares solo las compañías que tiene los recursos pueden adquirirlo. El sistema propuesto permitiría que en dado caso los particulares puedan adquirir este tipo de servicio, debido a que solo sería un costo inicial (adquisición del sistema) y posteriormente solo sería el costo de uso (tiempo-aire) el cual dependerá de cada usuario. Este sistema también puede ser utilizado por compañías de transporte o distribuidor de servicios el cual les permitiría tener mayor control de sus unidades y como este sistema no depende de una compañía de seguridad, les permite que el costo de servicio sea bajo.

CAPITULO VI

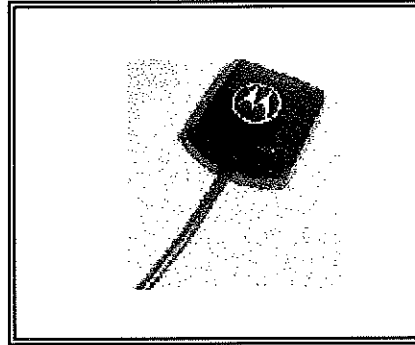
TRABAJO FUTURO

Hasta esta etapa el sistema localizador de vehículos propuesto funcionó como se esperaba, pero las pruebas realizadas fueron hechas en el laboratorio. El siguiente paso sería instalar este sistema en el vehículo, pero los componentes utilizados en este sistema no son los óptimos debido, principalmente a su tamaño. Por lo tanto, se propone hacer algunos cambios los cuales se mencionan a continuación:

El receptor GPS utilizado para realizar las pruebas fue un GPS handset (de mano), este GPS fue utilizado porque es el que se tenía para las pruebas. Ahora el receptor GPS que se propone para que sea instalado en el vehículo es receptor GPS Oncore M12 fabricado por la compañía Motorola. Este receptor GPS es pequeño, tiene unas dimensiones de 40.0×60.0×10.0 mm lo cual permite que sea más fácil de ocultar, además de que no cuenta con una interfase para usuario (pantalla y botones) por lo que es más adecuado para esta aplicación donde solo se requiere una interfase para poder conectarlo con un microcontrolador. Este receptor GPS necesita una antena, la cual también es proporcionada por esta compañía, esta antena es Motorola Hawk GPS Antena, la cual es activa y permite una separación del receptor GPS de hasta 6 metros. Sus dimensiones son 38.0×34.0×13.2 mm.



Receptor GPS
Oncore M12



Antena
Hawk GPS

El modem celular propuesto en un principio fue el CDL900, este modem celular trabaja bajo la plataforma o infraestructura AMPS, la cual es analógica y pertenece a la primera generación de telefonía celular. Actualmente existe la telefonía celular digital, la cual permite una mejor transmisión de voz así como de datos y ofrece más servicios. La causa de que no se adquiriera el modem celular CDL900 fue su costo, el cual es de 550 dlls. Actualmente existe en el mercado un modem celular que trabaja bajo la plataforma GSM la cual es digital, este modem celular es el d15 fabricado por la compañía Motorola, además de la ventaja tecnológica que tiene este modem, este es más barato, su costo es de 190 dlls, 360 dlls menos que el modem celular CDL900. Esta es la razón principal del por qué ahora se propone la utilización del modem celular d15 en vez del modem celular CDL900 el cual se propuso en un principio. El utilizar el modem celular d15 permitirá que el sistema (SLV) sea más económico y por consiguiente se pueda adquirir más fácilmente. Existe un modem celular d15 con un receptor GPS Oncore M12 integrado en el mismo paquete, pero con conexiones separadas, con un costo de 250 dlls. La

adquisición de este empaquetado resulta más barato que adquirirlos por separado, porque el modem celular d15 cuesta 190 dls y el receptor GPS Oncore M12 cuesta 87 dls, haciendo un total de 277 dls. Por lo tanto resulta 27 dls más barato.

Como se recordará el microcontrolador utilizado fue el 80C31, al cual se le tuvieron que añadir 3 circuitos integrados más, ocasionando que el sistema se hiciera más grande. Las razones de utilizar este microcontrolador fueron principalmente que ya se conocía este MC anteriormente, además de que se disponía de infraestructura para su desarrollo y existe mucha información respecto a este MC. Se decidió utilizar este MC con memoria EPROM externa debido a que se esperaba grabar y borrar el programa varias veces, lo cual sucedió, resultando más económico utilizar memorias EPROM que utilizar MC con memoria EPROM el cual es mas costoso. Debido a que es importante reducir el tamaño del sistema para que sea mas fácil de ocultar, se propone utilizar otro microcontrolador el cual tenga integrado la memoria ROM, y cuente con dos puertos serie. El microcontrolador propuesto es el DS87C520 fabricado por la compañía Maxim, además de las características expuesta este MC tiene 1k más de memoria RAM y este MC es una versión mejorada del MC utilizado. Su costo es de 20.63 dls.

CONCLUSIONES.-

Este sistema localizador de vehículos el cual se propone en este proyecto de tesis puede ser una gran opción para que sea utilizado en la localización y monitoreo de vehículos, así como para evitar el robo de estos y en dado caso recuperarlos en caso de robo. El costo del sistema resulta todavía un poco elevado es por esto que se propusieron los cambios de modulos (Receptor GPS, Modem Celular y MC) lo cual permite que el sistema sea más económico, lo cual permitiría que el sistema sea más accesible para los particulares. Este sistema también puede ser usado para saber donde se encuentra su vehículo en dado caso que se lo preste a un familiar o amigo. Este sistema también puede ser adquirido por compañías de transporte o servicios con el cual podrán tener un mayor control de sus unidades, con un costo bajo, ya que como se mencionó anteriormente, solo sería el costo de la adquisición del equipo y el costo de conexión celular lo cual dependerá de cada usuario.

BIBLIOGRAFIA

Guide to GPS Positioning
David Well
Canadian GPS Associates

Understanding GPS Principles and Applications
Elliott D. Kaplan
Artech House
Boston – london

GPS Satellite Surveying
Alfred Leick
Awiley – Interscience Publication

Global Positioning System Theory and Practice
B. Hofman – Wellenhof, H. Lichtenegger and J. Collins
Springer – Verlag Wien New York

The Global Positioning System and GIS An Introduction
Michael Kennedy
Ana Arbor Press

Physical Layer Interfaces And Protocols
Uyless D. Black
IEEE Computer Society Pres

The V Series Recommendations
Standars for Data Communications Over the Telephone Network
Uyless Black
McGraw- Hill, Inc.

Modem Handbook
For the Communications Professional
Cass Lewart
Intertext Publications

Mastering Serial Communications
Peter W. Gofton
Sybex

Data Communications A User's Guide
Ken Sherman
A Reston Book
Prentice Hall
Englewood Cliffs, New Jersey 07632

NMEA
P.O. Box 3435
New Bern NC, 28564 – 3435
U.S.A.

Phone: (919) - 638 – 2626
Fax: (919) – 638 – 4885
Email: nmea@coastalnet.com
Web page: <http://www4.coastalnet.com/nmea/default.html>

Manuales Varios
80C31 Intel
Max 738A Maxim
Max 770 Maxim
Max 250/251 Maxim
PC16550D National Semiconductor

GLOSARIO

- AMPS:** Advanced Mobile Phone Service
- ASCII:** American Standard Code for Information Interchange
- BS:** Base station
- CDMA:** Code Division Multiple Access
- CPU:** Central Processing Unit
- DC-DC:** Corriente Directa - Corriente Directa
- DIP:** Double Input Pin (tipo de encapsulado)
- EBCDTC:** Extended Binary Coded Decimal Interchange Code
- EIA:** Electronic Industries Association
- EM :** Electro-Magneticas
- EPROM:** Erase Program Read Only Memory
- ESN:** Electronic Serial Number
- FCC:** Federal Communications Commission
- FSK:** Frequency Shift Keying
- GIS:** Geographic Information System
- GPS:** Global Position System
- GSM:** Global System for Mobile Communications
- IMTS:** Improved Mobile Telephone System
- MC:** MicroControlador
- MIN:** Movil Identification Number
- MTSO:** Movil Telephone Switching Office
- NAM:** Numeric Assignment Modulo

Navstar: Navigation Signal Timing and Ranging

NMEA: National Marine Electronics Association

PC: Personal computer

PPS: Precise Positioning Service

PSK: Phase Shift Keying

RAM: Random Access Memory

ROM: Read Only Memory

SID: System Identification

SPS: Standard Positioning Service

UART: Universal Asynchrouous Receiver and Transmitter

UTC: Universal Time Coordinate

```

;*****
;***** PROGRAMA PRUEBA 15 *****
;***** PROGRAMA DE TESIS VERCION 1 *****
;***** CONTROLA AL MODEM Y TRANSMITE LA CADENA NMEA *****
;***** CUANDO SE REQUIERE *****
;***** LA TARNSMITE POR EL UART *****
;***** $GPGLL, 4916.45,N,12311.12,W,225444,A*E8<CR><LF> **
;*****

```

```

;***** DECLARACION DE VARIABLES Y BANDERAS *****

```

```

.equ btrans,    00h
.equ binterru,  01h
.equ breci,     05h

.equ brbufin,   02h
.equ btbufout,  03h
.equ bdatosn,   04h

.equ b8,        06h
.equ btimconec, 07h
.equ bescape,   08h
.equ bcolgar,   09h
.equ btransbufout, 0ah

```

```

;***** INTERRUPCIONES *****

```

```

.org 0000h
    ajmp inicio

.org 0003h
    ajmp uart      ;**** Int Ext 0

.org 000bh
    ajmp timer0    ;**** timer 0

.org 0013h
    ajmp llamar    ;**** Int Ext 1

.org 0023h
    ajmp serial

.org 002bh

```

```

;*****
;***** INICION *****
;*****

```

```

;***** INICIALIZACION DE BANDERAS Y REGISTRO ****

```

```

inicio:  nop
         clr btrans
         clr breci
         clr binterru

         clr brbufin
         clr btbufout
         clr bdatosn

         clr b8
         clr btimconec
         clr bescape
         clr bcolgar
         clr btransbufout

```

```

;*** Bank 0

```

```

mov r7, #00h
mov r1, #50h
mov r0, #25h

```

```

;**** Bank 1

```

```

setb psw.3
  mov r7, #00h
  mov r6, #00h
  mov r5, #00h

  mov r3, #01h
  mov r2, #00h
  mov r1, #50h
clr psw.3

```

```

;*** Bank 2

```

```

setb psw.4
  mov r7, #00h
  mov r6, #01h
  mov r5, #00h

  mov r0, #50h
clr psw.4

```

```

;*****
;***** REGISTROS DEL 80C31 *****
;*****

```

```

    mov 87h, #00h      ;*** 87h es pcon
    mov sp, #7bh

    mov ie, #00h
    mov ip, #00h

    mov tcon, #05h     ;*** Int Ext0, Int Ext1
    mov tmod, #21h     ;*** avilitadas
                        ;*** por flanco

    mov th1, #0fdh
    mov tl1, #0fdh

    mov th0, #00h
    mov tl0, #00h

    mov scon, #50h

```

```

;*****
;***** RETARDO *****
;*****

```

```

    mov r7, #00h      ;*** Retardo
    mov a, #00h       ;*** .212 Seg

```

```

saltol: inc a
        cjne a, #0ffh, saltol
        mov a, #00h
        inc r7
        cjne r7, #0ffh, saltol

```

```

    mov r7, #00h
    mov a, #00h

```

```

;*****
;***** MOVER DATOS AL BUFFER OUT*****
;*****

```

```

    mov r7, #00h
    mov r1, #50h
    mov dptr, #1540h      ;*** SE CARGAN LOS
                        ;*** DATOS DE LA
regreso: mov a, r7        ;*** DIRECCION DE
        movc a, @a+dptr  ;*** ROM 1540 AL
        mov @r1, a       ;*** BUFFER OUT
        inc r1           ;*** R1 = 50h - 7ah

```

```
inc r7
cjne r1, #7bh, regreso
```

```
mov r7, #00h
mov r1, #50h
```

```
;*****
;***** CONFIGURA UART *****
;*****
```

```
mov dptr, #0b000h ;*** Line Control
mov a, #87h ;*** Avilita DLAB
movx @dptr, a
```

```
mov dptr, #8000h ;*** Divisor
mov a, #14h ;*** Latch LSB
movx @dptr, a
```

```
mov dptr, #9000h ;*** Divisor
mov a, #00h ;*** Latch MSB
movx @dptr, a
```

```
mov dptr, #0b000h ;*** Line Control
mov a, #07h ;*** Desavilita DLAB
movx @dptr, a
```

```
mov dptr, #0a000h ;*** Fifo Control
mov a, #00h
movx @dptr, a
```

```
mov dptr, #0c000h ;*** Modem Control
mov a, #03h
movx @dptr, a
```

```
mov dptr, #9000h ;*** Interrup Enable
mov a, #07h
movx @dptr, a
```

```

;*****
;***** PROGRAMA PRINCIPAL *****
;*****

```

```

mov ie, #97h          ;*** avilita Int Ext 0
setb tcon.6          ;*** Int Ext 1, Com serie

```

```

ciclo:  mov pl, #55h
        mov pl, #0aah

```

```

jb brbufin, ciclo

```

```

mov pl, #55h
mov pl, #0aah

```

```

jnb bdatosn, ciclo

```

```

mov pl, #55h
mov pl, #0aah

```

```

jb btbufout, ciclo

```

```

;***** RUTINA MOVER DATOS DE BUF-IN A BUF-OUT

```

```

clr ie.7

```

```

mover: mov a, @r0
        mov @r1, a

```

```

        cjne r0, #4fh, incre
        ajmp final

```

```

incre:  inc r0
        inc r1
        ajmp mover

```

```

final:  mov r0, #25h
        mov r1, #50h

```

```

        clr bdatosn

```

```

setb ie.7
ajmp ciclo

```

```
;*****  
;***** SUB RUTINA LLAMAR *****  
;*****
```

```
llamar: nop
```

```
setb psw.3      ;*** selecciona bank 1
```

```
jb binterru, exit
```

```
setb binterru  
setb btbufout  
setb btrans
```

```
mov dptr, #1500h  
mov a, r7  
movc a, @a+dptr
```

```
mov r6, dph  
mov r5, dpl
```

```
mov dptr, #8000h  
movx @dptr, a  
inc r7
```

```
exit: clr tcon.3
```

```
clr psw.3
```

```
reti
```

```

;*****
;***** SUB RUTINA UART *****
;*****

```

```

uart: nop
      setb psw.3                ;** selecciona bank 1

      mov dptr, #0a000h        ;** Se lee el registro
      movx a, @dptr           ;** Interrupt
                                ;** Identification

      mov r2, a

      cjne r3, #01h, siguel

          acall etapa1
          ajmp salida

siguel: cjne r3, #02h, sigue2

          acall etapa2
          ajmp salida

sigue2: cjne r3, #03h, salida

          acall etapa3

salida: nop
        clr psw.3

        reti

```

```

;*****
;***** Sub Rutina Etapa1 *****

```

```

etapa1: nop

        cjne r2, #06h, recil    ;** line status
        ajmp salidal

recil: cjne r2, #04h, transl ;** received data*****

        mov dptr, #8000h ;** lee el dato
        movx a, @dptr

        cjne a, #41h, sig1     ;** Es Connect

```

```

clr tcon.4      ;*** para timer0
clr b8

mov t10, #00h   ;*** inicializa registros
mov th0, #00h   ;*** timer0

setb psw.4
clr psw.3
    mov r7, #00h
    mov r6, #01h
    mov r5, #00h
clr psw.4
setb psw.3

mov r7, #00h    ;*** inicializa incremeto
clr btrans      ;*** desavilita transmicion

    setb btbufout

    setb btimconec ;***activa tiempo de
                    ;***conexion
    setb btrans    ;*** activa
                    ;*** transmicion
    mov r3, #02h   ;*** cambia a etapa 2

    mov r1, #50h
    mov dptr, #8000h ;***transmite el
                    ;***primer
    mov a, @r1     ;*** dato NMEA
    movx @dptr, a
    inc r1

    setb tcon.4    ;*** activa timer0

ajmp salidal

sig1: cjne a, #42h, sig2 ;*** busy
      ajmp tres

sig2: cjne a, #43h, sig3 ;*** no answeare
      ajmp tres

sig3: cjne a, #44h, sig4 ;*** no dialtone

```

```

tres: nop                ;*** es busy, noanswere,
                        ;*** nodialtone

                        clr tcon.4      ;*** para timer0
                        clr b8

                        mov tl0, #00h   ;*** inicializa registros
                        mov th0, #00h   ;*** timer0

                        setb psw.4
                        clr psw.3
                        mov r7, #00h
                        mov r6, #01h
                        mov r5, #00h
                        clr psw.4
                        setb psw.3

                        mov r7, #00h   ;*** inicializa incremeto
                        clr btrans     ;*** desavilita transmision

                        clr btimconec   ;*** cambia a llamar

                        setb tcon.4     ;*** activa timer0

                        ajmp salidal

sig4: cjne a, #46h, salidal ;*** error

                        clr tcon.4     ;*** para timer0
                        clr b8

                        mov tl0, #00h   ;*** inicializa registros
                        mov th0, #00h   ;*** timer0

                        setb psw.4
                        clr psw.3
                        mov r7, #00h
                        mov r6, #01h
                        mov r5, #00h
                        clr psw.4
                        setb psw.3

                        mov r7, #00h   ;*** inicializa incremeto

```

```

clr btrans      ;*** desavilita transmision

                ;*** activa transmision
setb btrans

mov dptr, #1500h ;*** se transmite
                ;*** primer
mov a, r7       ;*** caracter de
                ;*** secuencia
movc a, @a+dptr ;*** llamar

mov r6, dph
mov r5, dpl

mov dptr, #8000h
movx @dptr, a

inc r7

ajmp salidal

trans1: cjne r2, #02h, salidal ;***** buffer trans
                ;***** empty

jnb btrans, salidal

mov dph, r6     ;*** lee el dato de ROM
mov dpl, r5
mov a, r7
movc a, @a+dptr

mov dptr, #8000h ;*** lo transmite
movx @dptr, a
inc r7

cjne a, #0ah, salidal ;***es el ultimo
                ;***caracter

clr btrans     ;***desactiva
                ;***transmision
mov r7, #00h   ;*** inicializa
                ;*** incremento

clr btimconec ;*** cambia a llamada
clr b8

mov th0, #00h ;*** inicializa

```

```

                                ;*** registros
                                ;*** timer0
mov t10, #00h

setb psw.4
clr psw.3
    mov r7, #00h
    mov r6, #01h
clr psw.4
setb psw.3

setb tcon.4    ;*** activa timer0

salidal:nop
    ret

;*****
;***** Sub Rutina Etapa 2 *****

etapa2: nop
    cjne r2, #06h, reci2    ;*** line status
    ajmp salida2

***** reci2: cjne r2, #04h, trans2 ;*** received
                                ;*** data

    mov dptr, #8000h ;**** se lee el dato
    movx a, @dptr

    cjne a, #47h, siga    ;*** es OK pc

    clr btrans    ;*** se para e inicializa
    mov r1, #50h    ;*** secuencia NMEA

                                ;*** se para el timer0
                                ;*** inicilizo timer0
    clr tcon.4
    mov th0, #00h
    mov t10, #00h

    setb psw.4
    clr psw.3
        mov r7, #00h
        mov r6, #02h
        mov r5, #01h
    clr psw.4
    setb psw.3

    mov r3, #03h    ;*** cambia etapa 3

```

```

        mov dptr, #8000h ;*** transmite +
        mov a, #2bh
        movx @dptr, a
        setb tcon.4 ;*** activa timer0

ajmp salida2

siga:  cjne a, #49h, sigb ;*** es No Carrier

        clr btrans ;*** se para e inicializa
        mov r1, #50h ;*** secuencia NMEA

        clr tcon.4 ;**** para timer0
        clr btbufout
        clr binterru

        mov th0, #00h ;*** inicializa registros
        mov tl0, #00h ;*** timer0

        setb psw.4
        clr psw.3
            mov r7, #00h
            mov r6, #01h
            mov r5, #00h
        clr psw.4
        setb psw.3

        clr b8
        clr btimconec ;*** limpia bandera
        setb bescape
        clr bcolgar

        mov r7, #00h
        mov r3, #01h ;**** cambia a etapa 1
        mov r1, #50h ;*** inicializa
        ;*** apuntador1

ajmp salida2

sigb:  cjne a, #48h, salida2 ;**** es NOKPC

        clr btrans ;*** se para e inicializa
        mov r1, #50h ;*** secuencia NMEA

```

```

mov a, @r1          ;*** primer caracter de
mov dptr, #8000h    ;*** secuencia NMEA
movx @dptr, a

inc r1

setb btrans         ;*** activa transmision

ajmp salida2

trans2: cjne r2, #02h, salida2 ;***** buffer trans
                                           ;***** empty

jnb btrans, salida2

mov a, @r1          ;*** transmite la secuencia
mov dptr, #8000h    ;*** NMEA
movx @dptr, a
inc r1

cjne r1, #7bh, salida2 ;*** es el ultimo

clr btrans          ;*** inicializa
                                           ;*** secuencia
mov r1, #50h        ;*** NMEA

salida2:nop
ret
;*****
;**** Sub Rutina Etapa3 *****

etapa3: cjne r2, #06h, reci3 ;*** line status
ajmp salida3

reci3: cjne r2, #04h, trans3 ;*** received

mov dptr, #8000h    ;*** lee el dato
movx a, @dptr

cjne a, #45h, sig11 ;*** Es OK

clr tcon.4          ;*** para timer0

mov th0,#00h        ;*** inicializa timer0
mov tl0,#00h

```

```

setb psw.4
clr psw.3
    mov r7, #00h
    mov r6, #01h
    mov r5,#00h
clr psw.4
setb psw.3

clr btrans
mov r7, #00h

    mov dptr, #1510h ;*** transmite el
                    ;*** primer
    mov a, r7        ;*** caracter de la
    movc a, @a+dptr ;*** secuencia colgar

    mov r6, dph
    mov r5, dpl

    mov dptr, #8000h
    movx @dptr, a
    inc r7

    setb btrans      ;*** avilita
                    ;*** transmision
    setb bcolgar    ;*** activa bandera
    clr bescape

ajmp salida3

sig11: cjne a, #46h, sig22 ;*** Es Error

    clr tcon.4      ;*** para timer0

    mov th0,#00h    ;*** inicializa timer0
    mov tl0,#00h

    setb psw.4
    clr psw.3
        mov r7, #00h
        mov r6, #01h
        mov r5,#00h
    clr psw.4
    setb psw.3

    clr btrans

```

```

mov r7, #00h

        jb bcolgar, colgar
                                           ;***Res. secuencia
                                           ;***escape

        setb psw.4      ;*** inicializa
                                           ;*** timer0

        clr psw.3
        mov r7, #00h
        mov r6, #02h
        mov r5, #01h
        clr psw.4
        setb psw.3

        mov dptr, #8000h ;*** transmite +
        mov a, #2bh
        movx @dptr, a

        setb tcon.4      ;*** activa timer0

        ajmp salida3

colgar: nop
                                           ;*** Res. secuencia
                                           ;*** colgar
        mov dptr, #1510h ;*** transmite el
        mov a, r7        ;*** primer caracter
        movc a, @a+dptr ;*** secuencia
                                           ;*** colgar

        mov r6, dph
        mov r5, dpl

        mov dptr, #8000h
        movx @dptr, a
        inc r7

        setb btrans      ;*** avilita
                                           ;*** transmicion

        ajmp salida3

sig22: cjne a, #49h, salida3 ;*** Es No Carrier

        clr tcon.4      ;*** para timer0

```

```

mov th0,#00h      ;*** inicializa timer0
mov tl0,#00h

setb psw.4
clr psw.3
    mov r7, #00h
    mov r6, #01h
    mov r5,#00h
clr psw.4
setb psw.3

clr btrans
mov r7, #00h

    mov r1, #50h
    mov r3, #01h      ;*** cambia a etapa 1
    mov r7, #00h      ;*** inicializa
                        ;*** incremento

    clr btrans
    clr btbufout
    clr binterru

ajmp salida3

trans3: cjne r2, #02h, salida3 ;*** Transmitted

    jnb btrans, salida3

    mov dph, r6      ;*** transmite
                        ;*** secuencia
    mov dpl, r5      ;*** de colgar
    mov a, r7
    movc a, @a+dptr

    mov dptr, #8000h
    movx @dptr, a
    inc r7

    cjne a, #0ah, salida3 ;*** es el
                        ;*** ultimo

    clr btrans      ;*** desavilita
                        ;*** transmision
    mov r7, #00h

```

```

mov th0, #00h
mov tl0, #00h

setb psw.4           ;*** seleccion de
clr psw.3           ;*** retardo #3
    mov r7, #00h    ;*** timer0
    mov r6, #03h
    mov r5, #00h
clr psw.4
setb psw.3

setb bcolgar
clr bescape
setb tcon.4        ;*** avilito timer0

ajmp salida3

salida3: nop
        ret

```

```

;*****
;***** SUB RUTINA SERIAL *****
;*****

serial: nop
        setb psw.4                ;** bank 2

        jb scon.1, exit0         ;** es bufer Trans
                                        ;** Vacios
        jb brecci, recibir       ;** esta recibiendo
                                        ;** la cadena
        mov a, sbuf              ;** lee el dato

        cjne a, #24h, exit0      ;** compara con $

        setb brecci             ;** activa brecci
        setb brbufin

        mov @r0, a               ;** lo guarda
        inc r0                   ;** incrementa
        ajmp exit0              ;** salida

recibir: mov a, sbuf             ;** esta recibiendo
        mov @r0, a               ;** lo guarda
        inc r0

        cjne a, #0ah, eti2       ;** compara R0 con
                                        ;** 4ah
        ajmp final2             ;** inicializa

eti2:   cjne r0, #50h, exit0

final2: mov r0, #25h

        clr brecci
        clr brbufin
        setb bdatosn

exit0:  clr scon.1               ;** limpia banberas
        clr scon.0               ;** del com serie

        clr psw.3                ;** bank 0

reti

```

```
;*****  
;***** SUB-RUTINA TIMERO PROGRAMA PRINCIPAL *****  
;*****
```

```
timer0: nop  
  
        setb psw.4                ;**** Bank 2  
  
        inc r7  
  
        cjne r6, #01h, next1  
        ajmp retardo1            ;** retardo 35 seg  
  
next1:  cjne r6, #02h, next2  
        ajmp retardo2            ;** retardo 0.5 seg  
  
next2:  cjne r6, #03h, next3  
        ajmp retardo3            ;** retardo 5 seg  
  
next3:  cjne r6, #04h, fin  
        ajmp retardo4            ;** retardo 1 seg  
  
fin:    nop  
        clr psw.4  
  
        reti
```

```
;*****  
;***** RETARDO #1 35 SEGUNDOS *****
```

```
retardol: nop  
         jb b8, acarreo  
  
         cjne r7, #0ffh, fin1  
  
         setb b8  
         mov r7, #00h  
         ajmp fin1  
  
acarreo: cjne r7, #0ech, fin1 ;***** tiempo 35 seg  
  
         clr tcon.4           ;*****Para timer0  
  
         clr b8              ;*** Inicializa timer0  
  
         mov r7, #00h  
         mov th0, #00h  
         mov tl0, #00h  
  
         jb btimconec, llamar2 ;*** Seleccion de llamar  
                                     ;*** o tiempo de conexion  
                                     ;**** Es llamar  
  
         setb psw.3  
         clr psw.4  
  
         setb btrans  
  
         mov r7, #00h  
         mov dptr, #1500h  
         mov a, r7  
         movc a, @a+dptr  
  
         mov r6, dph  
         mov r5, dpl  
  
         mov dptr, #8000h  
         movx @dptr, a  
  
         inc r7  
  
         clr psw.3  
         setb psw.4  
  
ajmp fin1
```

```
llamar2: nop          ;**** Es Tiempo de conexion
```

```
clr btrans
```

```
clr psw.4
```

```
setb psw.3
```

```
mov r1, #50h
```

```
setb psw.4
```

```
clr psw.3
```

```
mov r6, #04h        ;*** Seleccion de retardo 4
```

```
setb tcon.4        ;*** Se activa timer0
```

```
fin1: nop
```

```
ajmp fin
```

```
;*****
```

```
;***** Retardo de 0.5 Seg. #02 (Secuencia Escape)
```

```
retardo2: nop
```

```
cjne r7, #07h, fin2
```

```
mov r7, #00h        ;*** contador1=00h
```

```
mov dptr, #8000h    ;*** Transmite +
```

```
mov a, #2bh
```

```
movx @dptr, a
```

```
inc r5              ;*** Incrementa
```

```
;*** # retardo
```

```
cjne r5, #03h, fin2 ;*** Es el tercero
```

```
clr tcon.4         ;*** para timer0
```

```
mov th0, #00h      ;*** Inicializa
```

```
;*** registros
```

```
mov tl0, #00h      ;*** del timer0
```

```
mov r7, #00h
```

```
mov r5, #00h
```

```
mov r6, #03h
```

```
setb bescape       ;*** avilita bandera
```

```
clr bcolgar
```

```
setb tcon.4        ;*** avilita timer0
```

```

fin2: nop
      ajmp fin

```

```

;*****
;***** Sub- Rutina Retardo 5 Segundos *****

```

```

retardo3: nop
          cjne r7, #46h, fin3

```

```

          clr tcon.4          ;*** para timer0

```

```

          mov r7, #00h        ;*** inicializa
                               ;*** registros

```

```

          mov th0, #00h       ;*** del timer0

```

```

          mov tl0, #00h

```

```

          jb bescape, escape  ;*** seleccion de
                               ;*** escape
                               ;*** o colgar

```

```

                               ;***colgar

```

```

          setb psw.3

```

```

          clr psw.4

```

```

          mov dptr, #1510h    ;***transmicion
                               ;***del

```

```

          mov a, r7           ;***primer
                               ;***caracter

```

```

          movc a, @a+dptr     ;***de secuencia
                               ;***colgar

```

```

          mov r6, dph

```

```

          mov r5, dpl

```

```

          mov dptr, #8000h

```

```

          movx @dptr,a

```

```

          inc r7

```

```

          setb btrans

```

```

          setb bcolgar        ;*** opcional

```

```

          clr bescape

```

```

          clr psw.3

```

```

          setb psw.4

```

```

ajmp fin3

```

```

escape: nop                ;***** secuencia escape

        mov r7, #00h       ;*** Inicializa registros
        mov r6, #02h       ;*** timer0
        mov r5, #01h

        mov a, #2bh        ;*** transmite +
        mov dptr, #8000h
        movx @dptr, a

        setb tcon.4        ;*** activa timer0

fin3:  nop
      ajmp fin

```

```

;*****
;***** Sub- Rutina 1 Segundo *****

```

```

retardo4: nop
        cjne r7, #0eh, fin4

        clr tcon.4         ;*** para timer0

        mov th0, #00h      ;*** se inicializa
        mov tl0, #00h      ;*** registros del timer0

        mov r7, #00h
        mov r6, #02h       ;*** cambio a retado #2
        mov r5, #01h

        clr psw.4
        setb psw.3

        mov r3, #03h       ;*** cambio a etapa 3

        setb psw.4
        clr psw.3

        mov a, #2bh        ;*** se transmite +
        mov dptr, #8000h
        movx @dptr, a

        setb tcon.4        ;*** avilita timer0

```

```
fin4: nop
      ajmp fin
```

```
;*****
```

```
.org 1500h
.db "ATDT1778692"
.db 0dh
.db 0ah
```

```
.org 1510h
.db "ATH0"
.db 0dh
.db 0ah
```

```
.org 1540h
.db "$GPGLL,4916.458,N,12311.127,W,225444,A*E8"
.db 0dh
.db 0ah
```

```
.end
```

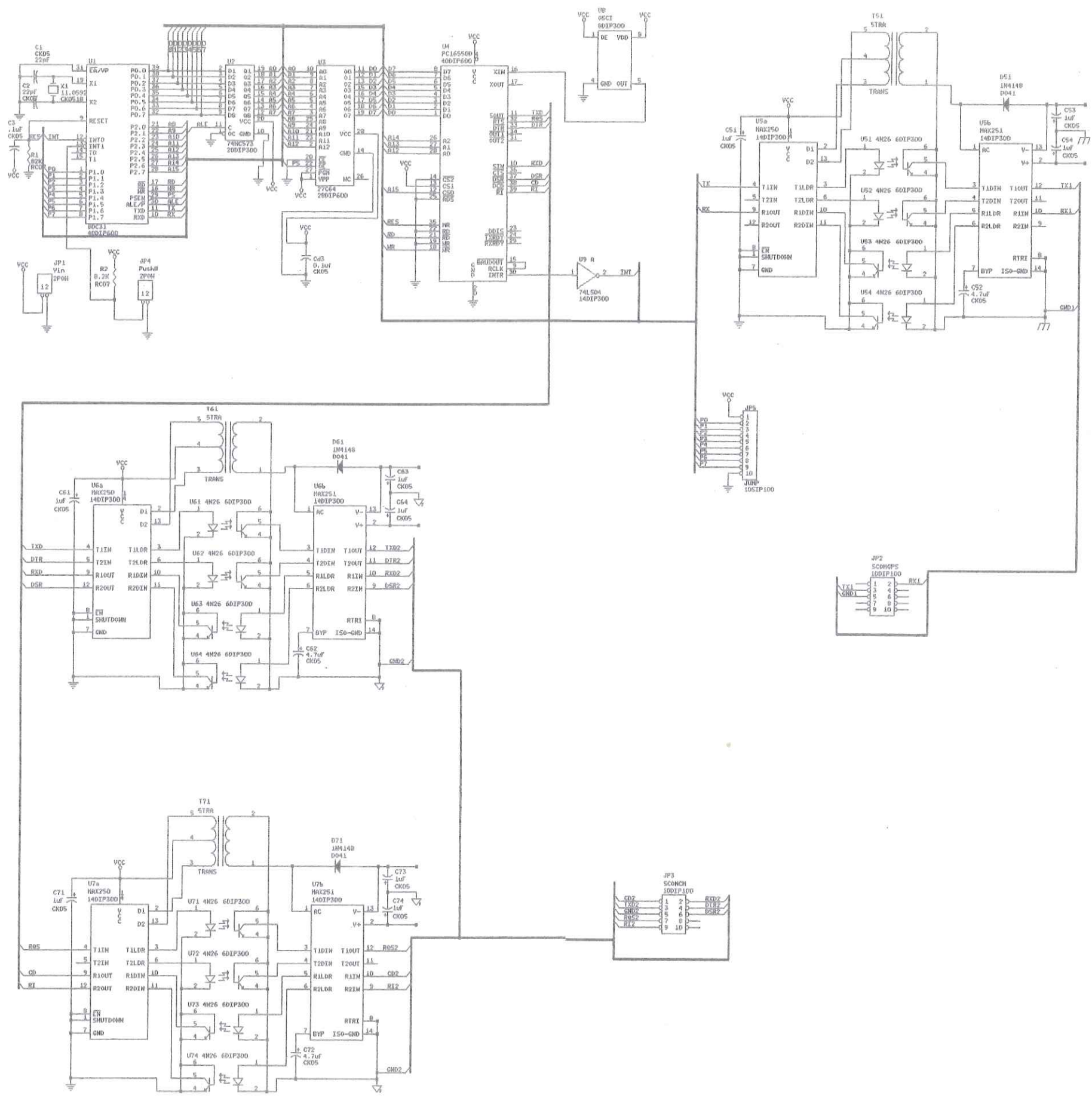


Figura 6.6 Diagrama Completo