

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITECNICA
DE
LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ORIGINAL

TITULO: SISTEMA INTEGRADO DE NAVEGACION.

AUTOR:

TUTOR:

Fdo. Manuel Alemán Sánchez

Fdo. José M. Caruncho Rodado

INDICE

	<u>Pag.</u>
OBJETO DEL PROYECTO.....	1
CAPITULO I. DEFINICION DE TERMINOS NAUTICOS.....	5
CAPITULO II. EL PILOTO AUTOMATICO.....	8
2.1.- Introducción.....	9
2.2.- Descripción del piloto automático.....	9
2.3.- Funcionamiento del piloto automático.....	15
2.4.- Controles de un piloto automático.....	17
CAPITULO III. EL SISTEMA DE NAVEGACION POR SATELITE.....	19
3.1.- Descripción general.....	20
3.2.- Teoría de la fijación por satélite.....	24
3.3.- Constitución hardware de un sistema de navegación por satélite.....	29
3.4.- Un sistema de navegación por satélite: el MX 1142.....	32
3.4.1.- Descripción del MX 1142.....	32
3.4.2.- Controles del MX 1142 relacionados con el sis- tema integrado de navegación.....	33
3.4.3.- Características técnicas del MX 1142.....	38
CAPITULO IV. MANEJO DEL SISTEMA INTEGRADO DE NAVEGACION.....	42
4.1.- Funcionamiento del sistema integrado de navegación.....	43
4.2.- Programación de datos correspondientes al piloto automa.	45
4.3.- Programación de datos relacionados con el sistema de navegación por satélite.....	46
CAPITULO V. HARDWARE DEL SISTEMA.....	50
5.1.- Descripción de los circuitos integrados utilizados.....	51
5.1.1.- Microprocesador 8085-A.....	51
5.1.2.- Unidad sincrónica-asincrónica de recepción y trans- misión (USART) 8251-A.....	51
5.1.3.- Controlador de teclado y display 8279-S.....	55
5.1.4.- Memoria RAM con puertos de E/S y timer 8155.....	60
5.1.5.- Convertidor analógico digital NE 5037.....	62
5.1.6.- Timer 555.....	63

	<u>Pag.</u>
5.1.7.- Driver direccionable de periféricos NE590.....	63
5.1.8.- Memoria EPROM de 4K bytes 2732A.....	64
5.1.9.- Driver-decodificador de código ASCII a 18 segmentos AC5947N.....	65
5.1.10.- Conmutadores analógicos 4066B.....	65
5.1.11.- 8 flip-flops tipo D 74LS373.....	67
5.1.12.- 2 flip-flops tipo D activados por flanco de subida 74LS74.....	67
5.1.13.- 8 flip-flops tipo D disparados por flanco de subida 74LS374.....	67
5.1.14.- 2 decodificadores 1 de 4 74LS134.....	67
5.1.15.- Codificador prioritario de 8 entradas 74148..	68
5.1.16.- Puertas NOR 74LS02 y puertas NAND 74LS00.....	68
5.1.17.- Optoacoplador 6N136.....	69
5.2.- Descripción del conexionado del hardware.....	70
5.2.1.- Descripción del microcomputador.....	72
5.2.2.- Descripción de la unidad de transmisión y recepción.....	75
5.2.3.- Unidad de conversión analógica digital.....	78
5.2.4.- Unidad controladora de teclado y display.....	80
5.3.- La alimentación.....	83
5.4.- Lista de componentes.....	83
CAPITULO VI. SOFTWARE DEL SISTEMA.....	86
6.1.- Programa de inicialización.....	87
6.1.1.- Programación de la 8155.....	87
6.1.2.- Programación de los registros de la USART.....	87
6.1.3.- Programación de los registros de la 8279.....	87
6.1.4.- Confección de la información de ruta.....	89
6.2.- Programa que hace la función de piloto automático e introduce el rumbo en el compás giroscópico.....	90
6.2.1.- Trozo de programa que hace la función de piloto automático.....	90

6.2.2.- Programa que lee el rumbo a gobernar y lo introduce en el compás giroscópico y en el Magnavox.....	92
6.3.- Programa que atiende a la interrupción RST 5.5 y subrutinas asociadas a ella.....	94
6.3.1.- Subrutina VISUA.....	101
6.3.2.- Subrutina VISUAL.....	101
6.3.3.- Subrutina BIASCI.....	102
6.3.4.- Subrutina RUTA.....	103
6.4.- Programa que atiende a la interrupción RST 7.5.....	103
6.5.- Programa que atiende a la interrupción RST 6.5 y subrutinas asociadas a ella.....	103
6.5.1.- Subrutina RUMGOB.....	110
6.5.2.- Subrutina TX.....	110
6.5.3.- Subrutina PRINT.....	115
6.6.- Programa que atiende a la interrupción TRAP.....	115
6.7.- Comentario final.....	116

ANEXO I

ANEXO II

ESQUEMAS

BIBLIOGRAFIA

OBJETO DEL PROYECTO.

El objetivo del proyecto es el de formar un Sistema Integrado de Navegación, basado en la tecnología microelectrónica y concretamente en el microprocesador 8085 de la casa Intel.

El microprocesador lleva una circuitería adicional que es suministrada por el fabricante de dicha pastilla; dicha circuitería consiste en: las memorias (tanto RAM como ROM), la USART (Unidad Sincrona y Asincrona de Transmisión y Recepción) y el controlador de teclado y display.

Se conoce por Sistema Integrado de Navegación a un conjunto de aparatos e instrumentos que, utilizados en un barco como ayuda para el mejor gobierno de este, son "enlazados" o unidos por medio de un ordenador, el cual es capaz del control de cada uno de ellos.

Hasta ahora estos aparatos e instrumentos ejercían su función de forma independiente. El oficial de navegación es el que los controlaba todos; pues el Sistema Integrado de Navegación lo que pretende quitar esta tarea, en el fondo monótona, a dicho oficial. Esto no quiere decir que se deje el absoluto control al sistema de navegación, ya que siempre tiene que haber una persona en el puente de mando, que supervise el funcionamiento de este; ya que se podría producir un error en el sistema que pudiera ser fatal para el barco y su tripulación.

Concretándonos ya en el proyecto; el sistema proyectado controla un Sistema de Navegación por Satélite (de todos los sistemas usados como ayuda a la navegación para el conocimiento de la posición del barco, es el que menos error introduce; entre otras cosas nos dice la situación del barco en coordenadas terrestres, es decir, la latitud y longitud) y los modelos MX 1105 o MX1142 fabricados por la empresa norteamericana Magnavox, y en general cualquier modelo que tenga las características que poseen los modelos citados.

El otro elemento que controla el sistema es un compás (elemento que nos proporciona el rumbo que lleva el barco con respecto al Norte geográfico o magnético, dependiendo del tipo de compás utilizado) , que puede ser magnético (usado en pequeñas embarcaciones para hacer viajes locales, introducen bastantes errores) o el giroscópico (es el mayormente usado en los barcos el que menos errores introduce al indicar el rumbo).

El sistema desarrollado posee unas líneas de entrada que se pueden conectar a las líneas de alarma que poseen los modernos radar y sonar. Estas alarmas se activan si se detecta un objeto, tanto bajo o sobre la superficie marítima, que se encuentre dentro de una zona de seguridad, la cual ha sido fijada previamente en el radar o sonar correspondiente.

Como para leer los datos referente a la navegación se utiliza el Magnavox y mas concretamente su salida para impresora y para no privar al oficial de navegación de obtener la impresión de los datos de navegación, el sistema posee una línea de salida para impresora, la cual, puede ser controlada desde el sistema que se describirá en este proyecto.

¿Como se utiliza un Sistema Integrado de Navegación?

Inicialmente el oficial programa los distintos rumbos o puntos de giro (en inglés, waypoint) por los cuales tendrá que pasar el barco (en el sistema puede haber hasta nueve puntos de giro, los cuales han sido previamente definidos) una vez comience su funcionamiento este , de forma automática y sin que intervenga persona alguna para su gobierno.

Otra de las ventajas de los Sistemas Integrados de Navegación es que corrigen las derivas que puede tener un barco siguiendo un determinado rumbo y funcionando solamente con el Piloto Automático.

De cara al usuario el sistema posee un teclado, por el cual se introducen datos referentes a la navegación, un display alfa-

numérico por el cual se visualizan datos de navegación y del funcionamiento del propio sistema.

La redacción de proyecto se ha dividido en seis partes:

- 1.- Definición de términos nauticos utilizados en la redacción del proyecto.
- 2.- El Piloto Automático.
- 3.- El Sistema de Navegación por Satélite.
- 4.- Manejo del Sistema Integrado de Navegación desarrollado.
- 5.- Hardware del Sistema Integrado de Navegación.
- 6.- Software del Sistema Integrado de Navegación.

CAPITULO I

DEFINICION DE TERMINOS NAUTICOS

1.- Defenición de términos nauticos usados en la literatura del proyecto.

Con este capitulo se pretende familiarizar al lector, que proveniente en su mayoria del sector electrónico, con los términos nauticos utilizados en la redacción de este proyecto y que sin su conocimiento, el lector quedaría con lagunas.

Estos términos son:

- Dead reckoning; es la determinación de la posición del avance de un barco conociendo el punto de partida, el rumbo y la distancia recorrida o ,en su caso, la velocidad.
- Posición en la Tierra; una posición en la superficie terrestre puede ser definida por sus coordenadas, llamadas esta, latitud y longitud.
- Latitud; es la distancia angular desde el Ecuador medida hacia el Norte o hacia el Sur.
- Longitud; es el angulo que hay entre el meridiano de Greenwich (meridiano 0) y otro meridiano, medido hacia el Este o al Oeste.
- Meridiano; circulo que corta los polos (hay infinitos meridianos).
- Milla nautica; es igual a 1852 metros. Para la mayoría de los propósitos de navegación la milla es la longitud de un minuto de latitud.
- Nudo; es una medida de velocidad, es igual a una milla por hora.
- Formas de navegación; se puede navegar según una línea de rumbo (rhumb line o RL) o un gran círculo (great circle o GC).
- Línea de rumbo o loxodrómica; es una línea que tiene el mismo angulo oblicuo con todos los meridianos, en las cartas de navegación loxodrómicas (cartas de Mercator) las líneas de rumbo aparecen como líneas rectas. Este tipo de navegación es el mas empleado por los navegantes. Sobre las cartas nauticas el

navegante traza la ruta que debe seguir para llegar a otro punto determinado, que luego sigue con la ayuda del compás giroscópico o magnético, haciendo que la proa del barco forme con el Norte del compás el mismo ángulo que forman la ruta trazada con la dirección Norte en la carta marítima.

- Gran círculo u ortodrómica; este tipo de navegación se utiliza para recorrer grandes distancias, como cruzar el Atlántico. Se sabe que sobre una esfera la vía más corta entre dos puntos está siempre representada por el arco de circunferencia máxima que pasa por ambos puntos, pues a dicho arco se le llama ortodrómica presenta el inconveniente de que corta a los meridianos según un ángulo que varía continuamente. En la práctica lo que se hace es dividir una ortodrómica en varias loxodrómicas de manera que se cambie el rumbo a intervalos regulares de tiempo.
- Proa; parte delantera del buque.
- Popa; parte trasera del buque.
- Estribor; costado derecho del buque, mirado de popa a proa.
- Babor; costado izquierdo del barco, mirando de popa a proa.
- Guiñada; movimiento de la proa del barco hacia babor o a estribor.

CAPITULO II
EL PILOTO AUTOMATICO

2.1.- Introducción.

En este capítulo se pretende dar unas nociones sobre lo que es un piloto automático. Estas nociones serán básicas para la implementación, en software, de la función que realiza un piloto automático, que como se sabe forma parte de lo que es un sistema integrado de navegación.

2.2.- Descripción del piloto automatico.

Durante muchos años los timoneles de los barcos tenían que permanecer horas y horas alo largo de la travesía, controlando el timón para corregir cualquier desviación de rumbo que el barco hubiera podido sufrir. Las tareas monotonas llegan a distraer la atención de lo que se está haciendo; El piloto automático surge para liberar de esta tarea al timonel del barco, el cual, ahora su misión será la de supervisar el funcionamiento del piloto automatico y estar atento para cuando haya que hacer un cambio de rumbo.

Se puede definir un piloto automatico como un "aparato" que conectado a un compás gobierna el rumbo del barco de forma automatica. Previamente se ha tenido que fijar el rumbo a seguir por el barco en el compás.

Hasta ahora los pilotos automáticos están implementados de forma "analógica", es decir, las señales que trata el "aparato" son de forma analógica y no es un programa, que introducido en un microcomputador, el que realiza la función del piloto automatico.

Desde el punto de vista electrónico el piloto automatico es es un sistema realimentado. Se pude ver en la figura 2.1 el esquema típico de bloques de un piloto automático.

Los elementos de que constan este (que son los mínimos que debe llevar un piloto automático) son:

- Compás

Puede ser giroscópico o magnético. Los grandes barcos uti-

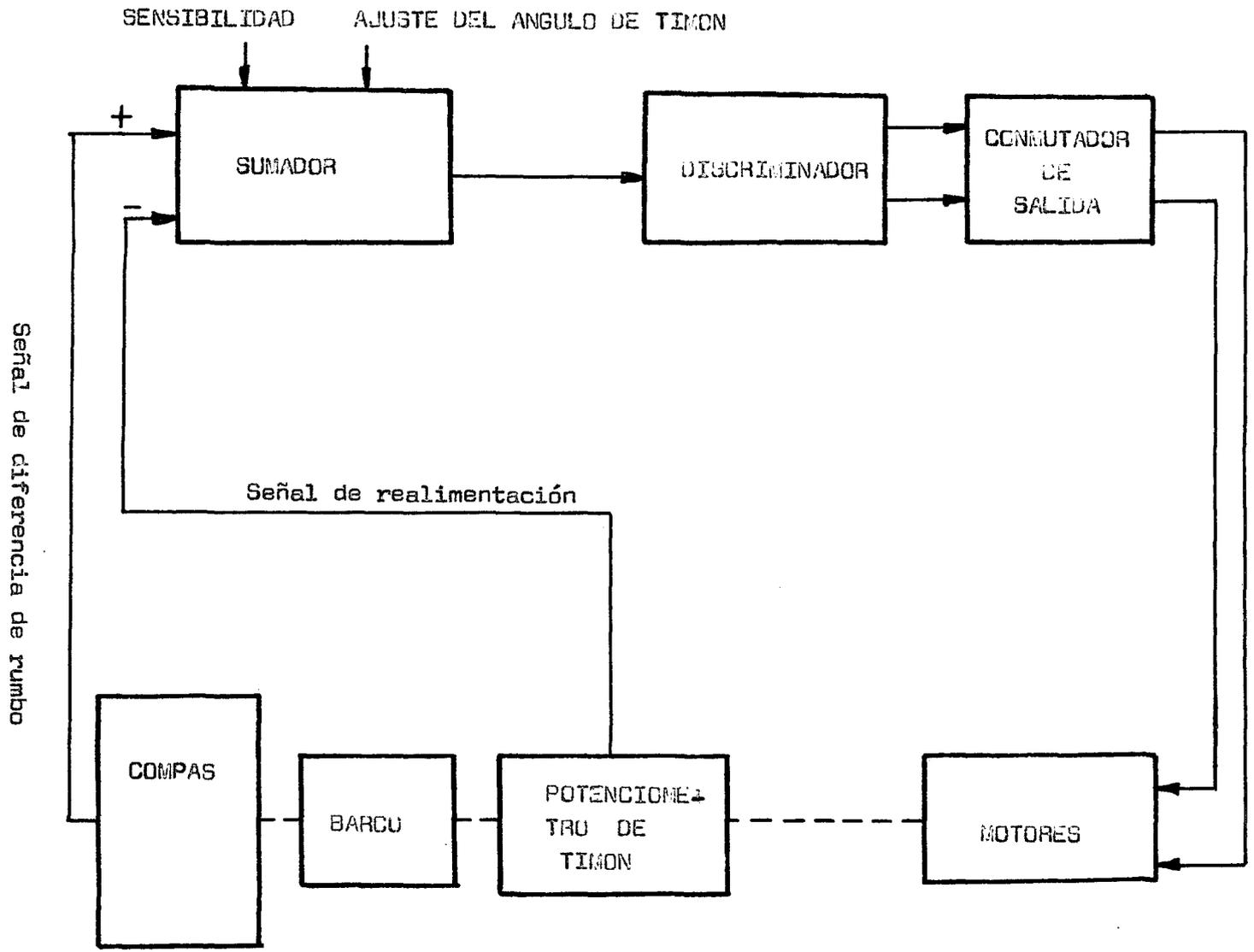


Fig. 2.1.-

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

lizan el compás giroscópico por se el mas preciso .

Este tipo de compás se basa en el gran momento de inercia que que poseen los giroscopos, la principal ventaja es que nos proporciona la dirección que lleva el barco con respecto al Norte geográfico y no al Norte magnético como lo hace el compás magnético.

Por ser el compás giroscópico el mas empleado se hará una explicación mas detallada de este.

Se define un giróscopo como una masa giratoria o volante, al cual se le ha imprimido una alta velocidad; esta masa giratoria está montada sobre unos pivotes o suspensión cardán, tal que puede girar o inclinarse en cualquier dirección como se puede ver en la figura 2.2 (se dice que tiene tres grados de libertad).

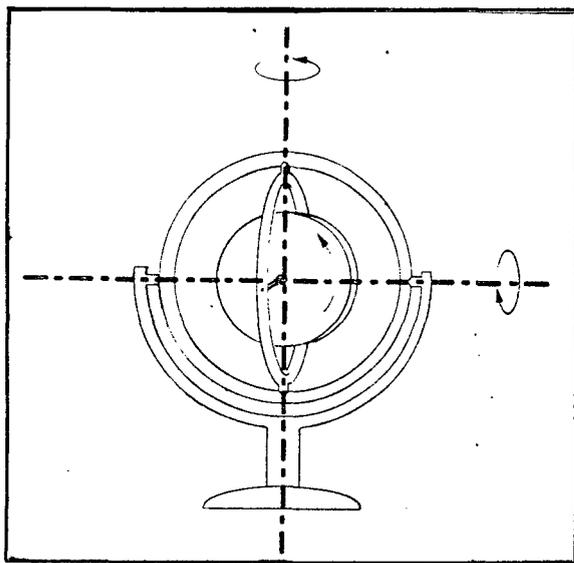


Fig 2.2.-

La propiedad principal de un giroscopo es su inercia. La inercia la tiene la masa que está girando, por lo cual tiende a permanecer esta en el mismo plano.

Como se puede ver en la figura 2.3 , que si se sitúa un sistema giróscopo en un punto del Ecuador de la Tierra, al girar

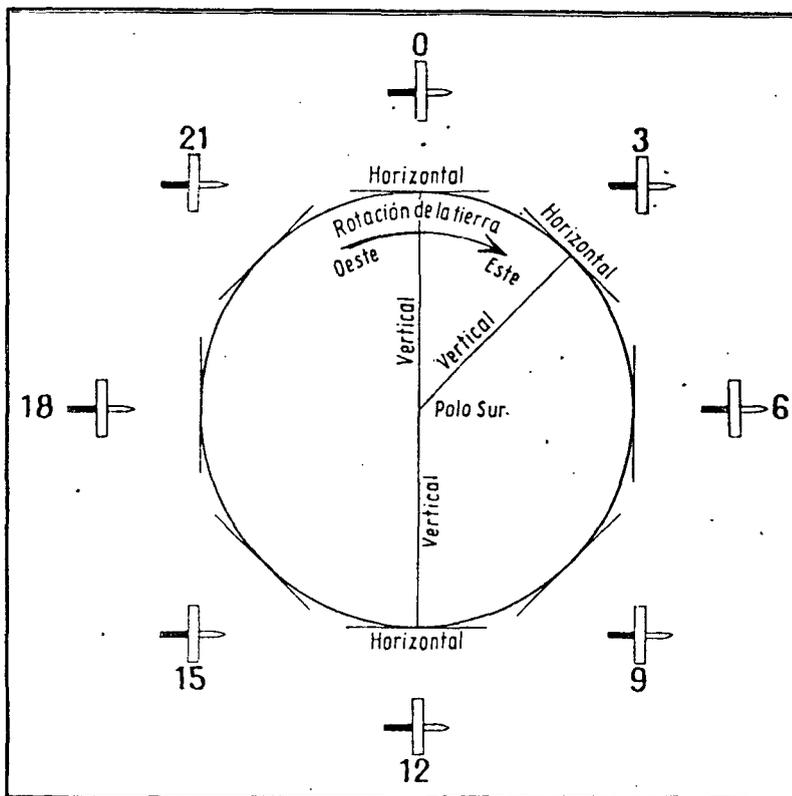


Fig 2.3.-

esta, la posición de la masa giratoria no cambia.

En un compás giroscópico la masa giratoria siempre está apuntando al Norte geográfico.

El principal error de un compás giroscópico o simplemente llamado a menudo giroscópica, es el llamado error de latitud debido a la velocidad. Este error solo se hace presente cuando el barco se halla en movimiento y es debido al movimiento de la Tierra, el cual hace que se forme una componente que se suma a la del propio sistema giroscópico, con lo que se tiene que la masa giratoria no apunta exactamente al Norte.

Este error depende de la velocidad del barco y de la latitud en la que se encuentre el barco en esos momentos.

Si llamamos e al ángulo de error, se tiene que:

$$\text{seno } e = \frac{V \times \text{coseno}(\text{rumbo del compás})}{900 \times \text{coseno } b}$$

donde:

V es la velocidad de barco en nudos.

b es la latitud geográfica.

Para obtener el rumbo verdadero que lleva el barco; e debe sumarse al rumbo que marca el compás, con signo positivo si el barco se dirige hacia el Norte; y con signo negativo si el barco se dirige hacia el Sur.

Se hace notar que cuando se va hacia el Este o hacia el Oeste, el error de rumbo es cero y que el error es mayor a medida que el barco se aproxima a los polos y menor cuando se acerca al Ecuador.

Hay algunos compases giroscópicos, en los cuales por su diseño, tienen algún dispositivo que autocorrije este error.

El compás magnético es una extensión más perfeccionada de lo que es la brújula y que como se sabe, su principio de funcionamiento está en la orientación que toma una aguja imantada hacia el Norte (magnético). Este tipo de compás está sujeto a variedad de errores, entre los principales es de destacar la influencia magnética de las zonas terrestres sobre el compás (hay cartas marítimas donde aparece estas zonas, con el correspondiente factor de corrección sobre el rumbo que marca el compás), con la consecuente desviación aún más del Norte geográfico; también hay que tener en cuenta que se ha de montar sobre una estructura metálica como es la del barco, la cual tiende a variar las líneas de fuerza de campo terrestre (aunque los compases magnéticos más perfeccionados tienen dispositivos de compensación que anulan el efecto negativo que puedan introducir esas partes metálicas).

Es por todo esto que el compás magnético es usado en veleros y yates pequeños.

Por lo dicho anteriormente es de proveer que un sistema integrado de navegación debe ir equipado con un compás giroscópico y no con un magnético, al ser el primero el que menos error introduce.

Desde el punto de vista del manejo del compás hay que decir que consta de un círculo graduado en grados (de 0 a 359 grados) denominado rosa del compás.

La mayoría de los compases giroscópicos tienen una rosa en la cual se marca o coloca el rumbo que se va seguir en modo automático (cuando se conecta el piloto automático) y otra rosa donde se indica el rumbo verdadero que lleva el barco en cada momento.

Cuando el compás giroscópico se conecta a un piloto automático, este recibe señales de diferencia de rumbo (con respecto al rumbo previamente fijado) del compás; estas señales son proporcionales a la cantidad de desviación de rumbo que haya podido sufrir el barco; son tratadas por el sistema electrónico del piloto automático, el cual , a su vez actúa sobre el timón para corregir esa diferencia de rumbo.

- Sumador

A la salida de este bloque se encuentra la señal de error que está presente en todo sistema realimentado. Como se puede observar en la figura 2.1 , al sumador le llegan dos señales; una proveniente del compás y otra negativa (que constituye la realimentación negativa del sistema) proveniente del potenciómetro de timón.

Se puede ver que además en este bloque se encuentran los controles que posee el piloto automático como son la "Sensibilidad" y el de "Angulo girado de timón según la guiñada"; los cuales serán explicados mas adelante.

- Discriminador

Tiene como misión interpretar la señal de error. Esta interpretación consiste en saber hacia donde tiene que girar el timón (babor o estribor) para corregir la desviación de rumbo.

- Conmutadores de salida

En la practica se le conoce, a este bloque, como caja de re-

lés; en el se encuentran dos relés, uno que cuando se activa conecta el motor que hará moverse el timón a estribor y el otro que hace moverse el timón a babor. Estando desconectado los dos relés el motor de gobierno del timón está parado.

- Motores

Consta del motor o motores que mueven la pala del timón hacia babor o hacia estribor.

- Potenciómetro de timón

Conocido también como potenciómetro de popa. Como su nombre indica es un potenciómetro que cuyo valor óhmico varía entre los 500 y 1.000 ohmios.

Por medio de una varillas de sostenimiento que posee, este potenciómetro va unido solidariamente al timón, de tal forma que cuando se mueve este, también se mueve el potenciómetro en la misma proporción que lo hace aquel.

2.3.- Funcionamiento del piloto automático

Para explicar mejor el funcionamiento, se recurre a los distintos dibujos que aparecen en la figura 2.4.

Supongamos que el barco sigue el rumbo fijado por el compás como sucede en el caso (A).

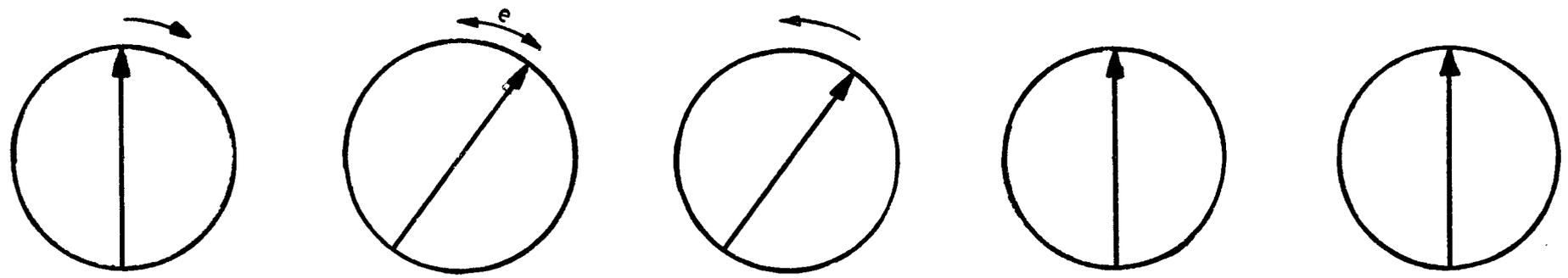
En el caso (B) se puede ver como una guiñada hace que cambie la posición del barco y por tanto el compás proporcione un error de rumbo e ; este error lo detecta el sistema, que hace que actúe el timón en la dirección tal que tienda a oponerse a la guiñada.

En el caso (C) se observa como el timón se para cuando se ha desplazado una cantidad igual al error de rumbo e ; tómesese como conclusión que cuanto mayor es el error de rumbo, mas cantidad de timón hay que dar.

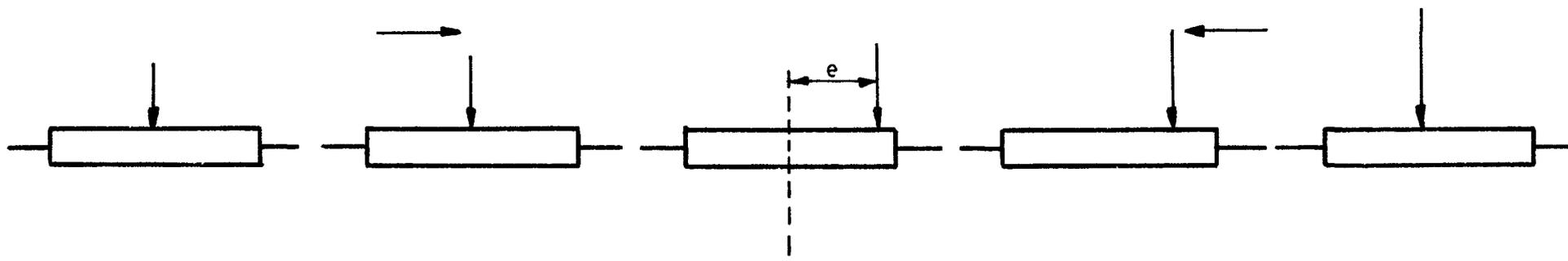
En el caso (D) se ve como el barco ha llegado a situarse en rumbo, por lo cual el timón empieza a girar para colocarse en su posición neutra.

En el caso (E) se puede ver como el barco sigue el rumbo

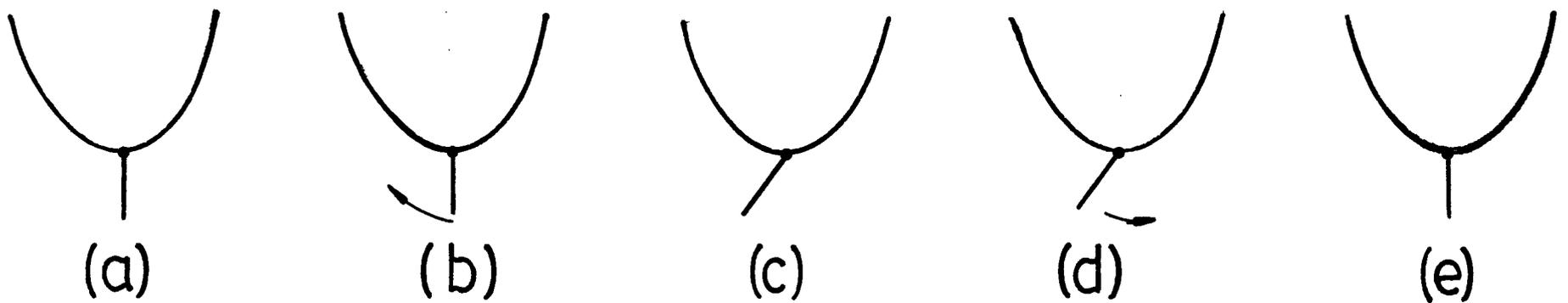
BARCO



POTENCIO-
METRO DE
TIMON



TIMON



previamente fijado y el timón se ha situado en su posición central. Se puede decir que se ha terminado el ciclo de corrección de rumbo que conlleva una desviación de este.

Por supuesto que una guiñada no se corrige en un solo ciclo ya que por la inercia que lleva el barco, y concretamente en los casos (D) y (E), este tiende a irse hacia babor con lo cual se iniciaría un ciclo contrario al visto.

La evolución de la corrección de la guiñada se puede comparar a una oscilación amortiguada, donde el valor medio de dicha oscilación es el rumbo que tiene que seguir el barco.

Una condición para que el sistema sea estable (evolucione según una oscilación amortiguada y no según una oscilación "normal") es que la velocidad de giro del timón sea siempre mayor que la velocidad de giro del barco; condición que siempre se cumplirá.

2.4.- Controles de un piloto automático.

Todos los pilotos automáticos tienen como mínimo dos controles. Sin estos el piloto automático creado serviría solamente para un determinado barco y para unas condiciones de carga y de tiempo atmosférico específicas.

A los dos controles citados se le denominan:

a) Sensibilidad o "Wheather Adjustment"

Es un control que determina la sensibilidad del piloto automático para detectar una guiñada .

Este control es variable, con lo cual, previamente el timonel ha introducido el dato perteneciente a la sensibilidad que se desea en esos momentos. Ese dato indica la cantidad de desviación de rumbo que se permite antes de que actúe el timón para corregir dicha desviación.

Este control es necesario para viajar en condiciones de tiempo distintas. Interesa que en mar tranquila este control esté puesto al mínimo (máxima sensibilidad), pero no ocurre lo mis-

mo cuando hay mal tiempo, donde deberá tomar un valor alto (mínima sensibilidad); si estuviera al mínimo lo mas probable es que estropeara el mecanismo de gobierno de timón, es por esto que con este control se le da cierta "holgura" antes de que el sistema comienza a corregir la guiñada.

Otra utilidad de este control la tenemos cuando un barco recibe la mar de popa; llevará la proa a una y otra banda mientras pasa la ola por la quilla, sería inútil que actuara el timón en este caso.

b) Ajuste de angulo de timón o "Initial rudder adjustment"

La cantidad de timón necesario para corregir una guiñada varía considerablemente con la carga y el asiento del buque. Además en el transcurso de un viaje, un barco puede ir dejando o tomando mercancías por lo distintos puertos por donde pasa e ir aligerando o aumentando su carga, a veces, estas variaciones de carga, puede variar en miles de toneladas. Por consiguiente cuando mas carga tiene el barco mas cantidad de timón hay que dar para corregir la guiñada.

En el apartado anterior se vió que cuando el barco se desviaba e grados del rumbo, el timón tenía que moverse también e grados; pues en la practica, el timón se mueve e mas a grados donde a es un valor variable que se introduce con el control de "Angulo de timón girado según guiñada".

CAPITULO III
EL SISTEMA DE NAVEGACION POR SATELITE

3.1.- Descripción general

El sistema de navegación por satélite es un sistema que entre otras cosas, nos proporciona con gran precisión la posición del barco sobre la superficie terrestre; en realidad el sistema consiste en un receptor de la señal que envía los satélites denominados como TRANSIT, un teclado, un display, un interface para el conocimiento de la velocidad y pequeñas variaciones de rumbo, y un procesador que se encarga de procesar distintas informaciones para obtener una gran cantidad de funciones de navegación; además suele traer una salida para impresora.

Las funciones de navegación que suelen realizar este tipo de sistemas son:

- Posición del barco en cada momento.
- Indica velocidad del barco.
- Indica rumbo del barco
- Calcula la deriva que puede tener el barco en su travesía.
- ± Visualiza la hora local (por donde pasa el barco en esos momentos) y la hora GMT.
- Posee alertas de navegación; entre las cuales están:
 - a) Cuando se adquiere la señal de satélite.
 - b) Cuando la señal recibida está totalmente tratada y se produce una fijación por satélite (Fix satellite)
 - c) Cuando llegamos a un punto de giro, que previamente há sido introducido por medio del teclado que se dispone (en latitud y longitud).
 - d) Cuando existe una excesiva desviación del rumbo a gobernar.
- Traza el rumbo según un gran círculo o una línea de rumbo (carta de Mercator), habiéndose dado previamente el punto de origen y el punto de destino.
- Nos indica la distancia desde la posición actual de barco a un punto de la superficie terrestre.

- Indica distancia recorrida desde el punto de partida hasta el lugar actual.
- Indica velocidad y rumbo de avance.

Las señales que suministra el satélite al sistema son usadas para calcular la latitud, longitud y la hora GMT (Greenwich mean time) con una exactitud de aproximadamente un segundo.

Una vez que se ha fijado la situación del barco por medio del satélite (Fix satellite), y hasta que se vuelva a fijar de nuevo; la posición del barco se estima, es lo que se conoce por navegación dead-reckoning.

Para la estimación de la posición que lleva el barco en cada momento se parte de que se conoce el punto de partida (que se ha fijado por medio del satélite), el rumbo del barco (que se le puede dar al sistema de forma manual o automática por medio de un interface conectado a la giroscópica) y la velocidad del barco (que se puede suministrar de forma manual o por medio de un interface conectado a la corredera del barco).

En la figura 3.1 se puede ver la combinación de fijaciones por satélite y de navegación por estima.

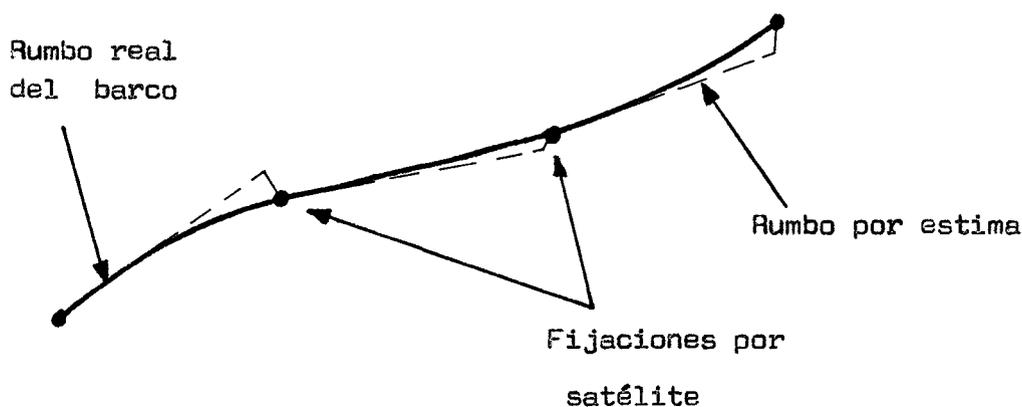


Fig. 3.1.-

La línea gruesa indica el rumbo verdadero que lleva el bar-

co en cada momento.

La línea a trozos es el rumbo calculado por el sistema mediante estimación (siempre habrá una diferencia con respecto al real).

Los puntos que aparecen en la línea gruesa son los puntos donde el sistema ha hecho la fijación con los datos procedentes del satélite (el error cometido es del orden de los 100 metros).

El sistema cometió menos error al calcular el rumbo estimado si el rumbo y la velocidad se le proporciona de forma automática y no manual.

Como se puede observar mas ampliamente en la figura 3.2 el sistema calcula la deriva que va teniendo el barco, aunque tambien esta puede ser estimada por el oficial de navegación y ser suministrada al sistema de forma manual.

La deriva viene dada por un vector, en coordenadas polares, cuyas componentes (denominadas en inglés set y drift) vienen dadas, una en grados (dirección del vector con respecto al Norte) y la otra en nudos (representa el módulo del vector, que viene dado por la velocidad).

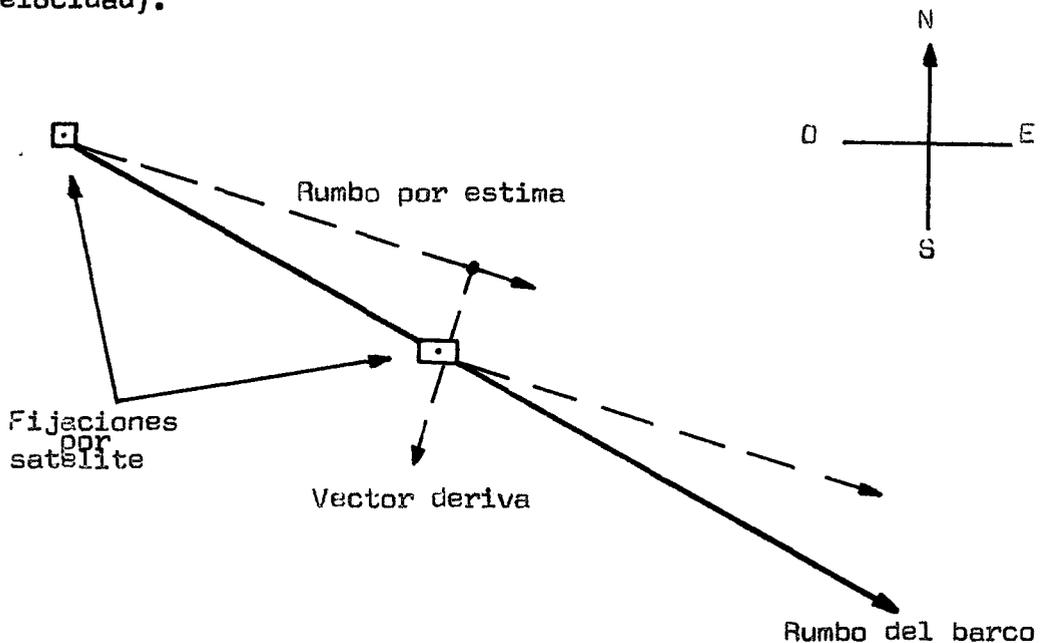


Fig. 3.2.-

Esta ventaja, el conocimiento de la deriva, permite al sistema calcular lo que se conoce como el rumbo a gobernar (heading to steer). Vamos a explicar lo que es el rumbo a gobernar y como se utiliza.

Supongamos que queremos ir a un punto determinado de la superficie terrestre ; introduciendo la posición de este punto en el sistema y dado el comando oportuno, se obtiene la distancia y dirección (en grados) con respecto al Norte, a la que está el punto citado. Si no existiera deriva, siguiendo esa dirección, que es el rumbo del barco, llegaríamos al punto indicado; pero si existiese alguna deriva, el barco se iría desviando poco a poco del rumbo inicial y nunca llegaría al punto.

Con el conocimiento de la deriva y dado el comando que calcula el rumbo a gobernar, se seguirá un rumbo distinto al calculado primeramente y con el cual se compensa el vector deriva.

A continuación se expondra brevemente algunos de los errores que afectan a la fijación de puntos por medio de satelite.

Para calcular la posición del barco, el sistema toma medidas de la distancia del barco al satélite; además toma los valores de la velocidad, el rumbo y el vector deriva. Se considera un error típico de 0.2 millas por nudo de error al especificar la velocidad del barco en forma manual.

Otra fuente de error es el desconocimiento o conocimiento inexacto de la altura de la antena del receptor con respecto al nivel del mar; este es un dato que hay que introducir en el sistema cuando se inicia una sesión de trabajo con él.

3.2.- Teoría de la fijación por satélite.

El laboratorio de Física Aplicada de la Universidad de John Hopkins, en Estados Unidos, fue el principal protagonista en el desarrollo del sistema de navegación por satélite. Hay cinco satélites alrededor de la Tierra, cada uno gira en una orbita distinta formando cinco planos de giro. Giran en orbitas polares a 1.075 Km sobre la Tierra y con un periodo de revolución de 107 minutos.

Cada vez que el satélite pasa por el horizonte, se obtiene una fijación; con 5 satélites el promedio de las fijaciones varía entre 35 y 100 minutos, dependiendo de la latitud en la que se encuentre el barco en esos instantes.

Los TRANSIT (asi se denominan a los satélites) son operados por el grupo astronautico de la Marina de los Estados Unidos, con cuartel general en Point Mugu (California), con estaciones de seguimiento en Rosemount (Minesota) y Wahiawa (Hawai).

Los satélites emiten dos frecuencias muy estables (aproximadamente 150 y 400 Mhz). Cuando un sistema de navegación por satélite recibe estas señales durante una pasada del satélite, aquel calcula la posición en la que se encuentra el barco.

El diagrama de bloques de un satélite TRANSIT se puede ver en la figura 3.3.

El satélite no solo proporciona al sistema de navegación una frecuencia muy estable, sino que ademas proporciona unos datos codificados por medio de la modulación en fase de las dos frecuencias emitidas.

Los mensajes emitidos por el TRANSIT son corregidos periodicamente por la estación terrena; los datos son recogidos por el receptor del TRANSIT y almacenados en la memoria, los cuales serán enviados al modulador de fase.

El mensaje que transmite el satélite consiste en una secuencia de bits que se han modulado en fase. Los formatos del "uno" y "cero" binario se pueden ver en la figura 3.4.

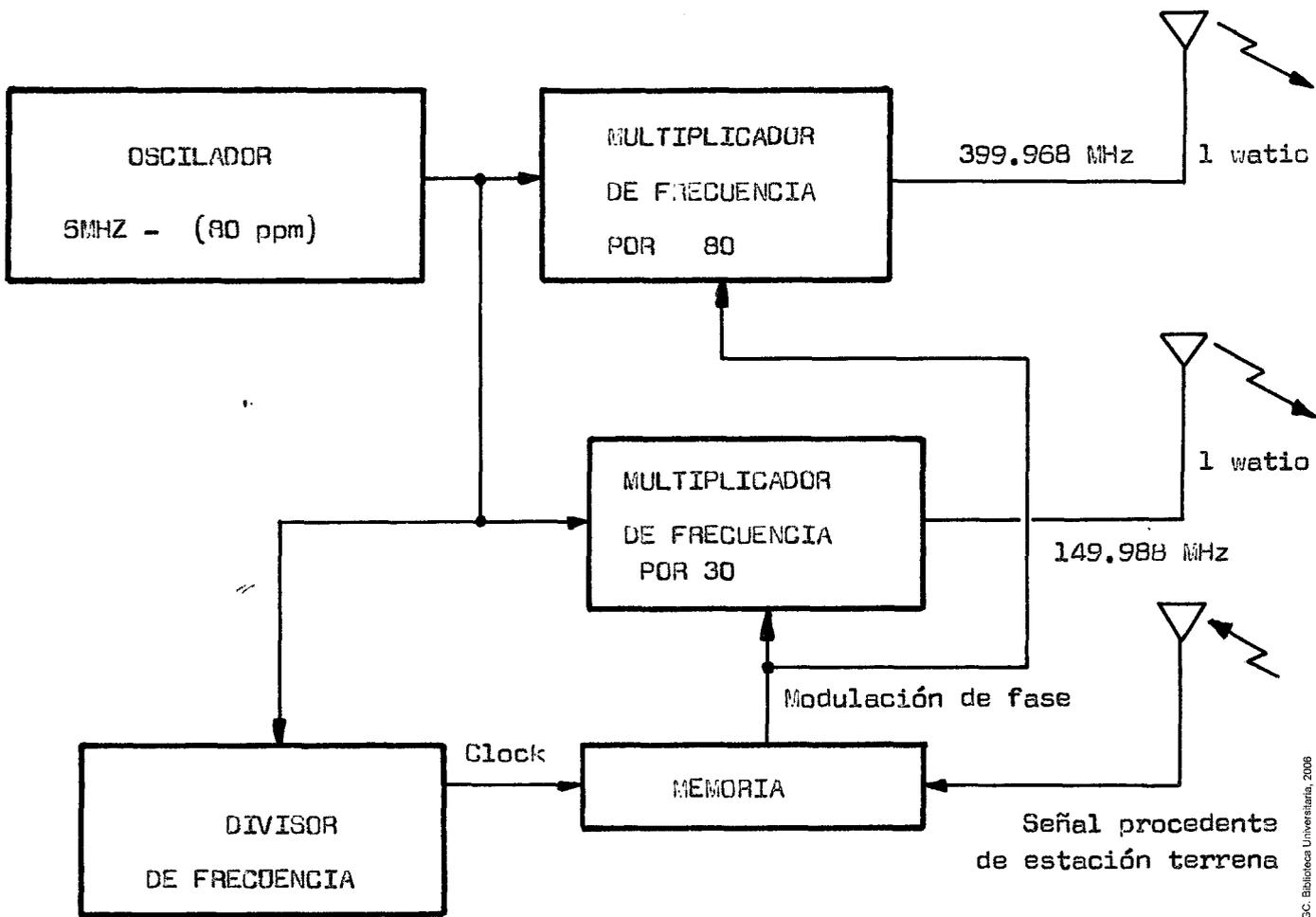


Fig. 3.3.-

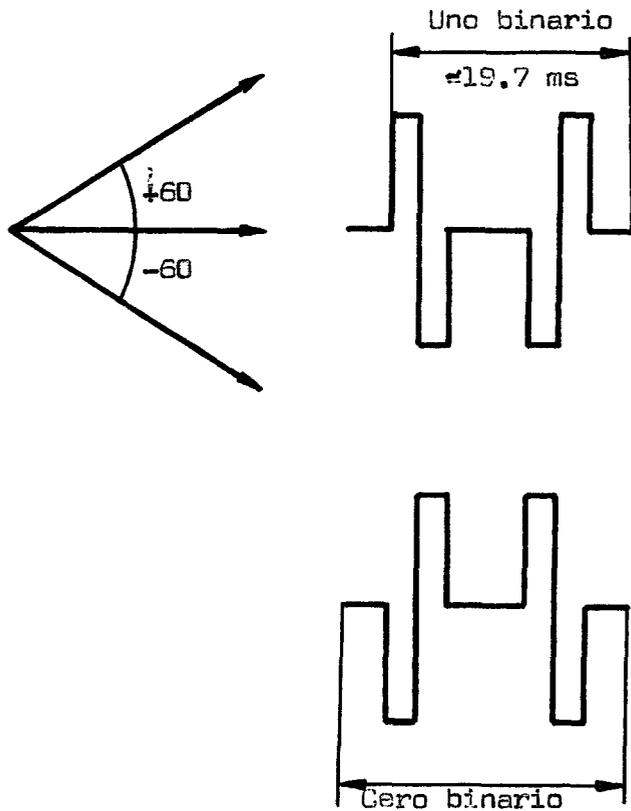
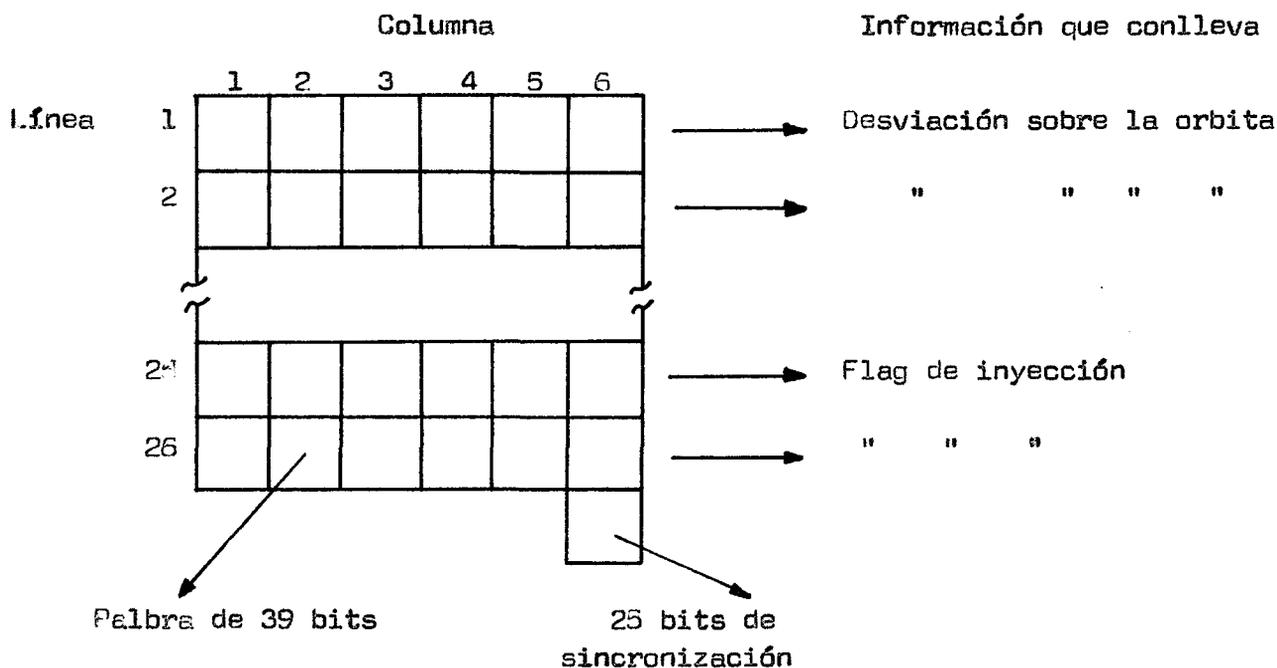


Fig. 3.4.-

Durante intervalos de 2 minutos el satélite transmite un mensaje consistente en 6.103 bits, organizados en 6 columnas y 26 líneas de 39 bits por palabra, mas un final de 19 bits. Al final de cada mensaje completo hay 25 bits que sirven para la sincronización del receptor y así poder reconocer este el mensaje de cada palabra.

El formato del paquete de datos es:



Cada línea lleva una información determinada, tales como parámetros que describen la órbita exacta del satélite.

Por la recepción del mensaje de navegación, se localiza la posición del satélite en función del tiempo.

Así para obtener la fijación del punto, el sistema de navegación por satélite debe relacionar su posición con la conocida órbita del satélite.

Esta relación es establecida por la medida del desplazamiento Doppler, que es función única de la posición del observador y del movimiento relativo entre este y el satélite. (Ver figura 3.5).

La frecuencia f_R recibida del satélite consiste en la frecuencia que es transmitida por este mas un desplazamiento de frecuencia Doppler de hasta mas/menos 8 Khz, debido al movimiento relativo

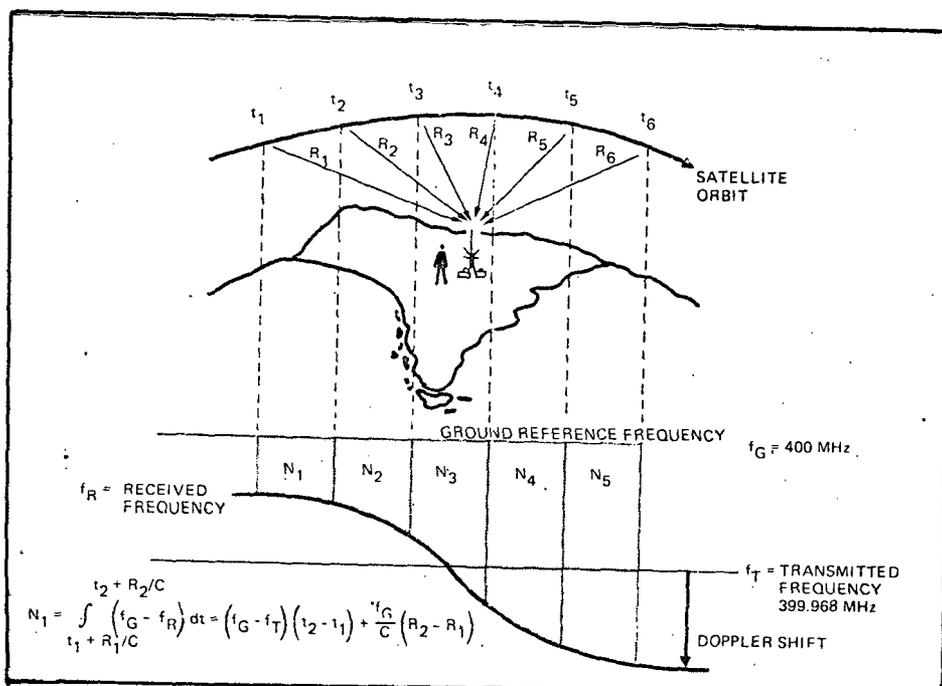


Fig. 3.5.-

entre el satélite y el receptor.

El receptor del sistema está equipado con un oscilador de referencia de 400 Mhz y que llamamos f_G (frecuencia de tierra). El oscilador debe tener una gran estabilidad durante la pasada del satélite. Como se muestra en la figura 3.5 el receptor de navegación forma la frecuencia diferencia $f_G - f_R$ y se forma la medida Doppler que es la cuenta del numeros de ciclos de la frecuencia diferencia que ocurre entre las marcas de tiempo recibidas del satélite.

Se comprende facilmente, que cuando el satélite se acerca al observador, la cuenta Doppler aumenta y cuando se aleja disminuye.

La ecuación que define la cuenta Doppler de $f_G - f_R$ es la integral de la diferencia de frecuencia entre intervalos del recibimiento de las marcas de tiempo desde el satélite.

Por ejemplo:

$$N_1 = \int_{t_1 + R_1/C}^{t_2 + R_2/C} (f_G - f_R) dt$$

Hay que darse cuenta que $t_1 + R_1/C$ es el tiempo de recibimiento de la marca de tiempo, que fue transmitida en t_1 . La señal recibida sobre la distancia R_1 a la velocidad de la luz C .

La anterior ecuación queda:

$$N_1 = \int_{t_1 + R_1/C}^{t_2 + R_2/C} f_G dt - \int_{t_1 + R_1/C}^{t_2 + R_2/C} f_R dt \quad (1)$$

La primer integral de la ecuación (1) es una constante, pero la segunda es la del cambio de frecuencia f_R . Sin embargo esta integral representa el número de ciclos recibidos entre los tiempos de recepción de las dos marcas de tiempo.

Por una "conservación de ciclos", esta cantidad debe ser igual al número de ciclos transmitidos durante el intervalo de transmisión de las dos marcas de tiempo.

Por lo que la ecuación (1) queda:

$$N_1 = \int_{t_1 + R_1/C}^{t_2 + R_2/C} f_G dt - \int_{t_1}^{t_2} f_T dt \quad (2)$$

Como las frecuencias f_G y f_T son constantes durante una pasada del satélite, la integral es inmediata.

$$\begin{aligned} N_1 &= f_G((t_2 - t_1) + 1/C (R_2 - R_1)) - f_T(t_2 - t_1) \\ N_1 &= (f_G - f_T) (t_2 - t_1) + f_G/C (R_2 - R_1) \end{aligned} \quad (3)$$

La ecuación (3) muestra que la cuenta Doppler tiene dos partes. La primera es una diferencia de frecuencia multiplicada por el intervalo de tiempo definido por el reloj del satélite; el segundo es una medida directa de la distancia diferencia en longitudes de onda de f_G .

El tiempo que está recibiendo datos útiles el receptor de un sistema de navegación por satélite varía entre 10 y 18 minutos, las cuentas Doppler hechas durante ese tiempo varía entre 20 y 40 cuentas.

El mensaje recibido desde el satélite sobre su posición y la cuenta Doppler se introducen en un microcomputador para que procese esos datos y nos de la posición en la que se encuentra el barco; pa-

ra eliminar posibles errores de recepción , el microcomputador toma varias veces los mensajes. Una vez con todos los datos disponibles para el calculo de la fijación del punto, el tiempo que se lleva el microcomputador en realizarlos es tipicamente de 2 minutos. Los calculos que se realizan son iterativos, hasta que se llega a unos límites permisivos de unos parámetros de error que se van disminuyendo por pasada de calculo. Como curiosidad se dirá que en el primer calculo que se realiza, el error que se comete al fijar el punto suele estar comprendido entre 200 y 300 Km y al terminar con los calculos, el error suele ser de 0.2 millas.

3.3.- Constitución hardware de un sistema de navegación por satélite.

El esquema de bloques interno de un sistema de navegación por satélite se puede ver en la figura 3.5.

El funcionamiento del sistema es:

La antena del sistema recibe la señal emitida por el satélite, esta señal una vez amplificada por el preamplificador (antena y preamplificador estan formando una unidad compacta para mejorar la relación S/N de la señal) es enviada al sistema propiamente dicho.

La señal de RF recibida es convertida a digital por medio de los bloques denominados "Receptor" e "Interface de la señal del satélite"; tambien en estos bloques se forma la cuenta Doppler.

Esta información es enviada al procesador, donde se calcula los datos de navegación y la posición actual del barco. Una memoria contiene el programa que controla todo el sistema; a continuación los datos calculados son presentado en el display.

Entre pases de satélites (que como se dijo suele variar entre 35 y 100 minutos) el procesador calcula la posición actual por estimación (dead-reckoning), conociendo la posición de un punto fijado por el satélite, la velocidad y rumbo del barco.

A continuación se describirá un poco mas detalladamente cual es la misión de cada bloque.

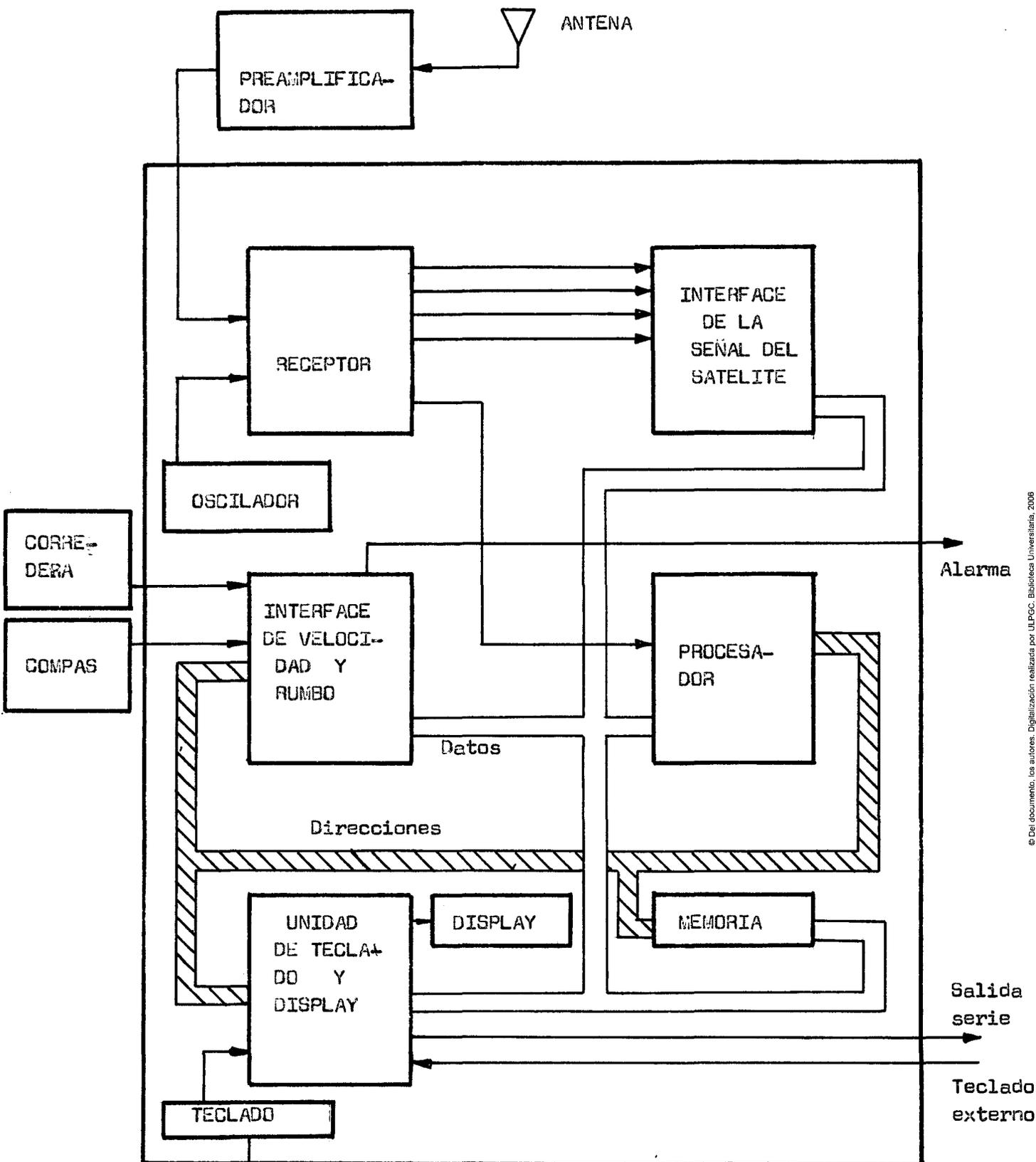


Fig. 3.5.-

- Interface de velocidad y rumbo.

Este bloque es el que hace de interface entre los elementos externos, tales como el compás giroscópico y la corredera del barco.

Por una parte se conecta al compás, que le enviará señales de error de rumbo, las cuales son convertidas a digital en este bloque. Por otra parte, se conecta a la corredera del barco (dispositivo que mide la velocidad), la cual, suministra una serie de pulsos, cuya proporción es directamente proporcional a la velocidad que lleva el barco, y que son contados por este interface.

- Unidad de teclado y display.

Es la que proporciona un interface entre el teclado (tanto el que posee el sistema como uno externo que se le pueda conectar), el display (que puede ser un pequeño tubo de rayos catódicos o visualizadores alfanuméricos de 18 segmentos), impresora y el procesador.

- Procesador.

Está formado por un sistema microprocesador y circuitos asociados a este tales como decodificadores, reloj, lógica de interrupciones, etc.

- Receptor de la señal del satélite.

Acepta la señal transmitida por el satélite y amplificada en la unidad de antena. Exactamente el valor de la frecuencia recibida es de 399.968 Mhz \pm 8 Khz de desviación Doppler. Como se sabe la señal de RF está modulada en fase (+60,0,-60), esta señal es mezclada y rebajada en frecuencia para poder detectar mejor la relación de fase.

En este bloque además se crean señales de autosintonización y que indican la calidad de la señal recibida, ya que si esta es mala, no se recoge por el sistema.

- Interface de la señal de satélite.

Este bloque contiene la lógica necesaria para comunicarse con el procesador; acepta la señal rebajada en frecuencia de satélite

(la cual es demodulada), determina los datos enviados por el satélite y la cuenta Doppler, los cuales son enviados al procesador en una forma comprensible para este.

3.4.- Un sistema de navegación por satélite: el MX 1142.

3.4.1.- Descripción del MX 1142.

En este apartado no se pretende describir todas las posibilidades de utilización y manejo del MX 1142 (para ello se recomienda el manual de operación de dicho aparato) sino la forma de obtener los datos que necesita el sistema integrado de navegación.

El MX 1142 es un sistema de navegación por satélite desarrollado por la empresa norteamericana Magnavox.

El sistema consta de una unidad de presentación formada por un pequeño tubo de rayos catódicos, donde aparecen los datos de navegación que suministra todo sistema de navegación por satélite. Consta además de un teclado compuesto por:

La numeración decimal (del 0 al 9).

Tecla con la impresión "C"; sirve para borrar datos erróneos que se hayan podido escribir, desactivar las alarmas etc.

Tecla con la impresión "→"; sirve para dejar espacio en blanco.

Tecla con la impresión "←"; desplaza el puntero un espacio hacia atrás similar al "backspace" del teclado de los ordenadores.

Tecla con la impresión "+/-"; selecciona alternativamente el signo del dato (mas o menos), dirección(Norte/Sur o Este/Oeste) o habilita o deshabilita.

Tecla con la impresión "E"; entra el valor mostrado en la línea del TRC en el sistema. Tanto cuando se le de un dato o cuando se le de un control, para que lo acepte el sistema, debe pulsionarse la tecla que tiene sobreimpresa el carácter "E" (Enter).

Los controles consisten en suministrar dos o tres números seguidos de la tecla E (cada control viene definido por un código formado por dos o tres cifras decimales).

Los controles se le dan al sistema cuando este no está esperando un dato, en general, cuando el sistema se encuentra visualizando los datos de navegación, este está dispuesto para aceptar algún control.

Hay algunos controles que dan lugar a que el sistema pida una entrada de datos; cuando esto ocurra sería inútil suministrar un control, puesto que los números suministrados los tomaría como un dato.

3.4.2.- Controles del MX 1142 relacionados con el sistema integrado de navegación.

En este apartado se pretende describir la función y código de los controles que afectan directamente al funcionamiento del sistema integrado de navegación, al ser el sistema de navegación por satélite parte integrante de aquel. Estos controles son:

- Control que sirve para suministrar al sistema (el MX 1142) el rumbo que se le ha puesto al compás giroscópico. Se utiliza cuando hay que hacer un cambio de rumbo.

Su código es el 25. Cuando por medio del teclado se pulsan las teclas 2,5,E aparece en la línea diez la palabra HDG= ; una vez aparecida la palabra se procede a la introducción del rumbo en grados seguido de la pulsación de la tecla E.

- Control de impresión.

Existen tres métodos para producir una salida serie de datos hacia una impresora.

- a) Cada vez que se produce una fijación por satélite, automáticamente.
- b) Se puede programar mediante el control que lleva el código 71, a cada cuanto tiempo quiere que se produzca la salida de datos a la impresora; este tiempo varía entre 1 y 127 minutos.
- c) Salida de datos para impresión cada vez que el operador del sistema quiera; esto se consigue con el control cuyo código es el 70.

La información que aparece en la impresora es la misma que aparece

en la pantalla del tubo de rayos catódicos. Al existir dos tipos de formato de pantalla, como se puede ver en la figura 3.6 , dependiendo del formato que se encuentre en los momentos de imprimir en la pantalla, será la información que se imprimirá.

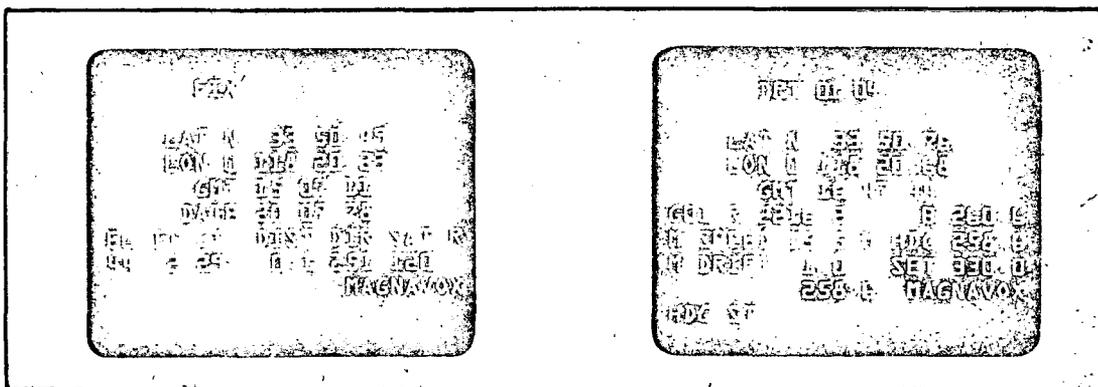


Fig. 3.6.-

- Controles referidos a la alarmas y alertas de navegación.

Las alertas y alarmas de navegación sirven para avisar al navegante de que un hecho trascendente está ocurriendo; dependiendo del tipo de alarma que ocurra, el sistema emite unos sonidos o "pitidos" que dependiendo de su duración, indica que tipo de alarma ha sucedido; además sale en pantalla (concretamente en la línea 2) información sobre el tipo de alarma que se ha activado.

Como para la confección del sistema integrado de navegación se depende de tres alarmas de entre las varias que posee, se pasará a la descripción detallada de estas.

Con el control dado por el código 73 se pasa a habilitar o deshabilitar las distintas alarmas de navegación. Una vez que se ha pulsado el código seguido de la tecla E, aparece en la línea 10 la palabra SAT A= , pulsando la tecla +/- se pasa alternativamente de DISABLE a ENABLE (esto aparece en la línea 9). Esta alarma indica cuando ha sucedido una fijación por satélite si previamente ha sido habilitada.

Pulsada la tecla E , con la cual se admite el DISABLE (deshabilitada) o el ENABLE (habilitada), aparece en la línea 10 las letras

WPRNG= (waypoint range alarm). El sistema espera un dato, que consiste en una cantidad expresada en millas.

Con esta alarma se pretende fijar un rango alrededor de un punto de destino (waypoint); cuando el barco se encuentren ese rango la alarma se activa, esto se puede ver en la figura 3.7 donde se ha fijado alrededor del punto de destino C un rango de r d millas nauticas; la alarma se activa cuando el barco llega al punto A y se desactiva (si previamente no se ha hecho pulsando la tecla C) cuando el barco sale del rumbo fijado, es decir en el punto B.

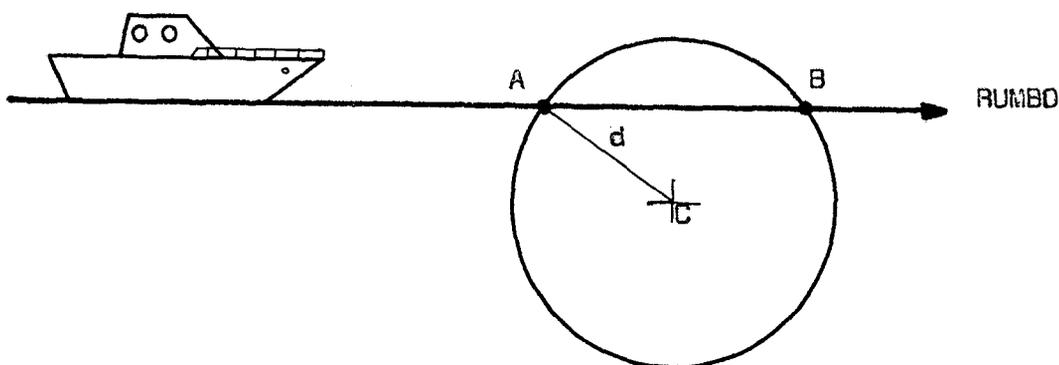


Fig. 3.7.-

Una vez que se ha introducido el rango expresado en millas; aparece en la línea 10 las letras WPCPA= (closest point of approach alarm). Esta alarma se habilita o deshabilita con la tecla +/- con lo que se consigue que salga de forma alternativa en la línea 9 ENABLE o DISABLE.

Estando habilitada, la alarma se dispara cuando el barco alcanza el punto mas cercano al punto de destino y como se puede ver en la figura 3.8, es la distancia perpendicular al rumbo del barco que pasa por el punto de destino.

Una vez pulsada la tecla E, aparecerán mas alertas de navegación que pueden ser habilitadas o no, pero que al no tener incidencia en el sistema integrado de navegación no se explican (para el que desee mas información puede recurrir al manual de operación del MX 1142).

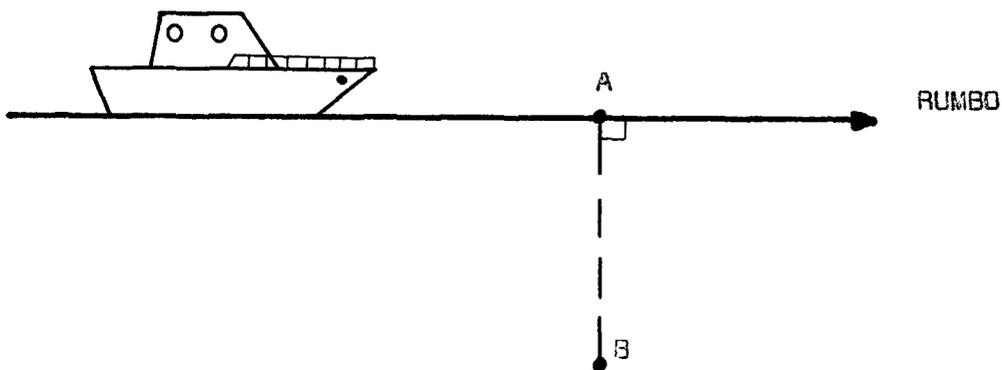


Fig. 3.8.-

Con respecto a las alarmas de navegación nos resta decir que cuando se activan, aparece en la línea 2 de la pantalla unas letras que nos indica el tipo o tipos de alarmas que se han activado; estas letras son:

F; ha sucedido una fijación por satélite.

R; ha sucedido la alarma WPRNG.

C; ha sucedido la alarma WPCPA.

- Controles referidos a la introducción de puntos de destino y cálculos de navegación referentes a ellos.

El MX 1142 permite la grabación de hasta nueve puntos de destino distintos (waypoint), en estos puntos lo que sucede la mayoría de las veces es que hay que hacer un cambio de rumbo del barco, del cual será avisado el piloto de este por medio de las alarmas de navegación (si están activadas). Los puntos de destino vienen definidos por su latitud y longitud.

Cuando se entra el control 30E, aparecen en la línea 10 las letras WP NO= con lo cual el MX 1142 espera el número del punto de destino que se va a definir (un número comprendido entre 1 y 9); supongamos que se quiere definir el punto de destino número 3, introducimos por medio del teclado la secuencia 3E; aparece ahora en

la línea 10 las letras PLAT3=N con lo cual se viene a definir la latitud con respecto al Norte (por eso esta la N) o con respecto al Sur; supongamos que está definido con respecto al Sur, con la tecla +/- se cambia la N por la S y se introduce la latitud en grados, minutos y decimas de minuto; pulsando la tecla E, el dato es introducido al sistema.

En la línea 10 aparece ahora PLON3=E ,con lo cual se define la longitud del punto de destino con respecto al Este o al Oeste; si se pulsa la tecla +/- aparece W (de West) en vez de E, a continuación se introduce la latitud en grados, minutos y decimas de minuto seguido de la pulsación de la tecla E, como siempre. Ya tenemos el punto de destino numero 3 definido; de la misma forma se program los demas puntos.

Una vez definidos los puntos, se puede calcular distancia y dirección entre ellos. Con el código 61 se visualiza en la línea 10 las letras RL WP ; supongamos que introducimos por medio del teclado la secuencia Ø1E, lo que se ha hecho es que el MX 1142 calculase la distancia y rumbo o dirección que hay entre la presente posición del barco (Ø) y el punto de destino 1, según una línea de rumbo (RL). Si quisieramos calcular la distancia y rumbo sobre un gran círculo (GC), pondriamos el código 60, con lo cual saldría en la línea 10 las letras GC WP= ; si quisieramos calcular la distancia y rumbo entre los puntos 1 y 2, se pulsarían las teclas 12E y aparecerían en la línea 6 los datos pedidos.

Con el código 58 se calcula el rumbo a gobernar, que como se sabe es el rumbo que hay que llevar para alcanzar el punto de destino teniendo en cuenta las derivas, los errores del compás etc.

Para calcular el rumbo a gobernar es imprescindible que previamente se haya pulsado el código 60 o 61. Si la velocidad que lleva el barco es insuficiente para compensar la deriva, el barco no podrá llegar nunca al punto de destino y por lo tanto el rumbo a gobernar no aparece en la línea 9.

3.4.3.- Características técnicas del MX 1142.

Para que el MX 1142 pueda trabajar con el sistema integrado de navegación (este tiene que ser capaz de controlarlo y no solamente aceptar datos) a aquel hay que instalarle una opción extra y que no trae incorporada cuando se suministra el equipo, a menos que se pida.

Esta opción denominada tarjeta bidireccional de teclado/display permite la entrada de datos desde una fuente externa; consiste como su propio nombre indica, de una tarjeta de circuitos integrados que se le incorpora al MX 1142 (para su colocación referir al manual de instalación o contactar con un distribuidor de la casa Magnavox para que lo instale). Esta tarjeta puede conectarse (para la entrada y salida de datos serie) con un lazo de 20 mA o con receptores y drivers de líneas EIA. En las figuras 3.9 y 3.10 se pueden observar las dos formas citadas de conexión a una fuente externa (tanto receptora como emisora de datos).

En la figura 3.11 se puede ver las distintas posibilidades de velocidades de transmisión y recepción, así como la posición en la que tiene que estar el conmutador para un "baud rate" determinado y los puentes que hay que realizar para escoger un determinado tipo de interface.

En la tabla 3.1 se puede ver las patillas del conector externo y la función que el corresponde a cada una.

Por último se dirá que cuando se transmite, además de los 24 caracteres de que consta una línea se transmite un retorno de carro y un encuentro de línea (line feed); antes de empezar a transmitir la primera línea de la pantalla, se transmite 1 retorno del carro y 5 encuentros de línea.

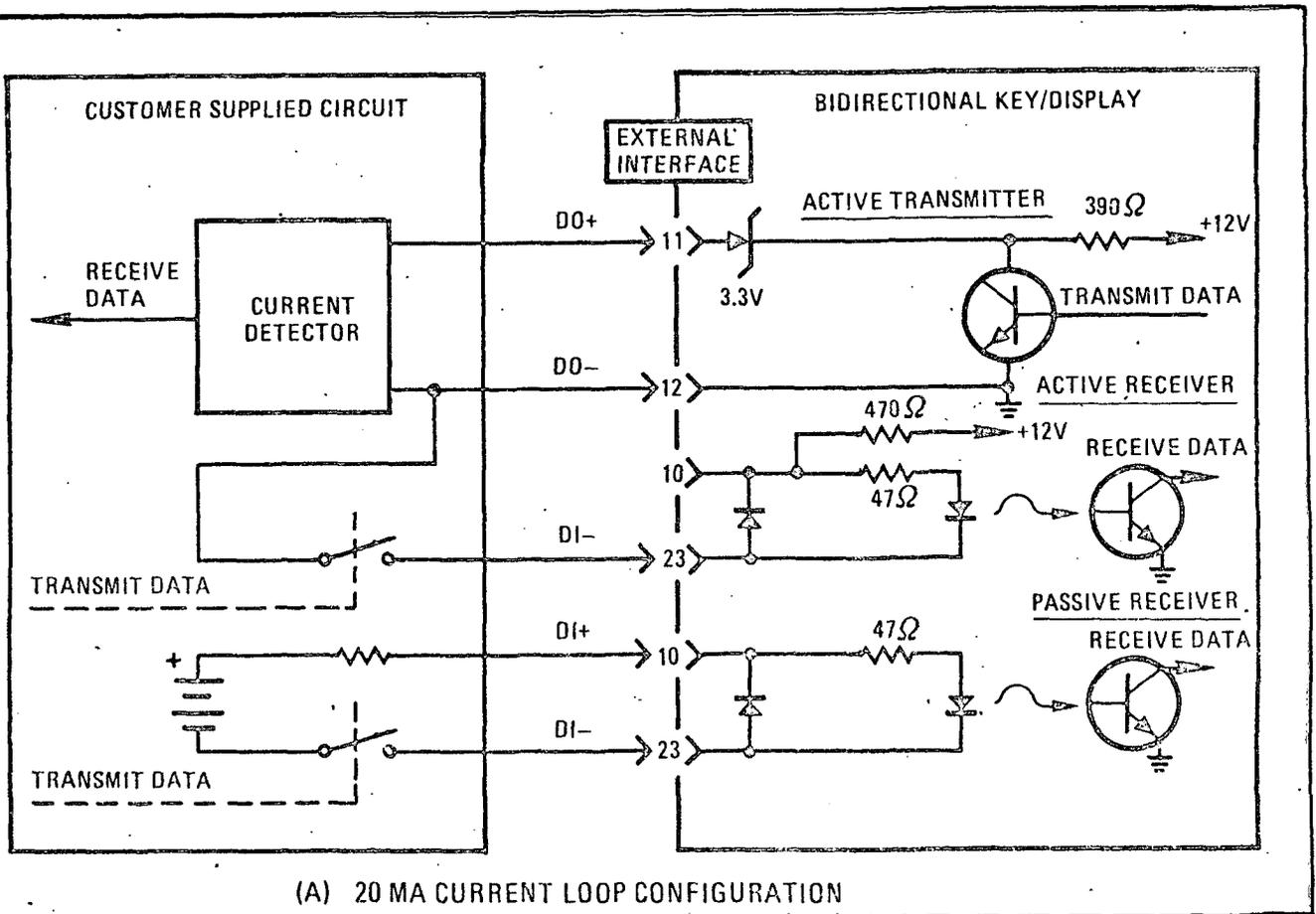


Fig. 3.9.-

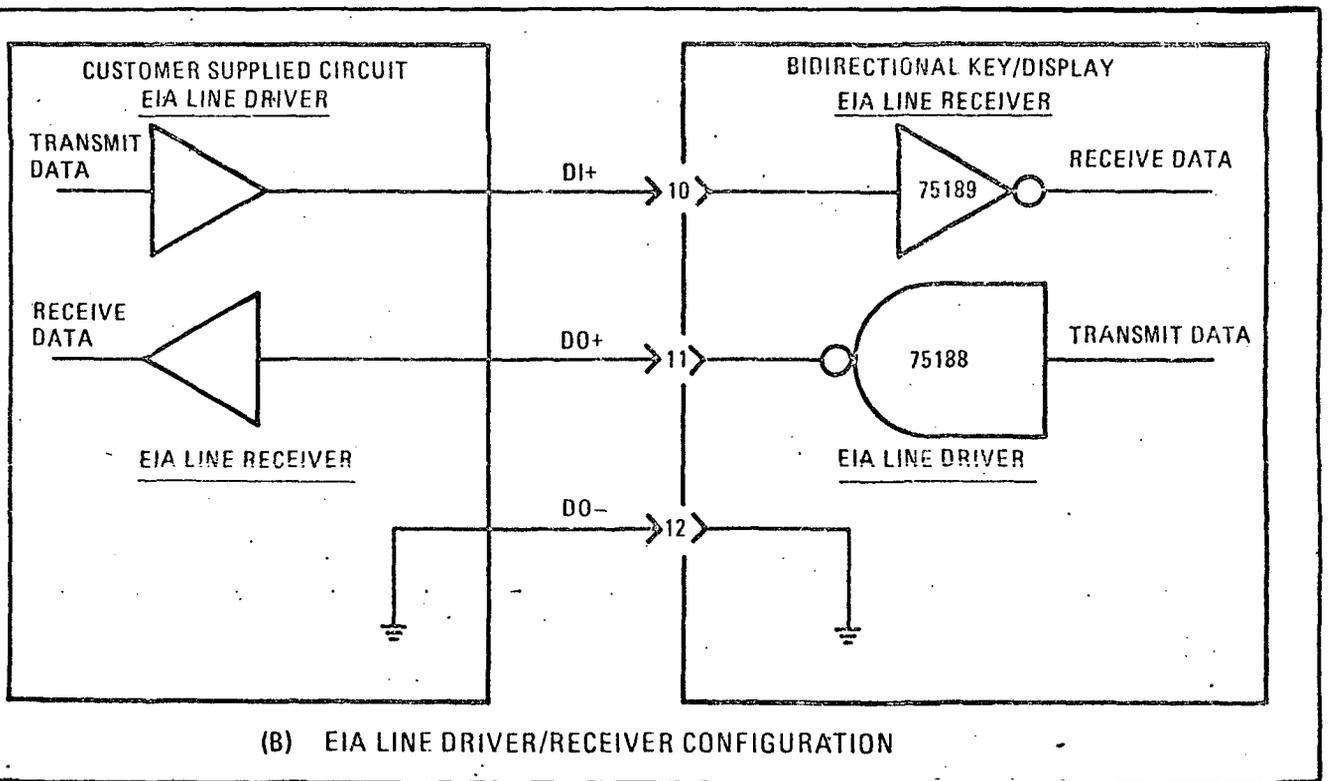
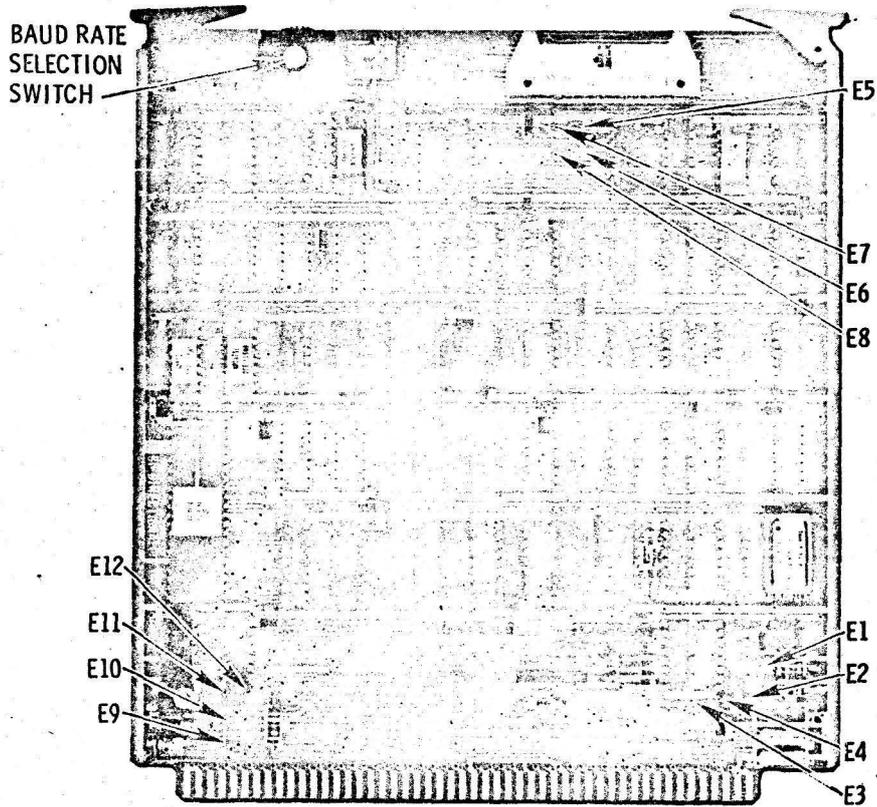


Fig. 3.10



INTERFACE CIRCUIT JUMPERS

INTERFACE	E1 to E2	E3 to E4	E5 to E6	E7 to E8	E9 to E10	E11 to E12
20mA Passive Receiver	No	No	Yes	No	X	X
20mA Active Receiver	Yes	No	Yes	No	X	X
20mA Active Transmitter	X	X	X	X	Yes	No
EIA Line Receiver	No	Yes	No	Yes	X	X
EIA Line Driver	X	X	X	X	No	Yes

(X = don't care)

BAUD RATE SELECTION

Switch Position	Baud Rate	Stop Bits
15	50	2
14	75	2
13	110	2
12	134.5	2
11	150	1
10	300	1
9	600	1

Fig. 3.11.-

EXTERNAL INTERFACE PIN NO.	SIGNAL DESIGNATION	SOURCE/ DESTINATION	DESCRIPTION
1	PUP	Speed/heading	Not implemented
2	PDN	Speed/heading	Not implemented
3			Not used
4	+12V	Power supply	+12 volts for external use
5	PW	Speed/heading	Not implemented
6	PE	Speed/heading	Not implemented
7	PS	Speed/heading	Not implemented
8			Not used
9	PN	Speed/heading	Not implemented
10	DI+	Key/display	Serial data input +
11	DO+	Key/display	Serial data output +
12	DO-	Key/display	Serial data output -
13	NORM/SER	Key/display	Input/output data interface select. LOW: entry through keyboard inhibited. HIGH: allows flag to be set on receipt of complete word. } See figure 3-17
14	R2NO	Speed/heading	Satellite and navigation alert relay R2 normally open contact.
15			Not used
16	R2C	Speed/heading	Satellite and navigation alert relay R2 common contact.
17			Not used
18	ALARM C	Speed/heading	External alarm
19	ALARM NC	Speed/heading	
20	ALARM NO	Speed/heading	
21	R3NO	Speed/heading	Optional relay R3 normally open contact (not implemented).
22	R3C	Speed/heading	Optional relay R3 normally open contact (not implemented).
23	DI-	Key/display	Serial input data -
24			Not used
25	RMT PNT	Key/display	Flag 2

Tabla 3.1.-

CAPITULO IV

MANEJO DEL SISTEMA INTEGRADO DE NAVEGACION.

4.1.- Funcionamiento del sistema integrado de navegación.

Para que el sistema integrado de navegación funcione correctamente debe seguirse las instrucciones de uso que se dan en este capítulo. La principal ventaja del sistema es la de poder gobernar al barco para que siga una serie de rumbos previamente fijados sin que intervenga persona alguna.

El sistema presentado en este proyecto, principalmente consta de un programa que desde el punto de vista de la navegación se puede dividir en dos partes. Una parte es la que hace de piloto automático tomando las señales de la giroscópica y del potenciómetro de timón, y la otra parte, es la que controla el sistema de navegación por satélite MX 1142 aceptando datos de este.

El funcionamiento del sistema de navegación es el siguiente: Cuando se está siguiendo una determinada dirección (por el barco), lo que actúa es el piloto automático; cuando se recibe del Magnavox la alarma de que se ha producido una fijación por satélite o la alarma de rango (waypoint range alarm), se hace que el Magnavox calcule el rumbo a gobernar al punto de destino, en este caso será de giro; leyéndolo e introduciéndolo en el compás giroscópico. Cuando se recibe la alarma WPCPA, se calcula el rumbo a gobernar al próximo punto de giro. Se comprenderá mejor lo explicado observando la figura 4.1.

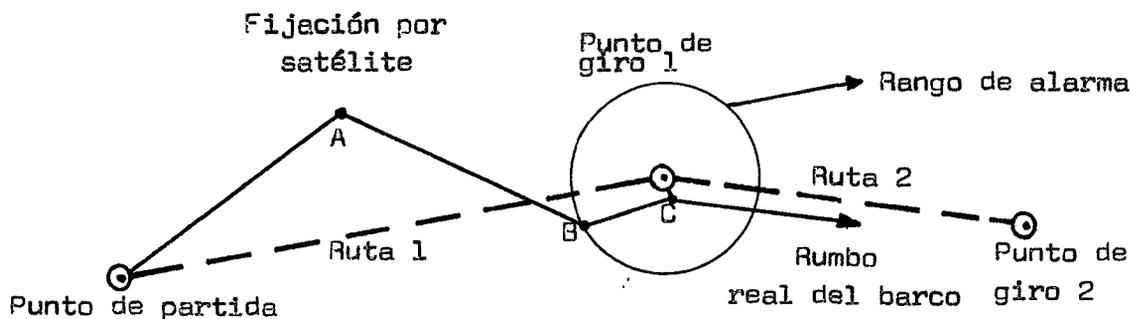


Fig. 4.1.-

La línea a trozos es el rumbo ideal que debe seguir el barco y

y la línea continua el rumbo que verdaderamente sigue.

El barco parte del denominado "punto de partida" (actúa el piloto automático), por errores del sistema, derivas, etc. el barco se va desviando de la ruta 1; cuando llega una fijación por satélite (punto A), el sistema hace que el barco corrija el rumbo para compensar el error que llevaba; el barco continúa su travesía hasta el punto B donde se recibe la alarma de rango del Magnavox, el sistema calcula el rumbo a gobernar al punto 1; cuando el barco llega al punto C, se activa la alarma WPCPA del Magnavox, con lo cual se hace que se calcule el rumbo a gobernar al próximo punto de giro (punto 2), a partir de aquí comienza a repetirse el ciclo.

De cara al usuario el sistema tiene un display alfanumérico de 16 caracteres, un teclado hexadecimal más una tecla de control CNTRL (como expansión del teclado).

A continuación se hace una enumeración de las teclas y la función que realizan:

- 1 = Introduce el dato numérico 1
- 2 = " " " " 2
- 3 = " " " " 3
- 4 = " " " " 4
- 5 = " " " " 5
- 6 = " " " " 6
- 7 = " " " " 7
- 8 = " " " " 8
- 9 = " " " " 9
- 0 = " " " " 0

A = Visualiza el valor de la sensibilidad.

B = Se utiliza para cambiar el valor de la sensibilidad.

C = Visualiza el ajuste de timón.

D = Se utiliza para cambiar el valor del ajuste de timón.

E = Entra el dato visualizado en el display al sistema (similar al del Magnavox).

F = Activa y desactiva (de forma alternativa) la salida serie de datos hacia la impresora.

CNTL 0 = Resetea el sistema. Se vuelve al principio de programa

CNTL 1 = Visualiza la ruta por la que va el barco.

CNTL 2 = Continúa la ejecución del programa, ya que se encontraba paralizado para que el oficial de navegación realizase alguna acción.

4.2.- Programación de los datos correspondientes al piloto automático.

Inicialmente la "Sensibilidad" y el "Ajuste del ángulo de timón" están programados con el dato inicial de valor 5.

Las teclas A y C sirven respectivamente para visualizar la sensibilidad y el ajuste de timón. Cuando se quiera cambiar estos datos hay que actuar sobre las teclas B y D.

Cuando se pulsa la tecla B aparece en el display la frase SENSIBILIDAD? $\emptyset\emptyset$; a continuación el sistema espera un dato, el valor de este dato está comprendido entre 0 y 20, con el teclado se introduce dicho dato, que aparece en la parte derecha del display; para que el dato entre al sistema hay que pulsar la tecla E. Cuando se pulsa la tecla D lo que se visualiza en el display es la frase AJUSTE TIMON?' $\emptyset\emptyset$ a continuación le da un dato cuyo valor este comprendido entre 0 y 20 que aparecerá visualizado en el display.

Si el dato que hay en el display es mayor que 20; al pulsar la tecla E para que este entre en el sistema, se visualiza un mensaje de error en el display.

El valor numerico introducido tiene su equivalencia aproximada en grados. Por ejemplo, una sensibilidad de 5, significa que hasta que el barco no se desvie 5 grados del rumbo marcado, el sistema no empieza a actuar para corregir la guiñada.

Un valor de ajuste de timón de 5, significa que si el barco se desvia 3 grados del rumbo (supongamos que la sensibilidad está a 2) cuando empieza a corregirse la guiñada, el timón se mueve $3+5=8$ grados.

Hay que tener especial atención cuando se resetea el sistema

con las teclas CNTL 0, porque si se está en el transcurso de corrección de una guiñada, por lo tanto el timón no se encuentra en su posición central, al dársele este control el timón se para, con lo cual el mando del control de timón debe pasar inmediatamente a ser controlado por el timonel; ya que si no, el barco empezaría a girar a estribor o babor por estar el timón dado a alguna banda.

A continuación se dará unos consejos prácticos de uso para una mejor utilización del piloto automático.

El oficial de navegación es el que determina cual es el mejor dato que se le puede dar a la "Sensibilidad" y "Ajuste de timón" según unas condiciones del tiempo (estado de la mar) y de carga del barco específicas.

No es conveniente que la sensibilidad este puesta a 0 ya que cualquier mínimo movimiento del barco activaría el mecanismo de corrección de la guiñada, con lo cual podría estropear el mecanismo de gobierno de los motores de la pala de timón.

Cuando las condiciones de la mar son malas (marejadas, tormentas etc.) la sensibilidad debe tener un valor relativamente alto.

Cuando la carga del es mínima el ajuste de timón debe ser mínimo y cuando sea máxima debe ser máximo.

Una sensibilidad mínima y un ajuste de timón máximo (sin tener por que estarlo) puede causar que el movimiento del barco vaya a una y otra banda sin parar nunca.

Como hemos dicho al principio es el oficial de navegación quien con su experiencia, el que determine el valor óptimo que debe tener la sensibilidad y el ajuste del ángulo de timón.

4.3.-Programación de datos relacionados con el sistema de navegación por satélite.

Como se dijo anteriormente la principal ventaja de un sistema integrado de navegación es la de "programar" una serie de rumbos, a seguir por el barco, sin intervención humana alguna para el gobierno de este.

El sistema desarrollado y comentado aquí, se basa en la característica que tiene el Magnavox MX 1142 de programar hasta nueve puntos de giro (waypoint).

Desde el punto de partida al punto de giro 1 se le denomina ruta 1; del punto de giro 1 al punto de giro 2 se le denomina ruta 2 etc. (Vease la figura 4.2).

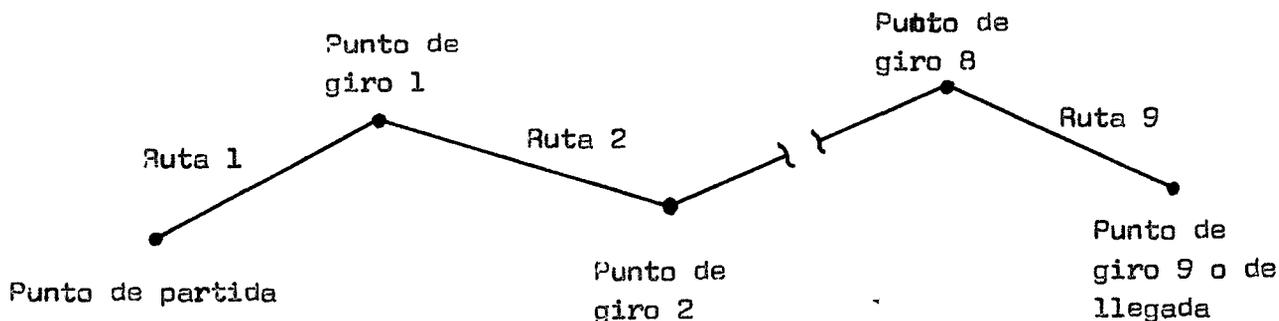


Fig. 4.2.-

Como es sabido las rutas se pueden seguir sobre una línea de rumbo (RL) o un gran círculo (GC). Para que el sistema funcione correctamente, debe primero "programarse" todos los puntos de giro en el Magnavox según se explicó en el capítulo III, a continuación se debe habilitar las alarmas de fijación por satélite (SAT A), la de rango (WPRANG); con un rango aconsejable mínimo de 5 millas, pero en el fondo el que fija dicho valor es el oficial de navegación, este dato se debe aumentar si existen corrientes muy fuertes (que cause una gran deriva del barco) por la zona o zonas por donde va a pasar el barco. La otra alarma que se ha de activar es la WPCPA.

Sin una de estas alarmas activadas, el sistema no actuaría correctamente. Una vez programado el Magnavox se procede a poner en funcionamiento el sistema; aparece en el display la frase RUTA n RL-GC m donde n es un número que varía de forma consecutiva del 1 al 9 y m es un dato a suministrar, que varía entre 0 y 2. Con ello se pretende decir al sistema de que forma se va a viajar en cada ruta, si según una línea de rumbo o un gran círculo.

Si se desea RL se ha de pulsar la tecla 1 (para que m tome ese

valor), seguido de la pulsación de la tecla E. Si por el contrario se quiere viajar según GC se introduce el valor 2 mediante el teclado. Si el valor introducido es el Ø significa que "no hay ruta". Por ejemplo:

RUTA 5 RL-GC Ø

Significa que el último punto de giro, en este caso será el de llegada, viene dado por el punto de giro 4, al no existir la ruta 5.

Cuando se llegue al último punto de giro (en el ejemplo es el 4) aparece en el display la frase FIN DE PROGRAMA, a partir de aquí el sistema actúa solamente como piloto automático. En caso de que no se coloque ningún Ø (en el display aparecen consecutivamente todas las rutas, de la 1 a la 9, hasta estar todas definidas), se entiende que la última ruta es la 9.

Si se define la ruta 1 como un "no hay ruta", solamente actúa el piloto automático y por lo tanto el barco seguirá el rumbo marcado en el compás giroscópico sin hacer caso del Magnavox.

Una vez programadas todas las rutas, el sistema comienza su funcionamiento como piloto automático por lo que el compás giroscópico debe tener colocado el rumbo inicial para llegar al punto de giro 1; ya que este rumbo de inicio no es colocado por el sistema.

Si aparece en el display la frase VELOCIDAD INSUF. significa que hay que dar más velocidad al barco, ya que no puede llegar a alguno de los puntos de giro programados debido a que la deriva por esa zona es tan grande que la velocidad que lleva el barco es insuficiente para compensarla; por lo tanto habría que aumentar la velocidad; una vez aumentada esta se pulsan las teclas CNTL 2 para que el sistema pueda seguir su funcionamiento, en caso de que no se pulsen, el sistema queda en espera de ese control y no calcula el rumbo a gobernar.

Si en cualquier momento se desea conocer la ruta por la que se va, hay que pulsar las teclas CNTL 1 para su visualización en el display.

Nota importante: Cuando el TRC del Magnavox aparezca alguna de

las alarmas citadas activadas o el "heading to steer" este cambiando esperar al menos 2 minutos antes de operar con el Magnavox.

4.4.- Mensajes de alerta.

Este sistema integrado de navegación está preparado para ser conectado a las líneas de alarmas de los modernos radar y sonar.

Se fija tanto en los sonar como en el radar un rango de seguridad; si un objeto entra dentro de ese margen de seguridad puede existir peligro de colisión para el barco y es por eso que se activa la alarma del equipo correspondiente.

Los mensajes significativos que pueden aparecer en el display son:

PELIGRO BABOR
PELIGRO ESTRIBOR
PELIGRO POPA
PELIGRO PROA
PELIGRO EN RADAR
PELIGRO

Tanto en "PELIGRO EN RADAR" como en "PELIGRO", el oficial de navegación que esté en el puente, debe mirar de que parte proviene el peligro.

En todos los casos, el mando del barco debe pasar inmediatamente al oficial; cuando el barco esté fuera de peligro, el oficial debe pulsar las teclas CNTL 2 para que el sistema continúe su funcionamiento normalment.

CAPITULO V
HARDWARE DEL SISTEMA

5.1.- Descripción de los circuitos integrados utilizados.

En este apartado se hará una breve descripción de los circuitos integrados utilizados; describiendo principalmente aquella parte que es utilizada.

5.1.1.- Microprocesador 8085-A.

El conexionado de las patillas de 8085 se puede ver en la figura 5.1. Este es un microprocesador de 8 bits fabricado por la empresa Intel. Entre los datos mas significativos caben destacar que solo requiere una sola alimentación de + 5V, tiene integrado el generador de señales de reloj, el control del sistema . Posee un conjunto de interrupciones vectorizadas que son accesibles por hardware (TRAP, RST7.5, RST6.5, RST5.5). Tiene los 8 bits de direcciones de menor peso multiplexado con los 8 bits de datos.

Como la descripción completa del microprocesador sería muy larga se aconseja leer la literatura que posee Intel sobre él, para una mayor comprensión de este.

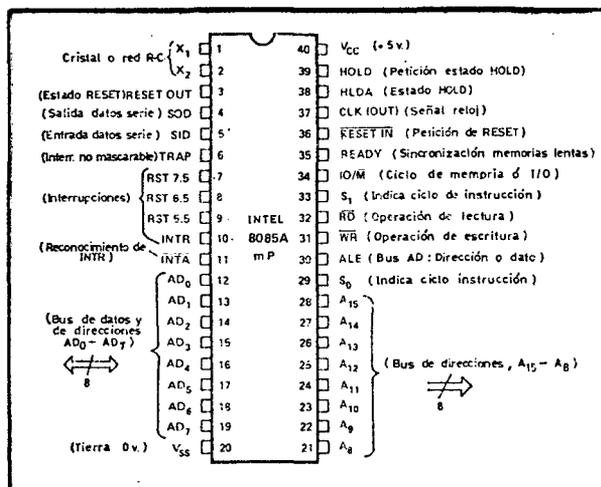


Fig. 5.1.-

5.1.2.- Unidad sincrónica-asincrónica de transmisión y recepción

(USART) 8251-A.

Al se el modo de comunicación el asincrono, se describirá todo de la 8251 referente a este modo.

En la figura 5.2 se puede ver el diagrama interno de bloques

interno y el conexionado de las patillas.

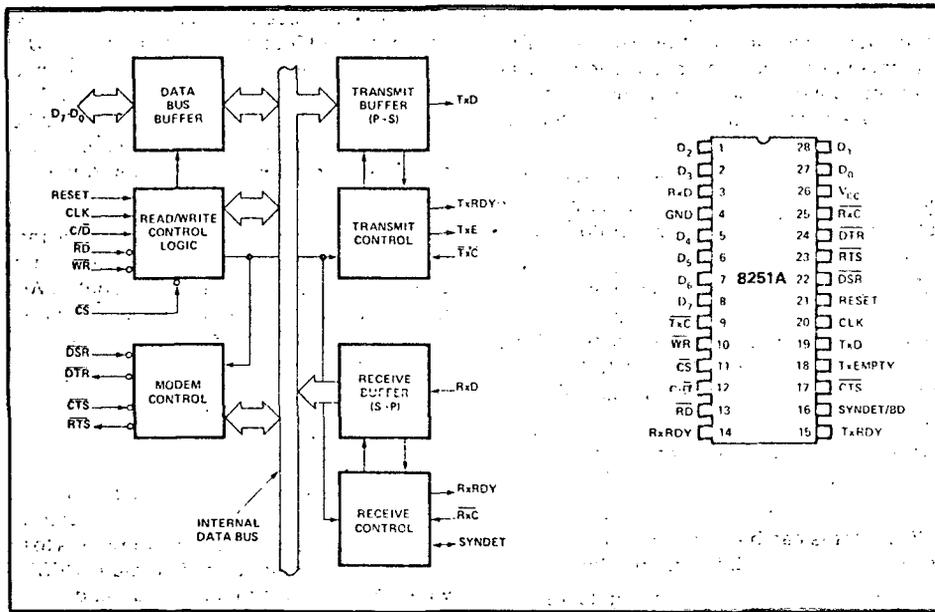


Fig. 5.2.-

Este circuito es fabricado por Intel para un grupo de microprocesadores fabricado por la misma casa y entre el cual se encuentra el 8085; convierte los datos que le llegan en forma paralelo a forma serie y viceversa.

Descripción de las patillas:

- D₀-D₇

Patillas de entrada y salida de datos, se conecta al bus de datos del microprocesador.

- RESET

Un nivel alto fuerza a que la 8251 esté en modo inactivo, se espera la palabra de control. Va conectada al RESET OUT del 8085.

- CLK

Entrada del reloj que genera el timing interno del dispositivo, va conectada al CLK OUT del 8085.

- \overline{WR}

Un nivel bajo indica que se escribe en la USART.

- \overline{RD}

Un nivel bajo indica que se lee en la USART.

- C/ \overline{D}

Un nivel bajo indica que se está tratando con los datos que se van

a transmitir o que se están recibiendo. Un nivel alto indica que estamos haciendo alguna operación con los registros internos.

- \overline{CS}

Chip select, un nivel bajo selecciona la 8251 para hacer transferencias de datos entre la CPU y esta. Un nivel alto deja el bus de datos en alta impedancia.

- \overline{DSR} , \overline{DTA} , \overline{ATS} , \overline{CTS}

Utilizadas para el control de un moden, no se explican por no ser utilizadas.

- TxRDY

Un nivel alto indica que el transmisor está listo para la transmisión, por lo tanto se debe enviar un dato por medio de la CPU hacia la 8251 para que sea enviado.

- TxE

Un nivel alto indica que el transmisor está vacío.

- RxRDY

Un nivel alto indica que la 8251 tiene un carácter en el buffer de datos para ser leído por la CPU.

- SYNDET/BRDET (Modo asincrono)

Se pone a nivel alto cuando se rompe la comunicación.

- \overline{TxC}

Reloj de transmisión.

- \overline{RxC}

Reloj de recepción.

Tanto el reloj de transmisión como de recepción (trabajando en modo asincrono) se relacionan con el "baud rate" (velocidad a que se transmite o recibe los bits serie) mediante 3 modos:

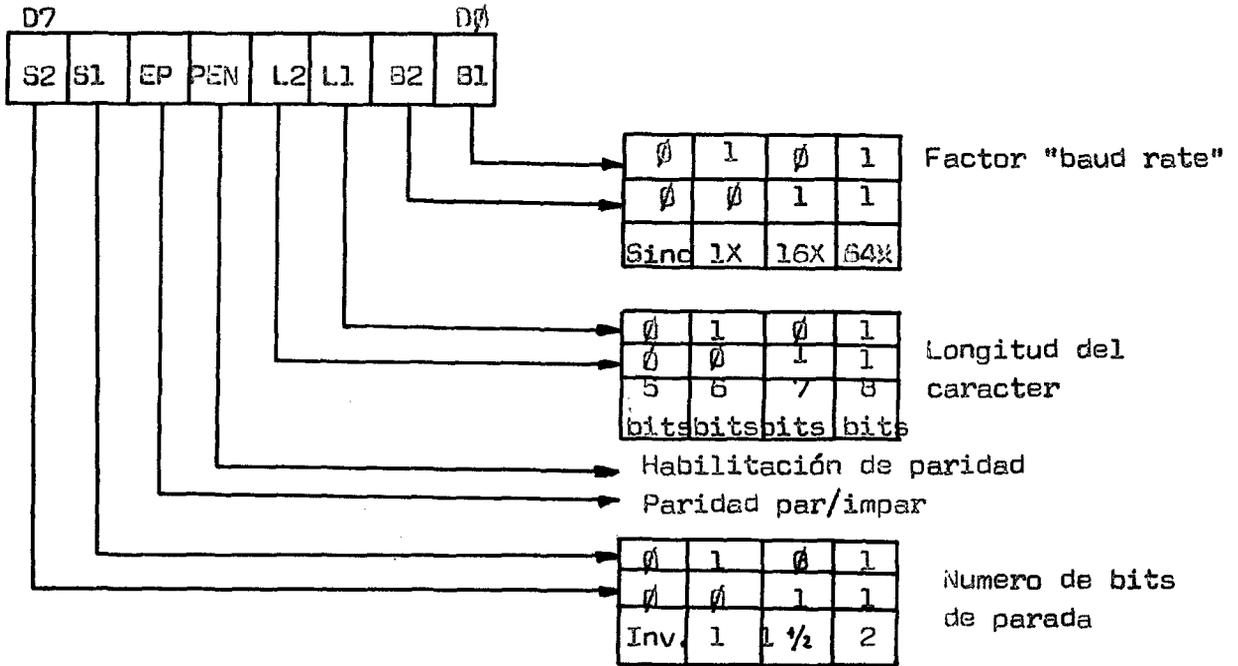
Modo 1X: El "baud rate" es igual a la frecuencia de reloj que entra por \overline{TxC} o \overline{RxC} .

Modo 16X: El "baud rate" es 1/16 la frecuencia de \overline{TxC} o \overline{RxC} .

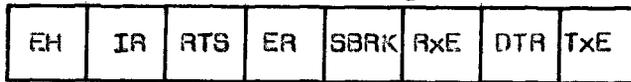
Modo 64X: El "baud rate" es 1/64 la frecuencia de \overline{TxC} o \overline{RxC} .

La 8251 tiene 3 registros: El de modo de la instrucción, el de comando de la instrucción y el de estado.

Después de un "reset" la 8251 está preparada para que se le programe el registro de modo de la instrucción. El formato de este registro es:

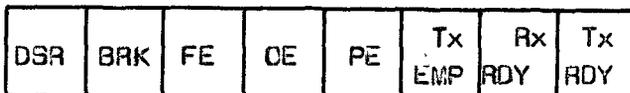


El registro de comando de la instrucción se puede programar varias veces. El formato es el siguiente:



Solamente se utilizan los bits RxEN (si está a uno se habilita la recepción) y TxEN (un uno indica que está habilitada la transmisión); los demás bits se ponen a 0.

El registro de estado nos da información de lo que acontece en la 8251. El formato es el siguiente:

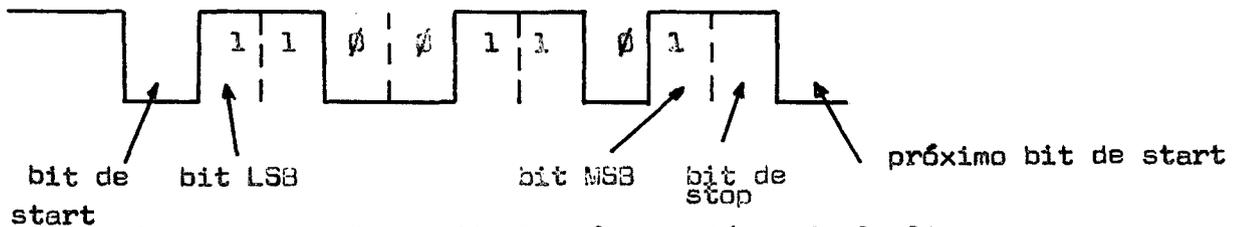


Solamente se utiliza TxRDY (se pone a 1 cuando el transmisor está listo para aceptar datos).

La transmisión asincrónica consiste en enviar un bit de comienzo o de start, los bits del dato a enviar (en nuestro caso son 8 bits) un bit de paridad (que se puede suprimir) y uno o dos bits de parada o de stop.

Supongamos que se quiere enviar el código 10110011, sin bit de

paridad y con un solo bit de parada; sería:



Cuando no se transmite la línea está a nivel alto.

5.1.3.- Controlador de teclado y display 8279-5

Fabricado por la casa Intel, su patillaje y esquema de bloques se pueden ver en la figura 5.3.

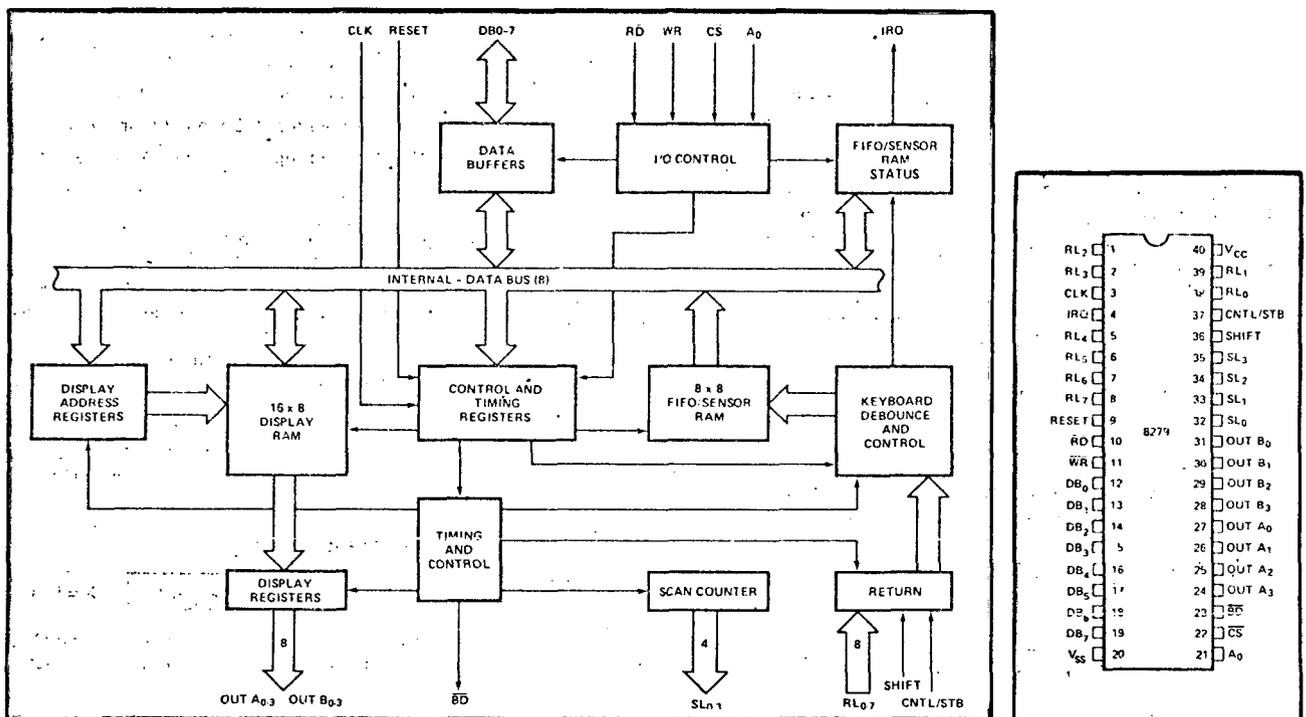


Fig 5.3.-

Descripción de las patillas:

- DB₀-DB₇

Forman el bus de datos bidireccional, por el cual pasan tanto los datos como los comandos del sistema (8279).

-CLK

Entrada de reloj, proporciona el timing interno.

- RESET

Un nivel alto resetea la 8279

- \overline{CS}

Un nivel bajo habilita el dispositivo para intercambiar datos con

la CPU.

- $A\emptyset$

Un nivel bajo indica que en el bus de datos hay datos propiamente dicho; un nivel bajo indica que hay una palabra de comando o de estado.

- \overline{RD}

Un nivel bajo hace que se lea en la 8279.

- \overline{WR}

Un nivel bajo hace que se escriba en la 8279.

- IRQ

Petición de interrupción. Se pone a 1 cuando se ha pulsado alguna tecla.

- $SL\emptyset$ - $SL3$

Líneas de barrido; hacen conjuntamente el de teclado y display.

- $RL\emptyset$ - $RL7$

Líneas de retorno; conectadas a través del teclado a las líneas de barrido.

- SHIFT

Conectada a la tecla SHIFT.

- CNTL/STB

Conectada a la tecla CNTL.

- OUT $A\emptyset$ -OUT A3

OUT $B\emptyset$ -OUT B3

Salida para el display. Se pueden usar juntos formando un conjunto de 8 bits OUT $A\emptyset$ -OUT B3.

- \overline{BD}

Salida que se utiliza para blanquear el display, es activo a nivel bajo.

A continuación se describirá el diagrama de bloques.

- Buffer de datos y control de E/S.

El control de E/S usa \overline{RD} , \overline{WR} , \overline{CS} , $A\emptyset$ para el control del flujo de datos entre la CPU y la 8279.

- Registros de control y de timing.

Estos registros almacenan los modos de teclado y display que se han elegido y que se programan por medio de la CPU. El control de timing posee un contador, divisor por N, que se programa por medio de la CPU, para que el dispositivo tenga una frecuencia interna de reloj de 100 KHz.

- Contador de barrido.

Posee dos modos: decodificado y codificado.

En el modo decodificado lo que sale por las líneas de barrido es la secuencia siguiente: 0001-0010-0100-1000-0001- etc. (invertida).

En el modo codificado lo que sale por las líneas de barrido es la cuenta binaria de 4 bits.

- Buffer de las líneas de retorno y circuito eliminador de la sobrepulsación que se produce al pulsar las teclas.

Si alguna tecla que está siendo explorada por las líneas de barrido es pulsada; esta pulsación es detectada por las líneas de retorno que esperan 10 milisegundos para volver a comprobar si la tecla continúa pulsada (esto se hace para eliminar la sobre pulsación que se produce), si es así, se almacena en la FIFO de la 8279 la dirección que tiene la tecla en la matriz formada por las líneas de barrido y de retorno, junto con el estado de las teclas SHIFT y CNTL.

- FIFO.

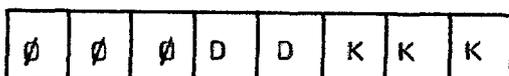
Es una RAM de 8x8 (cuando trabaja en modo teclado). Cada nueva entrada de teclado es almacenada en posiciones de memoria sucesivas. La lógica de estado proporciona una interrupción (IRQ) si la RAM no está vacía.

- Registros de dirección y RAM del display.

Los registros guardan la dirección de la RAM del display que va a ser leída o escrita por la CPU. La RAM admite 16 posiciones de 8 bits cada una.

Para trabajar de una forma determinada con la 8279 hay que programar una serie de registros; estos son:

- R. del modo de teclado y display

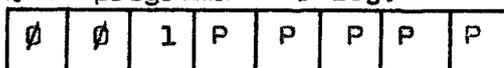


Con los bits DD se programa el modo del display.

Con los bits KKK se programa el modo del teclado.

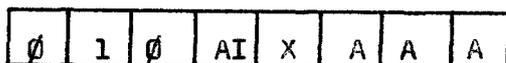
Concretamente si DD=∅1 se tiene un formato de display de 16 caracteres de entrada por la izquierda y si KKK=∅∅∅ se tiene un modo de teclado codificado y cierre de teclado si hay dos teclas pulsadas simultaneamente.

- R. de programa de reloj.



Donde P P P P P (que determina la división) puede valer desde 2 a 31.

- R. de lectura de FIFO.



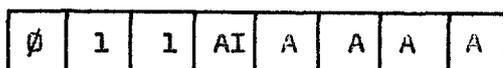
Donde X= no importa

AAA= dirección

AI= autoincremento

Este registro trabajando en modo teclado es irrelevante.

- R. de lectura de RAM del display.

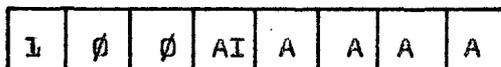


Donde AAAA= dirección de la RAM

AI= autoincremento

Sirve para indicar la dirección de la RAM que se quiere leer, si AI=1 no hace falta especificar la dirección (por cada lectura) ya que por cada lectura que se haga se incrementa la dirección automáticamente.

- R. de escritura de la RAM del display.



Donde AAAA= dirección

AI= autoincremento

Funcionamiento similar al de lectura solo que ahora es para escritura.

- R. de inhibición de escritura y de blanqueo del display.

			A	B	A	B	
1	∅	1	X	IW	IW	BL	BL

Donde IW(A)=inhibe la escritura de los bits D4-D7 en la RAM.

IW(B)= " " " " " " " D₀-D3 " " "

BL= el display se blanquea si está a 1

- R. de clear

1	1	∅	Cd	Cd	Cd	Ca	Ca
---	---	---	----	----	----	----	----

Determina el código que blanquea el display.

Cd Cd Cd - Posiciones de la RAM del display.

- ∅ X - Todas a ∅
- 1 ∅ - Todas a 20H (∅∅1∅ ∅∅∅∅)
- 1 1 - Todas a 1

Se habilita la "limpieza" o clear de la RAM si está a 1

Cf= la FIFO se pone a ∅ junto con IRQ, si está a 1

Ca= combina los efectos de Cd y Cf

Cuando se lee en la 8279 un dato (A₀=∅), lo que aparece en el bus de datos es la posición de la tecla pulsada en la matriz formada por las líneas de retorno y de barrido.

CNTL	SHIFT	Línea de barrido	Línea de retorno
------	-------	------------------	------------------

Si no están pulsada CNTL y SHIFT, los bits correspondientes están a nivel alto.

Cuando se lee de la 8279 un control (A₀=1) lo que aparece en el bus de datos es el registro de estado, cuyo formato es:

Du	E	O	U	F	N	N	N
----	---	---	---	---	---	---	---

Donde NNN- Indica el número de caracteres que hay en la FIFO.

F- Un 1 indica que la FIFO está llena.

U- Error underrun (ocurre cuando la CPU intenta leer una FIFO vacía).

O- Error de overrun (ocurre cuando se intenta introducir un dato en la FIFO llena).

- E- Se pone a 1 cuando se pulsaran varias teclas a la vez.
- Du- Display no disponible, se está limpiando la RAM.

5.1.4.- Memoria RAM con puertos de E/S y timer 8155.

La 8155 es una pastilla fabricada por Intel. Contiene una memoria RAM de 256 bytes, tres puertos de E/S (dos de 8 bits y uno de 6 bits) y un timer programable.

La configuración de las patillas y el esquema de bloques se puede ver en la figura 5.4.

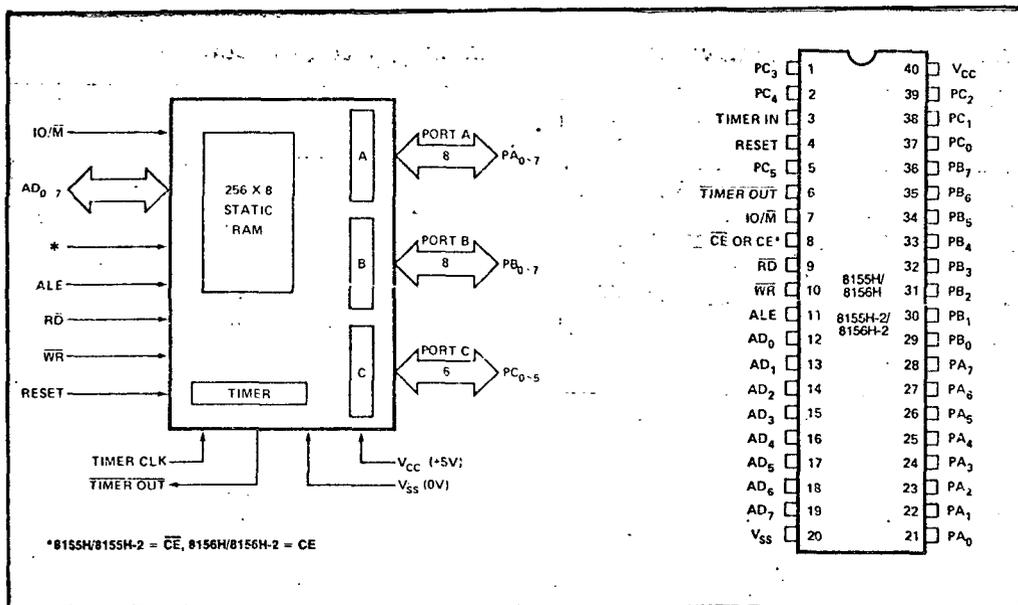


Fig. 5.4.-

Descripción de las patillas:

- RESET
Resetea la pastilla cuando se pone a 1.
- AD₀-AD₇
Líneas de datos y de dirección multiplexadas.
- \overline{CE}
Un nivel bajo habilita la pastilla.
- \overline{RD}
Cuando se pone a \emptyset se lee en el bus de datos.
- \overline{WR}
Cuando se pone a \emptyset se escribe en el bus de datos.

- ALE

Señal que sirve para indicar que lo que entra por las líneas AD son direcciones.

- IO/ \overline{M}

Si está a nivel bajo se selecciona la memoria y si está a nivel alto se selecciona los puertos de entrada/salida.

- PA \emptyset -PA7

Puerto A de 8 bits.

- PB \emptyset -PB7

Puerto B de 8bits.

- PC \emptyset -PC5

Puerto C de 6 bits.

- TIMER IN

Entrada del timer.

- $\overline{\text{TIMER OUT}}$

Salida del timer.

El chip tiene un registro de comando que se direcciona con XXXXX $\emptyset\emptyset\emptyset$ (X=No importa). El formato es:

TM2	TM1	IEB	IEA	PC2	PC1	PB	PA
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

Donde PB y PA definen los puertos A y B (1=Salida; \emptyset =Entrada)

PC1 y PC2 definen el puerto C (concretamente $\emptyset\emptyset$ = Entrada)

IEB y IEA utilizados cuando el port C se utiliza como control

TM2 y TM1 definen la operación del timer (concretamente

si es 11, carga la cuenta y comienza el funcionamiento).

Existe un registro de estado que al no ser utilizado no se describe.

En la dirección XXXXX $\emptyset\emptyset$ 1 está el puerto A

En la dirección XXXXX \emptyset 1 \emptyset está el puerto B

En la dirección XXXXX \emptyset 11 está el puerto C

El timer posee dos registros donde se carga la cuenta (en el fondo el timer es contador o divisor por N; donde N se puede progra-

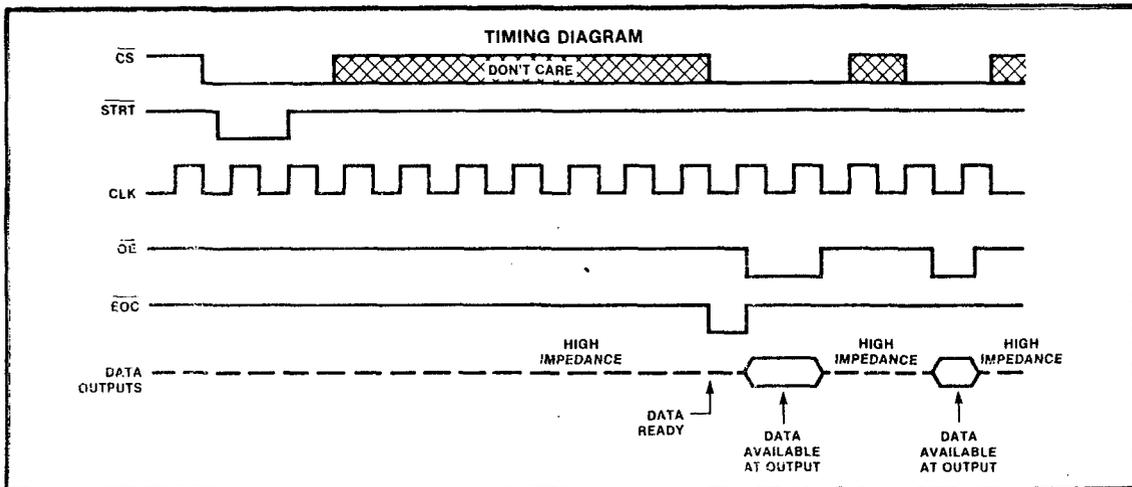


Fig. 5.6.-

(End of conversión) activa a nivel bajo nos indica el fin de la conversión. Con la señal \overline{OE} (Output enable) se habilitan los datos en los buffer, que hasta entonces estaban en estado de alta impedancia.

La limitación mas importante de este conversor A/D es la del tiempo que tarda los datos en aparecer en la salida una vez dado el \overline{OE} ; este tiempo es de 500 nanosegundos.

5.1.6.- Timer 555

El patillaje y diagrama de bloques del popular timer 555 se puede ver en la figura 5.7. Por ser este un circuito bastante conocido no se explicará el funcionamiento interno. Por ultimo decir que se utilizará como multivibrador estable.

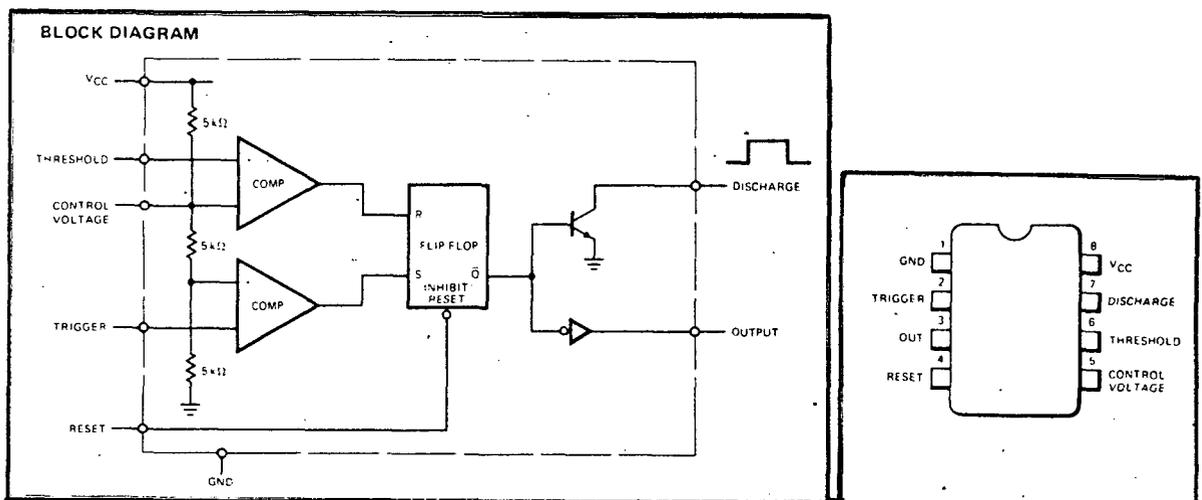


Fig. 5.7.-

5.1.7.- Driver direccionable de periféricos NE 590

Se puede ver el patillaje en la figura 5.8. Este driver permi-

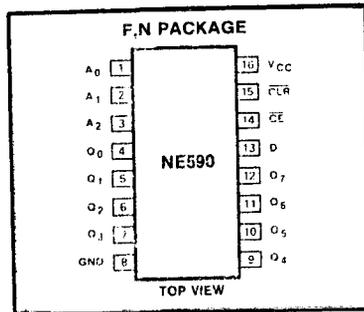


Fig. 5.8.-

te una corriente por la carga de hasta 250 mA; sus entradas son compatible con niveles TTL.

Descripción de las patillas:

- Q_0 - Q_7

Son salidas de colector abierto.

- A_0 - A_2

Entradas con las que se selecciona las salidas

- D

Cuando el chip está habilitado el dato de la entrada es transferido a la salida tal que:

Un 1 a la entrada conmuta a "ON" el conmutador de salida

Un 0 a la entrada conmuta a "OFF" el conmutador de salida

- \overline{CE}

Habilitación del chip. Activo a nivel bajo.

- \overline{CLR}

Entrada "clear", un nivel bajo causan que los conmutadores de salida pasen a OFF. La entrada D es prioritaria a \overline{CLR} .

5.1.8.- Memoria EPROM de 4K bytes 2732A

Es una memoria programable de solo lectura cuyo contenido se puede borrar por medio de la exposición del chip a la luz ultravioleta. La disposición de las patillas se puede ver en la figura 5.9.

Descripción de las patillas:

- A_0 - A_{11}

Entrada de direcciones.

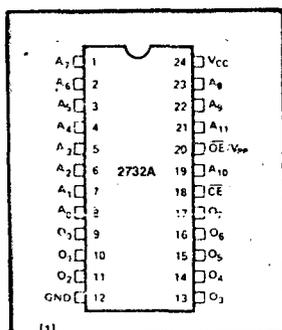


Fig. 5.9.-

- O_0-O_7

Salidas de datos.

- \overline{CE}

Chip enable, se utiliza para habilitar el chip.

- \overline{OE}/V_{pp}

Cuando se aplica 21 voltios a esta patilla la memoria está dispuesta para grabarse. Cuando se trabaja con niveles TTL en esta patilla y cuando se aplica un nivel bajo los datos se presentan en las salidas (está en alta impedancia las salidas si $\overline{OE}=1$).

5.1.9.- Driver-decodificador de código ASCII a 18 segmentos AC5947N

Fabricado por Texas Instruments, es capaz de suministrar por las salidas hasta 64 mA (por segmento). En la figura 5.10 se puede ver la configuración de un display de 18 segmentos y el patillaje del AC5947N.

Como entradas tiene $A5-A_0$, que es donde se coloca el caracter ASCII y Output Enable (aplicando un 1 las salidas son activas); como salidas están los driver de los 18 segmentos.

5.1.10.- Conmutadores analógicos 4066B

El 4066B está formado por 4 conmutadores analógicos bidireccionales. En la figura 5.11 se puede ver el diagrama lógico y la disposición de las patillas.

En esencia cada conmutador consta de dos terminales de entrada-salida (Y,Z) y un elemento de control (E) con el cual se controla el conmutador.

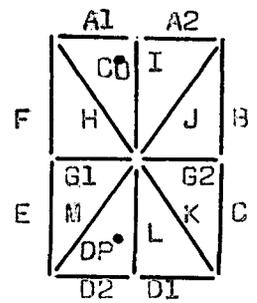
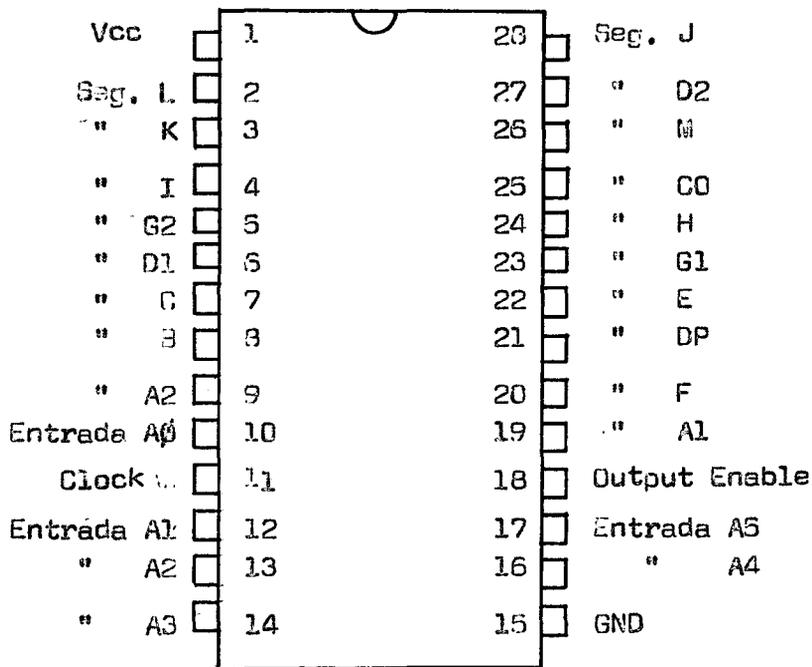


Fig. 5.10.-

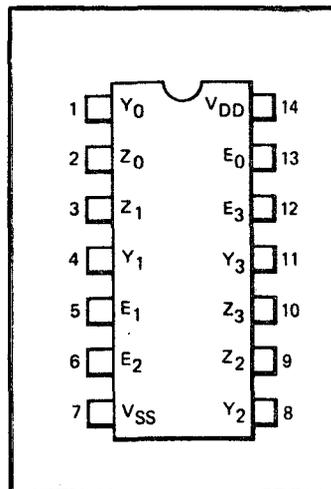
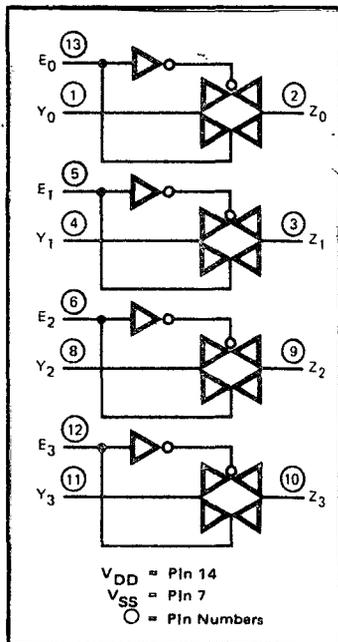


Fig. 5.11.-

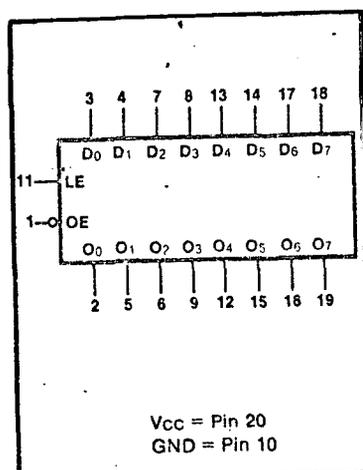
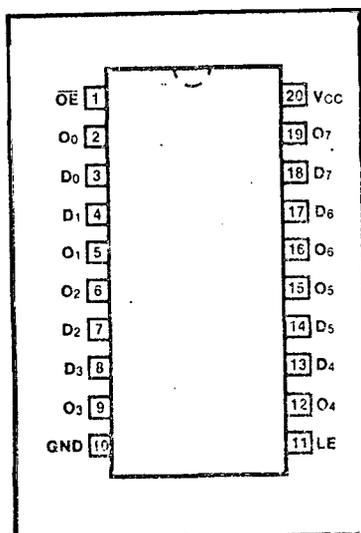


Fig. 5.12.-

5.1.11.- 8 flip-flops tipo D 74LS373

El diagrama lógico y la disposición de las patillas se pueden ver en la figura 5.12.

Cuando LE está a nivel alto el flip-flop permanece transparente (lo que hay en la entrada aparece a la salida), cuando pasa a nivel bajo, el dato en la entrada (D) es memorizado y aparece continuamente en la salida (Q). Cuando \overline{OE} está a nivel alto la salida presenta un estado de alta impedancia, si está a nivel bajo en la salida están los datos.

5.1.12.- 2 flip-flop tipo D activados por flanco de subida 74LS74

El diagrama lógico y la disposición de las patillas se pueden ver en la figura 5.13.

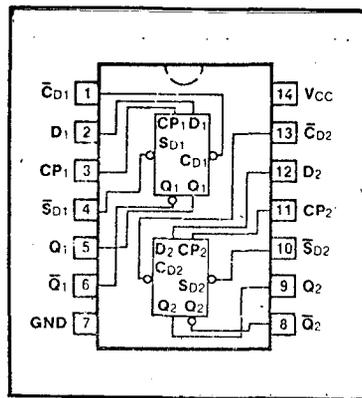


Fig. 5.13.-

La información en las entradas (D) es transferida a las salidas (Q, \overline{Q}) con el flanco de subida de la señal de reloj CP

5.1.13.- 8 flip-flop tipo D disparados por flanco de subida 74LS374

El diagrama lógico y disposición de las patillas se puede ver en la figura 5.14.

Los datos que aparecen en la entradas (D) son transferidos a las salidas (Q) con el flanco de subida de la señal de reloj (CP) que es común a todos los flip-flops. Los datos aparecen a la salida si $OE=\emptyset$ ya que si está a 1, las salidas están en "tri-state".

5.1.14.- 2 decodificadores 1 de 4 74LS134

El diagrama lógico y la disposición de las patillas se pueden

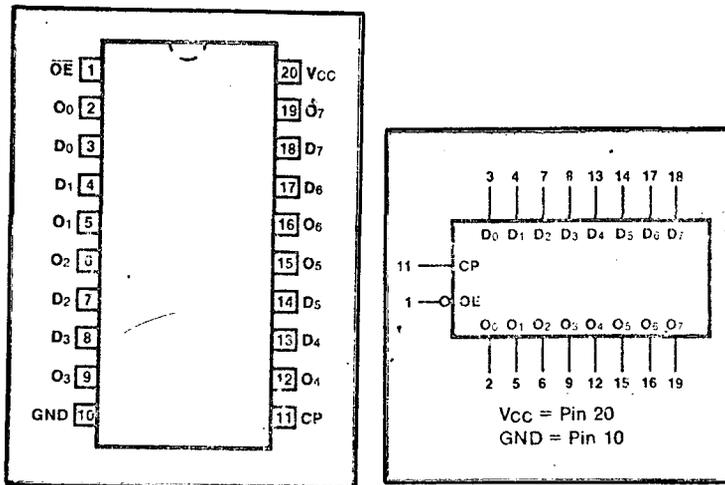


Fig. 5.14.-

ver en la figura 5.15.

El decodificador es activo cuando \bar{E} esta a nivel bajo; las entradas A seleccionan una salida \bar{O}

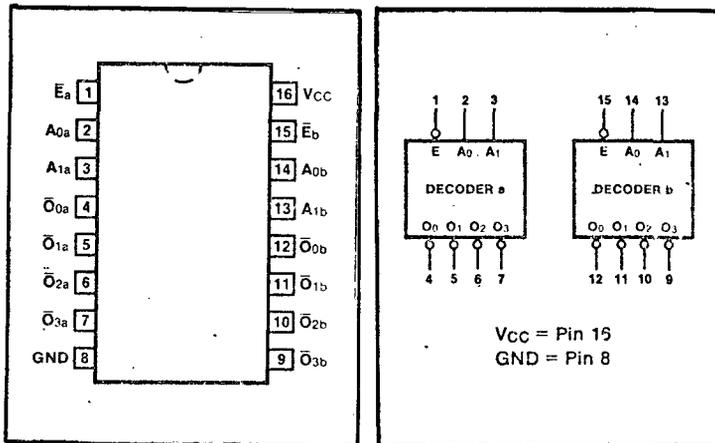


Fig. 5.15.-

5.1.15.- Codificador prioritario de 8 entradas 74148

El diagrama lógico y la disposición de las patillas pueden verse en la figura 5.16.

El codificador acepta datos de las entradas activas a nivel bajo (\bar{I}) y proporciona una representación binaria en las salidas (\bar{A}) de la línea que ha sido activada. Un nivel alto en EI pone todas las salidas a nivel alto. \bar{GS} se pone a nivel bajo cuando se ha activado alguna entrada. $\bar{E}\bar{O}$ se pone a nivel alto cuando alguna entrada se pone a nivel bajo, si todas permanecen a un nivel alto $\bar{E}\bar{O}$ permanece a nivel bajo.

5.1.16.- Puertas NOR 74LS02 y puertas NAND 74LS00

La disposición de las patillas se puede ver en la figura 5.17.

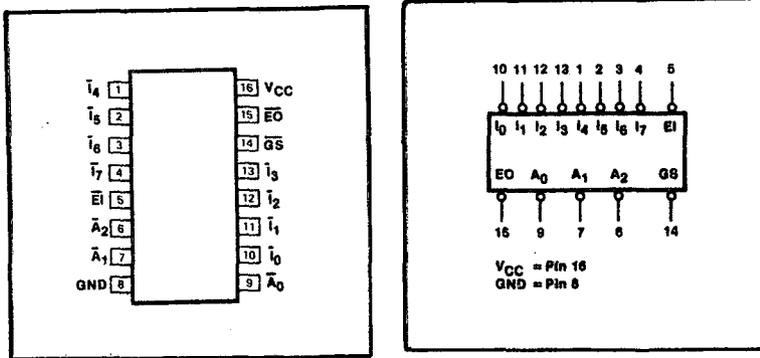


Fig. 5.16.-

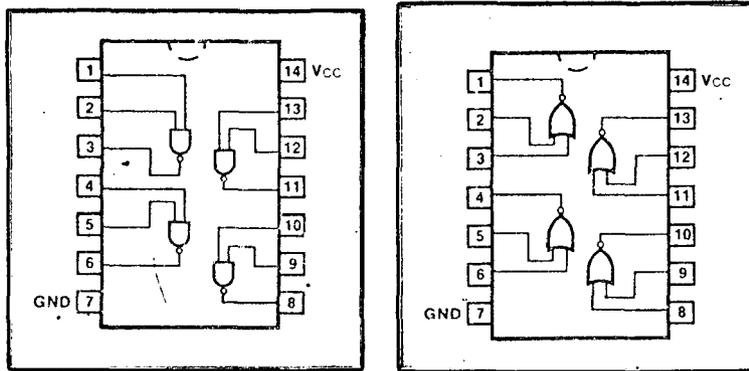


Fig. 5.17.-

5.1.17.- Optoacoplador 6N136

La disposición de las patillas y el conexionado interno se pue-
ver en la figura 5.18

Tiene una razón de transferencia (de corriente) del 20%.

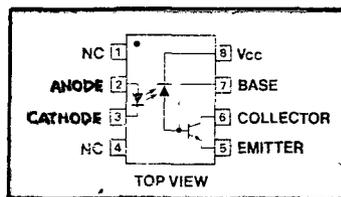


Fig. 5.18.-

5.2.- Descripción del conexionado del hardware.

Se puede ver el esquema de bloques del sistema integrado de navegación en la figura 5.19.

Todos los bloques que están dentro de la línea discontinua es el sistema que se ha desarrollado en este proyecto.

En el bloque llamado microcomputador se encuentra el microprocesador, la RAM, los puertos de E/S, la EPROM que contiene el programa residente y circuitería adicional (decodificadores, latches, etc.). Como se observa el microcomputador es el encargado de la unidad conversora analógica-digital, del controlador del teclado y display y de la unidad de transmisión y recepción serie; además admite las alarmas del sistema de navegación por satélite y de las posibles alarmas del sonar y radar que existan en el barco. Actualmente está saliendo al mercado unos compases giroscópicos que admiten entrada digital para la colocación del rumbo (para trabajar como piloto automático); el microcomputador proporciona una salida en binario de 0 a 259 grados con pasos de 0,5 grados para este tipo de compás. En caso de que el compás no admita entrada digital, habría que hacerle unas adaptaciones a este, tal como colocar un motor paso a paso solidario con la rosa que sirve para colocar el rumbo y hacer una circuitería que decodifique la salida digital suministrada por el microcomputador y convertirla en una secuencia, también digital, para suministrarla al motor paso a paso.

El bloque denominado como "Unidad conversora analógica-digital" posee el conversor A/D y dos conmutadores analógicos; como se ve en la figura a este bloque le entra una señal procedente del timón (concretamente del potenciómetro que está solidario con él) y otra procedente del compás giroscópico , que proporciona la señal de error de rumbo.

En el bloque denominado como "Unidad de transmisión y recepción serie" se encuentra una unidad asincrónica de transmisión y recepción (USART), el reloj de transmisión y recepción y circuitos de conver-

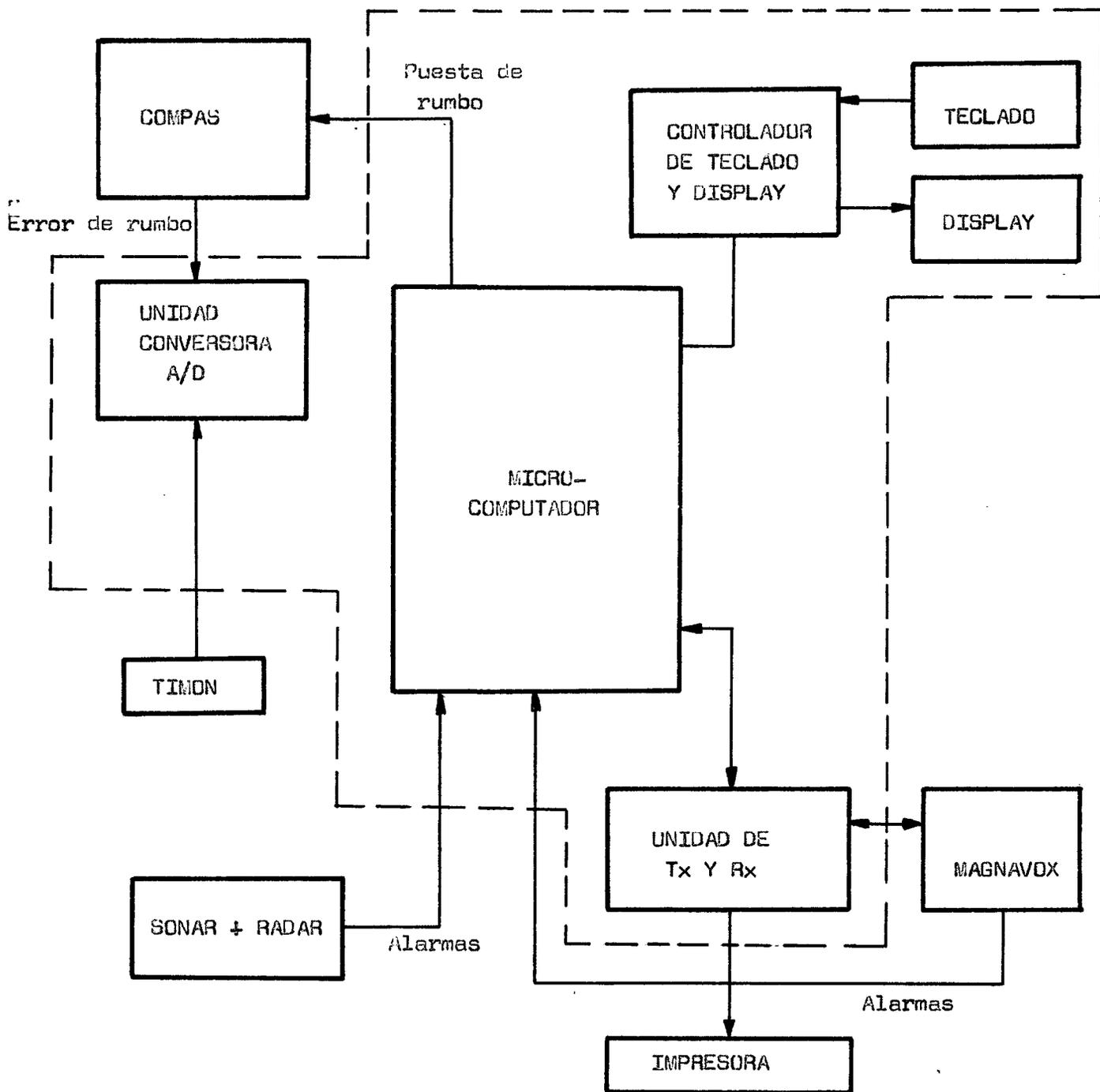


Fig. 5.19.-

si3n de lazo de 20 mA a niveles TTL y viceversa; tambi3n se dispone de una salida serie para impresora (con niveles TTL).

En el bloque denominado como "Controlador de teclado y display" se encuentra el controlador del display alfanum3rico de 16 caracteres y del teclado hexadecimal mas una tecla CNTL. Tambi3n hay dos driver de perif3ricos y convertidor de codigo ASCII a 18 segmentos.

El conexionado del hardware se puede ver en los esquemas 1,2 y 3.

5.2.1.- Descripci3n del microcomputador.

En principio describiremos el mapeado del sistema (de la memoria) y se puede ver en la tabla 5.1.

Pastilla	Direcci3n																
	hexadecimal	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
EPROM	0000- 0FFF	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RAM	3000- 3FFF	0	0	1	1	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X
USART	5000- 5001	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
8279	9000- 9001	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
A/D	D000	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 5.1.-

Tanto a los puertos como a los registros de la 8155 (de comando y de timer se accede mediante la direcci3n hexadecimal que va desde 30H. a 37H. y que corresponde con:

A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
0	0	1	1	0	X	X	X

Para la decodificaci3n de las diferentes pastillas se ha utilizado la decodificaci3n directa (por l3neas de direcci3n) para la EPROM y para la 8155 (RAM mas puertos de entrada y salida mas timer), y la decodificaci3n con un decodificador para la USART, la 8279 y el conversor A/D.

La l3nea de direcci3n A12 se conecta directamente al \overline{CE} de IC2 (2732) de tal manera que cuando est3 a nivel bajo se decodifica la EPROM. Cuando A13 est3 a nivel alto, se invierte por medio de una puerta de IC8 (74LS00) trabajando como inversora y activa a la RAM

por medio del \overline{CE} .

Las líneas A15 y A14 van al decodificador IC6 (74LS139) que dependiendo de la combinación binaria que haya en estas líneas de dirección decodificará la USART, la 8279 o el convertidor A/D.

El cristal conectado en las patillas X1 y X2 de IC4 (8085) es de 2.5 Mhz con lo que se proporciona una frecuencia de trabajo del micro de 1.25 Mhz, es decir, la mitad; esta frecuencia de trabajo viene determinada por el ciclo de lectura del convertidor A/D. El fabricante recomienda poner un condensador de 20 pF en la patilla X2 y masa, cuando la frecuencia del cristal sea menor de 4 Mhz.

La red R1-C1 fija el tiempo de comienzo de trabajo del microprocesador, una vez dada la alimentación y que según el fabricante debe ser mayor de 10 milisegundos. Con esta red se consigue un tiempo de retraso del funcionamiento un poco menor a 47 milisegundos.

Las patillas no utilizadas (que pueden dar algún problema si se dejan al aire) son HOLD, INTR (que se conecta a tierra) y READY (que se conecta a nivel alto).

La entrada RST 7.5 va conectada a través de la puerta NOR (trabajando como inversora) de IC7 (74LS02); la entrada de esta puerta va conectada a la patilla 14 del conector externo del Magnavox; esta patilla corresponde a un relé que normalmente está abierto y cuando sucede una alerta de navegación se cierra, conectando la patilla a tierra, actuando así la interrupción RST 7.5. La red R2-C2 elimina algún posible rebote que haya podido haber al cerrarse los contactos del relé.

Como se sabe la barra de dirección de los 8 bits de menor peso del 8085 y la barra de datos están multiplexados; con el flanco de bajada de la señal ALE es cuando hay que tomar los 8 bits de dirección ya que a continuación saldrá los 8 bits de datos. Para este propósito se utiliza IC5 (74LS373); cuando hay un nivel alto en la patilla ALE, los 8 flip-flops tipo D que contiene IC5 están transparentes, solo cuando la señal ALE cambia a nivel bajo la dirección es

memorizada por los flip-flops y permanece en las salidas de IC5.

La memoria EPROM 2732 (IC2) debido a la tecnología con que está construida (HMOS), cuando se habilita o deshabilita con el CE se produce unos picos de corrientes transitorios que pueden afectar como ruido al sistema. Para eliminar estos picos se desacopla la patilla de alimentación con un condensador de 100 nF (C3).

Para no aumentar el número de puertos existentes se han utilizados los latches IC9, IC10 e IC11. Por una parte el puerto A controla la unidad de conversión A/D y suministra los 8 bits menos significativos del rumbo a introducir en el compás giroscópico. El puerto B controla los latches que tienen los IC citados, estos son activos por flanco de subida; además controla la demanda del timón (a babor o a estribor), estas líneas de demanda irán a la "caja de relés" los cuales pondrán en marcha los motores que controlan el movimiento de la pala del timón. El puerto B posee además una línea de control que deja o no deja pasar datos hacia la impresora y suministra los 2 bits más significativos del rumbo que se introduce en el compás giroscópico.

El puerto C de entrada, admite una línea proveniente del compás giroscópico y que indica al sistema que este "colocó" el rumbo. Además por este puerto se admite de forma codificada (activa a nivel bajo) que línea de alarma es la que se ha activado; como se ve en el esquema el circuito codificador IC11 (74148) tiene 8 líneas de entradas de las cuales se utilizan 7 (la I₀ no se utiliza), estas líneas son activas a nivel bajo e irán conectadas a las líneas de alarmas de los sistemas correspondientes (radar, sonar, etc.), los cuales deben respetar los niveles TTL. Como se puede ver cada línea tiene una resistencia R4 conectada a la alimentación cuya misión es la de mantener un nivel alto a la entrada del decodificador; con esto se pueden conectar al sistema de alarma, las líneas que se deseen e incluso como no se conecta ninguna, sin que por ello pueda producir falsas alarmas (que podrían producirse si no se conectan las líneas a + 5V, al quedar estas "flotantes").

5.2.2.- Descripción de la unidad de transmisión y recepción.

Tiene por misión comunicarse con el Magnavox por medio de la tarjeta bidireccional de teclado/display que se le ha tenido que instalar, como opción extra que es.

Las características de transmisión y recepción son:

- Velocidad de Tx y Rx = 300 baudios.
- 1 bit de stop.
- No posee bit de paridad.

Por otra parte se ha escogido como tipo de interface el de "lazo de 20 mA". Como el Magnavox tiene varios modos a elegir de este interface, se ha escogido el de transmisor activo y receptor pasivo.

Todo esto se ha dicho porque hay que poner el conmutador de la velocidad de transmisión y recepción en la posición 10 (300 baudios) y hacer los puentes que se indican en la tabla de la figura 3.11 del capítulo III según la forma de interface elegido.

Vamos a continuación a describir la unidad de transmisión y recepción desarrollada. Consta esencialmente de 4 elementos:

- La USART.
- El reloj de transmisión.
- Interface de niveles TTL a lazo de 20 mA.
- Interface de lazo de 20 mA a niveles TTL.

Sobre el conexionado de la USART hay poco que comentar ya que al ser compatible con el microprocesador 8085, tiene patillas que son conectables directamente con aquel (\overline{WR} , \overline{RD} , bus de datos, etc.). Las patillas que pueden causar algún problema si se dejan al aire son DSR y CTS por lo que se conectan a nivel alto por medio de una resistencia a la alimentación.

Para el reloj de transmisión y recepción se ha utilizado el conocido timer 555 trabajando en modo astable. La frecuencia de trabajo va ser de 18 Khz, que al ser dividida internamente por la USART proporciona un "baud rate" de 300 baudios (300 Hz).

Para el calculo de esa frecuencia (18 Khz) nos fijaremos en el dibujo de la figura 5.20 , que como se ve representa la parte

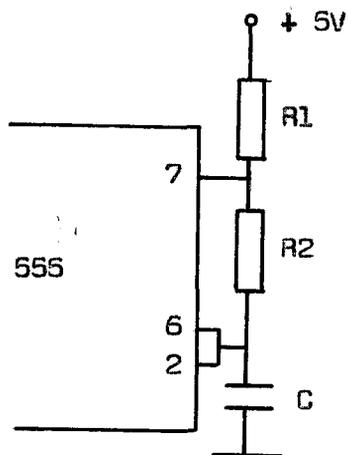
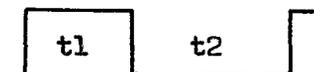


Fig. 5.20.-

del 555 que fija la frecuencia.

Si tenemos en cuenta que a la salida se tiene una onda cuadrada como la dibujada



Los valores de t_1 y t_2 dependen de R_1 , R_2 , y C ; y viene relacionados por las siguientes formulas:

$$t_1 = 0.693 \times R_2 \times C \quad (1)$$

$$t_2 = 0.693 \times (R_2 + R_1) \times C \quad (2)$$

Nos interesa una onda de salida con un ciclo de trabajo del 50%; es decir que $t_1 = t_2$ (esto no se consigue exactamente con el 555, pero se aproxima bastante).

Si fijamos el valor de C en 390 pF y teniendo en cuenta que para una frecuencia de 18 KHz resulta un valor de $t_1 = 2.77 \times 10^{-5}$ se obtiene el valor de R_2 mediante la formula (1) de 100 Kohmios (ya normalizado). Para que se cumpla que $t_1 = t_2$, R_1 debe ser mucho menor que R_2 , por lo que se elige el valor de 1K para R_1 .

En el circuito completo, como se puede ver en los esquemas, la resistencia "R2" se ha dividido en R_5 y P_1 . Con el potenciómetro se consigue un ajuste de la frecuencia mas exacto.

Para hacer el interface "lazo de 20 mA a niveles TTL" se ha utilizado el optoacoplador 6N136 (IC15). El funcionamiento del circuito es el siguiente: Cuando el Magnavox transmite un 1, el transistor

Q1 se corta por lo que la corriente pasa por la resistencia de 390 ohmios, por el diodo zener y por el diodo LED del optoacoplador; este excita al fotodiodo y proporciona corriente a la base del transistor, el cual se satura (condición de diseño) con lo cual la tensión del colector está próxima a tierra (nivel lógico 0) que al ser invertido por 1/4 de IC8 (74LS00) proporciona un 1 lógico en la entrada RxD de la USART. Si transmite un 0 el Magnavox, el transistor Q1 se satura por lo que no pasa corriente a través del diodo LED de optoacoplador, con lo que no se proporciona corriente a la base de transistor y este permanece cortado; la tensión en el colector es aproximadamente igual a la de la alimentación (un 1 lógico) que al ser invertido por 1/4 de IC8 se obtiene en la patilla RxD un 0.

Teniendo en cuenta que la caída en el diodo LED es típicamente de 1.5 voltios, la intensidad que pasa por él es de 15 mA. Si el fabricante nos especifica una relación de transferencia de corriente del 20% (relación de transferencia de corriente es $I_{colector}$ entre I_{diodo}). Setiene una intensidad por el colector mínima de 3 mA; con lo que se dispone de los datos para calcular R13.

$$R13 = \frac{5V}{3mA} \approx 1.6K$$

Para hacer el interface de TTL a lazo de 20 mA se ha utilizado dos pasos inversores, uno con una puerta NAND y el otro con transistores (montaje Darlington en emisor común).

El funcionamiento de circuito es el siguiente: Por la patilla TxD sale la información serie, es invertida en 1/4 IC8 y se vuelve a invertir en el inversor formado por el par de transistores BC 107. Si por TxD sale un 1, a la salida de la puerta NAND hay un 0 con lo cual T1 y T2 se cortan; al cortarse, la corriente sigue el camino desde alimentación, pasa por R9, por la resistencia de 47 ohmios y por el diodo LED, con lo cual la circuitería de Magnavox detecta que se ha recibido un 1. Si a la salida de TxD hay un 0, este es invertido en la puerta, con lo cual se satura los transistores y no circula co-

riente por el didodo LED, con lo cual el Magnavox detecta que se ha recibido un \emptyset .

Al tener el BC 107 una ganancia mínima en corriente en emisor común (hFE) de 20; con el montaje Darlington se eleva a 400; un transistor solo no llegaría a saturarse completamente debido a la poca corriente de salida que entrega la puerta TTL en el nivel alto.

Para calcular R7 se ha supuesto el caso peor de que el nivel alto TTL sea de 3V y que la corriente de salida sea de 0.4 mA. Teniendo en cuenta que el voltaje para que se sature un transistor debe ser mayor o igual a 0.7V; se toma una caída de tensión en los dos base-emisor de 1.5V (ver figura 5.21)

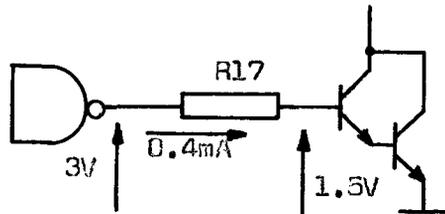


Fig. 5.21.-

Se tiene que
$$R7 = \frac{(3-1.5)V}{0.4 \text{ mA}} = 3.75 \text{ Kohmios}$$

Se escoge el valor standar de R7 igual a 3.9 K . La resistencia R8 asegura la saturación y vale típicamente 4 veces el valor de R7.

$$R8 = 16 \text{ K}$$

5.2.3.- Unidad de conversión analógica- digital.

La misión de esta unidad es la de "leer" el error de rumbo que proporciona la giroscópica y la posición relativa del timón mediante el potenciómetro de timón.

Consta de un convertidor analógico digital NE 5037 (IC16) y de un circuito que contiene 4 conmutadores analógicos, el 4066 (IC17), de los cuales son utilizados dos solamente; la misión de estos conmutadores es parecida a la de un multiplexor analógico de 2 entradas; selecciona la señal de la giroscópica o del timón para que pueda convertirse a digital en el ADC.

Debido a que cada compas giroscópico utiliza una determinada forma "eléctrica" de dar a conocer el error de rumbo, y al no poseer los suficientes datos sobre uno en concreto, a la salida de la giroscópica habrá que conectar un circuito que transforme el error de rumbo tal como lo suministra esta (en algunas es una señal de frecuencia fija, en la cual se produce un desplazamiento de fase que depende directamente de la cantidad de rumbo desviado) en una señal continua de 0 a 5 voltios; cuando no hay error de rumbo (se lleva el rumbo correcto) el voltaje debe ser de 2.54V y cada incremento o decremento de 0.08V equivale aproximadamente a una desviación de un grado del rumbo. El potenciómetro de timón o de popa va unido a la pala del timón mediante unos "brazos de hierro"; el valor de este potenciómetro suele variar entre 500 ohmios y 1 Kohmios (el valor máximo que se admite en el sistema es de 5 K y el mínimo de 500 ohmios). Como el potenciómetro está situado en el timón tiene que atravesar el barco hasta llegar al puente, para que no se induzcan ruidos es convenientemente apantallar el cable, de todas maneras el condensador C6 reducirá ruidos inducidos en el cable. Como se ha dicho el potenciómetro se debe acoplar a la pala del timón tal que en la patilla 4 de IC7 (esto se hace con el puente J1 puesto) haya un voltaje de 2.54 voltios, si esto no fuera posible, se quitaría el puente J1 y se ajustaría mediante el potenciómetro «P2» hasta conseguir la tensión deseada.

Los conmutadores analógicos utilizados son controlados mediante dos líneas del puerto A; los niveles de este puerto son compatibles con TTL y al ser la lógica del control de los conmutadores del tipo CMOS es necesario poner una resistencia (R3) "pull-up" elevadora del nivel alto TTL para que sea compatible con el nivel alto CMOS.

La salida de los dos conmutadores se han unido a la entrada analógica del convertidor A/D. El condensador C8 tiene por misión los picos de señal que se pueden producir al conectar o desconectar los conmutadores, así como reducir aún más los ruidos inducidos.

Los datos son leídos del convertidor A/D por parte del microprocesador como si fuera un acceso a memoria por parte de este; esto

se consigue con \overline{RD} y la activación de la dirección del A/D con lo cual se consigue que \overline{OE} esté a nivel bajo. Como se ha dicho al describir el microcomputador, la velocidad de trabajo del microprocesador venía determinada por el retraso que hay entre que se le aplica el Output Enable ($\overline{OE}=\emptyset$) y el tiempo que tarda en aparecer los datos en el bus (500 ns como máximo).

El condensador C9 desacopla la alimentación y tiene por misión reducir picos espúreos que se produzcan en el sistema y que puedan afectar el funcionamiento del convertidor A/D.

La caída de potencial en los conmutadores es aproximadamente a -0.08V, es decir, equivalente a un grado desviación; este "defecto" es corregido por software.

Por la patilla CLK de IC16 entra la frecuencia de trabajo del microprocesador que ha sido dividida por 2 por el timer de la 8155 y que proporciona la señal de reloj para poder trabar la lógica interna del convertidor A/D.

5.2.4.- Unidad controladora de teclado y display.

Esta unidad consta principalmente de un controlador de teclado y display 8279 y que es directamente compatible con el microprocesador 8085, un decodificador de código ASCII a 18 segmentos, dos driver de periféricos, un teclado hexadecimal mas una tecla de control y dos displays alfanuméricos de 8 caracteres.

Como se ha dicho el controlador es el 8279 (IC18) que es compatible con el microprocesador, por tanto hay patillas que son directamente conectables entre este y el controlador (\overline{WR} , \overline{RD} , el bus de datos, CLK, etc.).

Por una parte el controlador "ataca" al display mediante las salidas B \emptyset -B3 y A \emptyset -A1 (ya que como se sabe el código ASCII simplificado consta de 6 bits), através del decodificador de código ASCII a 18 segmentos. La salida maxima en corriente de IC18 para un nivel alto es de 0.4 mA y la entrada de IC19 puede necesitar hasta una corriente de 0.52 mA (para una tensión de 2.5V); hay que poner una re-

sistencia entre estas patillas y alimentación para que aumente la corriente de entrada en IC19.

Suponiendo el caso peor de que IC18 no suministre corriente se tiene que:

$$R12 = \frac{(5-2.5)V}{0.525 \text{ mA}} \approx 4K7$$

Hay que comprobar que con el valor calculado de R12 y cuando la 8279 presenta un nivel lógico bajo (aproximadamente 0 voltios) a su salida, la corriente de entrada a sus patillas no supere los 1.6 mA.

$$I \text{ entrada} = \frac{5V}{4k7} = 1.06 \text{ mA}$$

Por lo que queda fijado el valor de R12 en 4K7.

El circuito integrado AC 5947 (IC19) además de ser un decodificador de ASCII a 18 segmentos es también driver, es decir, que proporciona la suficiente corriente para excitar a los segmentos del display. El fabricante asegura que es capaz de dar una salida en corriente de 64 mA por segmento. Por otra parte se tiene que el fabricante de los displays HDSP-6508 asegura en la hoja de datos que la eficiencia relativa lumínica (intensidad lumínica por unidad de corriente de pico por el segmento) es aproximadamente la unidad para una I de pico de 30 mA por el segmento.

En las condiciones de trabajo del display (velocidad de refresco de 100 Hz y activación de los dígitos del display durante un tiempo igual a 460 microsegundos), la I de pico máxima es de 100 mA. Teniendo en cuenta que para esta corriente la eficiencia lumínica es de 1.1, es por lo que se escoge una I de pico por segmento de 30 mA.

La salida de corriente de IC19 es por emisor, el fabricante dice también que hay una caída interna de voltaje de 1V. La caída interna de voltaje del NE 590 (IC20 y IG 1) es también de 1V. La caída de voltaje en el segmento viene determinada por la fórmula dada por el fabricante:

$$V_f = 1.85 + I_{\text{pico}} \times 1.8 \text{ Ohmios}$$

Para $I_p=30$ mA resulta una V_f aproximada de 1.9V.

Para calcular R_{13} se valerá de la figura 5.22.

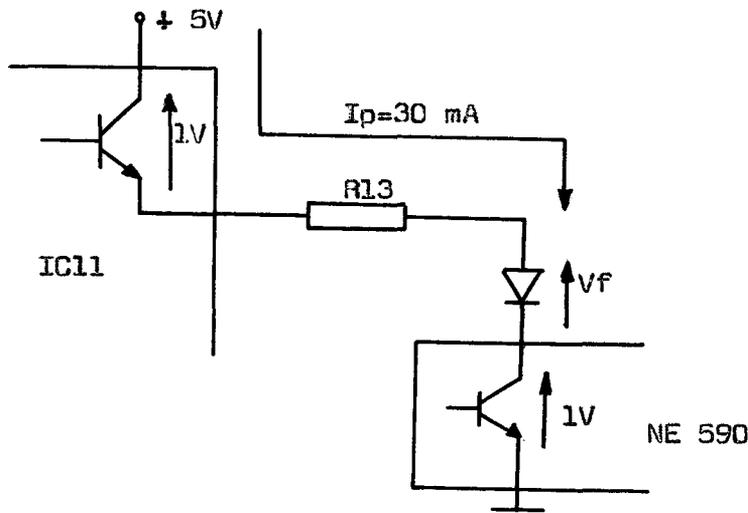


Fig. 5.22.-

$$\text{Resulta un valor de } R_{13} = \frac{(5-1.9-1)V}{30 \text{ mA}} = 36 \text{ ohmios.}$$

Se escoge un valor normalizado de R_{13} un poco mas alto, de 39 ohmios.

Los drivers de periféricos IC20 e IC21 tienen como misión ir recibiendo "información" de las líneas de barrido (SL) de IC18 y decodificarla para así activar en un momento dado, uno de los 16 que hay. Como se ha dicho anteriormente el tiempo que permanece activo un dígito es de 460 microsegundos.

El display 1 es el menos significativo y el 2 el mas significativo, los dos se unen y forman un display de 16 caracteres. La máxima corriente que admite el NE 590 es de 300 mA, por lo que pueden encenderse hasta 10 segmentos a la vez (que es el número máximo de segmentos que se necesita para representar un carácter dado).

Sobre la parte del teclado hay relativamente poco que decir. El decodificador 1/2 de IC6 decodifica las líneas de barrido y las convierte en activas a nivel bajo (la decodificación). Cuando una tecla es pulsada el nivel bajo es detectado por las líneas de retorno. Tanto las entradas CNTL, SHIFT como las líneas de retorno (RL) de

IC18 tienen una resistencia interna "pull-up" que las mantiene a nivel alto, a menos que un nivel bajo las fuerze a cambiar de estado.

5.3.- La alimentación.

La circuitería diseñada necesita una alimentación única de 5 voltios; cuando se da el máximo consumo de corriente, se necesita 1.2 amperios.

Por otra parte es sabido que los barcos tienen una tensión disponible de 24V. Sería absurdo poner el típico regulador serie para rebajar la tensión del barco a los 5v necesarios, ya que la potencia disipada por este sería del orden de los 20 wattios.

Es por eso que se debe recurrir al mercado y encontrar un convertidor DC/DC (de 24 a 5V y que suministre una corriente de 1.5 A) para conseguir la alimentación deseada. La técnica usada por estos convertidores es la de la alimentación conmutada (entre las ventajas cabe destacar la menos potencia disipada por el elemento activo comparado con el del regulador serie). Se escogerá aquel que disponga de un rizado relativamente bajo.

5.4.- Lista de componentes

IC1= NE 590
IC2= 2732-A
IC3= 8155
IC4= 8085-A
IC5= 74LS373
IC6= 74LS139
IC7= 74LS02
IC8= 74LS00
IC9= 74LS374
IC10= 74LS74
IC11= 74LS74
IC12= 74148

IC13= 8251-A
IC14= 555
IC15= 6N136
IC16= NE 5037
IC17= 4066B
IC18= 8279-5
IC19= AC5947
IC20= NE 590

R1= 47 Kohmios
R2= 1 "
R3= 6.8 "
R4= 1 "
R5= 91 "
R6= 1 "
R7= 3.9 "
R8= 16 "
R9= 130 ohmios
R10= 1.6 Kohmios
R11= 50 "
R12= 4.7 "
R13= 39 ohmios

Rp = Resistencias de 1 Kohmios

Todas de 1/4 de watio y 5% de tolerancia.

C1= 1 μ F
C2= 1 μ F
C3= 100 nF
C4= 100 nF
C5= 390 pF
C6= 100 nF
C7= 10 μ F/16V electrolítico
C8= 1 μ F

C9= 1 μ F

C10= 20 pF

T1 y T2 = transistores BC 107

Display 1= HDSP-6508

Display 2= HDSP-6508

X TAL= cristal de 2.5 MHz

Teclado hexadecimal mas tecla con la impresi3n CNTL.

CAPITULO VI
SOFTWARE DEL SISTEMA

6.1.- Programa de inicialización del sistema.

En esta parte se inicializa los registros de los distintos chips utilizados y se expone como se confecciona la información de ruta.

6.1.1.- Programación de la 8155.

Mediante el registro de comando que se encuentra en la dirección 30H se define el puerto A y B como de salida y el puerto C como entrada, por otra parte se programa el modo de timer (comienzo una vez cargada la cuenta). La información que hay que introducir en el registro de comando es C3H.

El timer tiene que dividir en frecuencia la señal de entrada por dos (para que le sirva como clock al convertidor A/D), esto se consigue introduciendo en la dirección 34H el dato 02H. Además se quiere que la señal de salida del timer sea una onda cuadrada, esto se consigue programando el registro que se encuentra en la dirección 35H con el dato 40H.

6.1.2.- Programación de los registros de la USART.

Con la programación del registro de modo de la USART se indican (al chip) las características de transmisión (300 baudios, 1 bit de parada, sin bit de paridad y división de la frecuencia externa de reloj por 64); este es el primer que hay que programar después de un reset; introduciendo el dato 4FH en la dirección que tiene asociada la etiqueta USARC se programa este registro. Cualquier acceso a esta etiqueta a continuación es entendido por la USART como la programación del registro de instrucción, este se programa inicialmente para que la USART sea receptora de datos, esto se consigue introduciendo el dato 04H en la etiqueta USARC. A lo largo del programa se cambia el contenido de este registro para que la USART sea transmisora.

6.1.3.- Inicialización de los registros de la 8279.

Los comandos de control se programan como si fueran accesos a memoria, en la posición definida por la etiqueta DISC. Lo primero que se programa es el formato de teclado y display; el formato elegido es el de "display de 16 caracteres con entrada por la izquierda, barrido del teclado codificado y cierre del teclado cuando se pulsan 2 teclas

simultáneamente"; el dato a introducir en este registro es 08H. A continuación se programa el registro que contiene el programa de reloj. El programa de reloj consiste en que el reloj de entrada (por la patilla CLK) sea dividido por una cantidad para que la frecuencia interna sea de 100 KHz, teniendo en cuenta que por la patilla entra una frecuencia de 1.25 MHz, aproximadamente la división tiene que ser por 12; en este registro se introduce el dato 2CH.

Si se quiere blanquear el display (hay que introducir en el decodificador ASCII a 18 segmentos el código 20H) hay que decirle a la pastilla cual es el código de blanqueo, esto se consigue introduciendo el dato CBH en la posición de memoria DISC. Para blanquearlo, una vez introducido el código, se introduce el dato A3H, si se quiere desblanquear para trabajar de forma normal con el display se introduce el dato A0H en la posición de memoria DISC.

Cuando se lee un dato del teclado, lo que se lee es la posición de la tecla en la matriz columna- fila según el formato:

CNTL	SHIFT	Línea de barrido	Línea de retorno
------	-------	------------------	------------------

En la figura 6.1 se puede ver como está distribuido el teclado las líneas de barrido y las líneas de retorno. En la tabla 6.1 se muestra cual es el valor de RL y SC según la tecla pulsada en el dato leído en la 8279.

	RL0	RL1	RL2	RL3	
	C	D	E	F	SC3
	8	9	A	B	SC2
	4	5	6	7	SC1
	0	1	2	3	SC0

Fig. 6.1.-

Tecla			SC	RL
	SC	RL	binario	binario
∅	SC∅	RL∅	∅∅∅	∅∅∅
1	SC∅	RL1	∅∅∅	∅∅1
2	SC∅	RL2	∅∅∅	∅1∅
3	SC∅	RL3	∅∅∅	∅11
4	SC1	RL∅	∅∅1	∅∅∅
5	SC1	RL1	∅∅1	∅∅1
6	SC1	RL2	∅∅1	∅1∅
7	SC1	RL3	∅∅1	∅11
8	SC2	RL∅	∅1∅	∅∅∅
9	SC2	RL1	∅1∅	∅∅1
A	SC2	RL2	∅1∅	∅1∅
B	SC2	RL3	∅1∅	∅11
C	SC3	RL∅	∅11	∅∅∅
D	SC3	RL1	∅11	∅∅1
E	SC3	RL2	∅11	∅1∅
F	SC3	RL3	∅11	∅11

Tabla 6.1.-

6.1.4.- Confección de la información de ruta.

Como se sabe en el Magnavox se pueden programar hasta 9 rumbos o rutas distintas y las cuales tendrá que seguir el barco. Una ruta puede seguirse sobre una línea de rumbo (RL) o un gran círculo (GC). Este dato tiene que saberlo el sistema por lo que hay un trozo de programa que visualiza la frase "RUTA n RL-GC m", donde n cambia de 1 a 9 y m es el dato a introducir (∅-no hay ruta, 1-línea de rumbo, 2-gran círculo).

El programa se puede observar en el organigrama de la figura 6.2.

Si se pulsa una tecla que corresponda a un valor mayor que 2, no se visualiza m; cuando la tecla pulsa es la E (Enter) se confecciona la información de ruta.

La información de ruta consiste en una palabra de 8 bits que se ha dividido en dos campos. Los 4 bits menos significativos indican el tipo de ruta (no hay ruta, RL o GC) y los 4 bits mas significativos indican el número de la ruta (comprendido entre 1 y 9).

nº de ruta	tipo de ruta
------------	--------------

Esta 9 informaciones son guardadas en 9 posiciones de memoria

consecutivas de memoria; la primera es almacenada en la posición que viene designada por la etiqueta RUTAL. Existe una "decima" posición de memoria que está siempre a \emptyset (no hay ruta).

El proceso de preguntar por el número de ruta se para cuando se encuentra "un no hay ruta" o cuando llega a la ruta 9. Cuando se ha terminado el proceso se pregunta por el tipo de la ruta 1; si es \emptyset el sistema actua solamente como piloto automático (no hace caso al Magnavox) y si es distinto acepta datos y alarmas del Magnavox.

6.2.- Programa que hace la función de piloto automático e introduce rumbo en el compás giroscópico.

En este apartado se describe el trozo de programa que hace de piloto automático. Este es el programa que siempre estará realizando el microprocesador a menos que haya una interrupción y tenga que atenderla. También se describe el programa que lee el rumbo a gobernar el cual está en código ASCII y hay que pasarlo a binario e introducirlo en el compás y en el propio Magnavox.

6.2.1.- Trozo de programa que hace la función de piloto automático.

Un piloto automático compara siempre las señales procedentes del potenciómetro de timón y de error de rumbo que proporciona la giroscópica , y le introduce unas variaciones de estos datos con los controles externos (Sensibilidad y Ajuste de timón) para actuar adecuadamente sobre el timón, para corregir el posible error de rumbo que se haya producido.

El organigrama de este programa se puede ver en la figura 6.3. Las abreviaturas usadas son:

G; corresponde a giroscópica.

T; corresponde a potenciómetro de timón.

S; corresponde a sensibilidad.

A; corresponde a ajuste de timón.

Gm es una constante y cuyo valor corresponde al valor que debe tener el potenciómetro de timón en su posición central y el valor del dato que proporciona la giroscópica cuando el error de rumbo es nulo;

este valor es 32 (decimal) y corresponde al valor de 2.54V pasado a binario; pero cuando se lee el dato de la giroscópica o del timón, este ha de "pasar" por los conmutadores analógicos en los cuales hay una "perdida" equivalente a un grado; por tanto el valor definitivo que toma Gm es de 31 (decimal).

La lectura de G y T se hace a través del convertidor A/D, se ha preparado una subrutina (SENAL) que se encarga de realizar esta operación; los valores de G y T son almacenados en las posiciones de memorias denominadas respectivamente GIRD y TIMON.

Hay que hacer indicar que al leer la giroscópica, si el dato leído es mayor que Gm indica que el barco se ha ido a babor (con respecto al rumbo que seguía) y si es menor, indica que se ha ido a estribor. Cuando al leer la señal del potenciómetro de timón, esta es mayor que Gm indica que el timón va a estribor y si es menor indica que va a babor.

Vayamos a la descripción del programa. Se empieza preguntando por el contenido de la posición de memoria HDG, si hay un 0 el programa ha realizar es el del piloto automático; si hay un 1 se realiza la lectura del rumbo a gobernar, para introducirlo en el compás y en el Magnavox. Supongamos que es 0; lo primero que se hace es leer el dato que proporciona la giroscópica (junto con el del timón), se haya el valor absoluto de G-Gm y se pregunta si es mayor o igual que el dato dado en sensibilidad, si es menor indica que ha habido poca desviación de rumbo y que por ahora no es necesario corregir; se vuelve al principio y se realiza la misma operación hasta que se cumpla la condición, si es así, indica que hay que mover el timón para corregir la guiñada.

El siguiente paso es saber hacia donde se ha desviado el barco (babor o estribor) para poder mover el timón, tal que tienda a corregir la desviación de rumbo. Como el tratamiento es similar tanto si se desvía a babor como a estribor; se explicará el caso en que se desvía a babor; la diferencia entre las dos ramas del programa está

en el tratamiento de G y T adecuadamente, ya que como se comentó anteriormente G aumenta con respecto a G_m si el barco se desvía a babor, si disminuye es que ha ido a estribor, etc.

Si se cumple la condición de que G mayor que G_m , el barco ha girado a babor, el siguiente paso es el de activar el timón hacia estribor y calcular el ángulo efectivo de giro de este (G'), este ángulo es igual a la suma del valor de la desviación de rumbo más el dato que se ha proporcionado en el ajuste de timón.

El timón sigue girando hasta que se cumple la condición de que T mayor que G' ; hay que hacer que por cualquier causa durante el recorrido del timón G varía (por algún golpe de mar) también el recorrido del timón variará, como era de suponer. Una vez cumplida la condición anterior se para el movimiento del timón, con lo cual el barco comienza a girar a estribor para volver a colocarse en rumbo; la siguiente pregunta a hacer es ¿cuando vuelve a colocarse en ruta el barco?; si se cumple que G mayor que G_m (no se ha colocado) se pregunta si ha habido una desviación de rumbo mayor ($G' - A =$ máxima desviación de rumbo última), si es no, se sigue preguntando por la colocación en rumbo del barco; si es sí, se pasa a tratar el aumento de desviación como si fuera un movimiento de guiñada normal.

Cuando la proa del barco se pone en rumbo, el timón del barco debe colocarse en su posición central, por lo cual hay que mandar este a babor, pero puede ser que cuando vaya el timón a babor el barco se desvie de rumbo; se pregunta si esta desviación es mayor o igual que la sensibilidad; si es así, se vuelve al principio del programa; si es no se espera a que el timón se coloque en su posición central; una situado, se le da la orden de parada para que quede en esa posición y se vuelve al principio del programa para detectar otro desvío de rumbo.

6.2.2.- Programa que lee el rumbo a gobernar y lo introduce en el compás giroscópico y en el Magnavox.

Este programa lee de las 5 posiciones de memoria que empieza

con la posición denominada RUMB01, donde se encuentra el rumbo a go-
bernar; en la primera posición está la centena, en la segunda la de-
cena , en la tercera la unidad, en la cuarta el punto decimal y en la
quinta las decimas de grado; toda la información en estas posiciones
de memoria está en código ASCII, por lo que habrá que pasar a BCD (me-
nos el punto) y de aquí a binario; una vez pasado a binario el rum-
bo a gobernar hay que dárselo al compás giroscópico. También hay que
dárselo al propio *Magnavox*, ya que como se sabe, entre posiciones
fijadas por satélite para conocer la posición del barco en cada mo-
mento hace falta conocer el rumbo que lleva este. La pregunta que sur-
ge es ¿por que el rumbo a gobernar calculado no pasa a ser automá-
ticamente el rumbo que se introduce en el compás? pues porque el rum-
bo a gobernar es un cálculo que realiza el oficial de navegación y
que puede ser entre dos puntos que disten bastantes de la posición
actual del barco.

El programa comienza como se puede ver en la figura 6.4 con la
lectura del rumbo a gobernar de las posiciones de memorias indicadas;
estos datos se convierten de código ASCII a BCD haciendo una opera-
ción AND entre el dato y 0FH ; a continuación se pasa a binario.

La conversión BCD a binario está basado en el programa : mos-
trado en en el organigrama de la figura 6.5. Como se puede ver el dato
BCD se pone en el registro A, que está dividido en A2 (centena), A1
(decena), A0 (unidad), el dato resultante en binario se coloca en el
registro B. SC es un contador que se inicializa con el número de bits
que ocupan los tres números BCD (12 en un caso general), en nuestro
caso al ser el número máximo de la centena el 3 (359 grados), el
número de bits ocupado es de 11(binario) para la decodificación del
3 en BCD, que como se ve es de 2 bits de longitud y no 4 como sería
el caso general.

Para el caso concreto del microprocesador se utilizan los re-
gistros D y E para poner el resultado binario (registro 8 del orga-
nigrama), en los registros B y C se pone el dato en BCD (registro A
del organigrama) y como contador SC se utiliza el registro L del mi-

cro. Una vez convertido el dato BCD en binario se procede a la aproximación de las decenas de grado, con lo cual se añade un bit mas al dato binario del rumbo.

Si la decena de grado está comprendida entre 0 y 2 , el bit añadido (ahora el bit menos significativo) es un 0; si la decena está comprendida entre 3 y 7, el bit añadido es un 1 y si es 8 o 9 , el bit menos significativo y se incrementa el segundo bit menos significativo en 1.

Una vez obtenido el dato binario completo, es enviado al compás giroscópico por medio de los puertos A y B (atravesando los latches); hay que esperar un tiempo hasta que el compas "coloque" el rumbo deseado, una línea proveniente del compás (leída por el puerto C), nos indica cuando se ha completado la operación de colocación del rumbo.

Hecho esto se procede a introducir el rumbo en el Magnavox por medio de la USART; esto se consigue mandando primero el código 25 (usado para el cambio de rumbo) seguido del código ASCII del símbolo "menor que" que da entrada al código enviado; una vez hecho esto se envía el rumbo en código ASCII (el punto decimal equivale al símbolo "mayor que") seguido del código Enter (símbolo "menor que").

El final de este trozo de programa consiste en poner HDG a 0 y volver al principio del programa de piloto automático.

§:3.- Programa que atiende la interrupción vectorizada RST 5.5 y subrutinas asociadas a ella.

La interrupción RST 5.5 es generada por el controlador de teclado y display (8279) siempre que se haya pulsado alguna tecla del teclado. Dependiente del tipo de tecla pulsada se hará una acción determinada. Si la tecla es la de un dato (algún número comprendido entre 1 y 9) se pasará a la visualización del dato; si la tecla pulsada corresponde a un control se pasará a realizar la acción correspondiente a ese control. El organigrama del programa se puede ver en la figura 6.6,

La abreviatura T significa tecla pulsada.

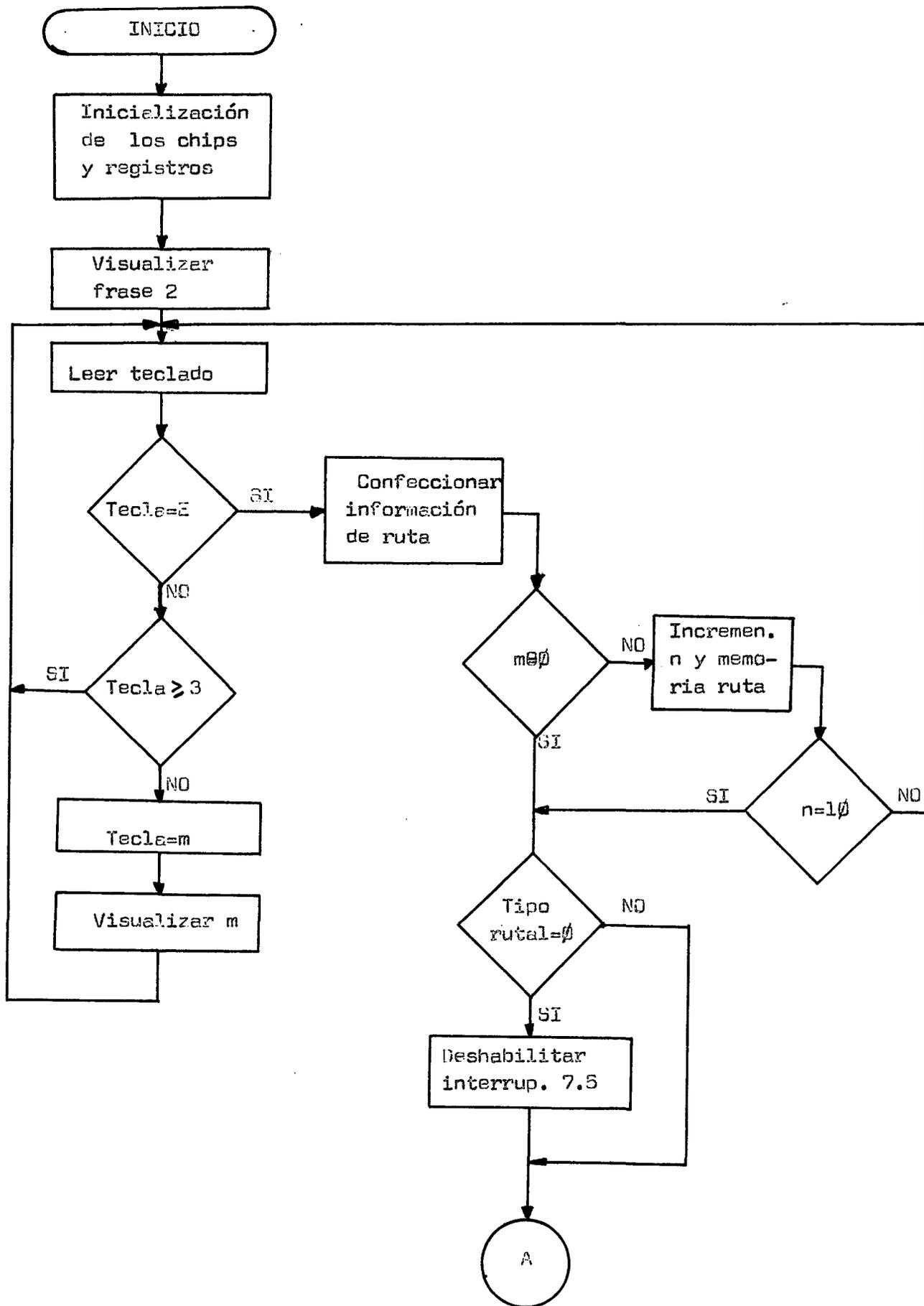


Fig. 6.2.-

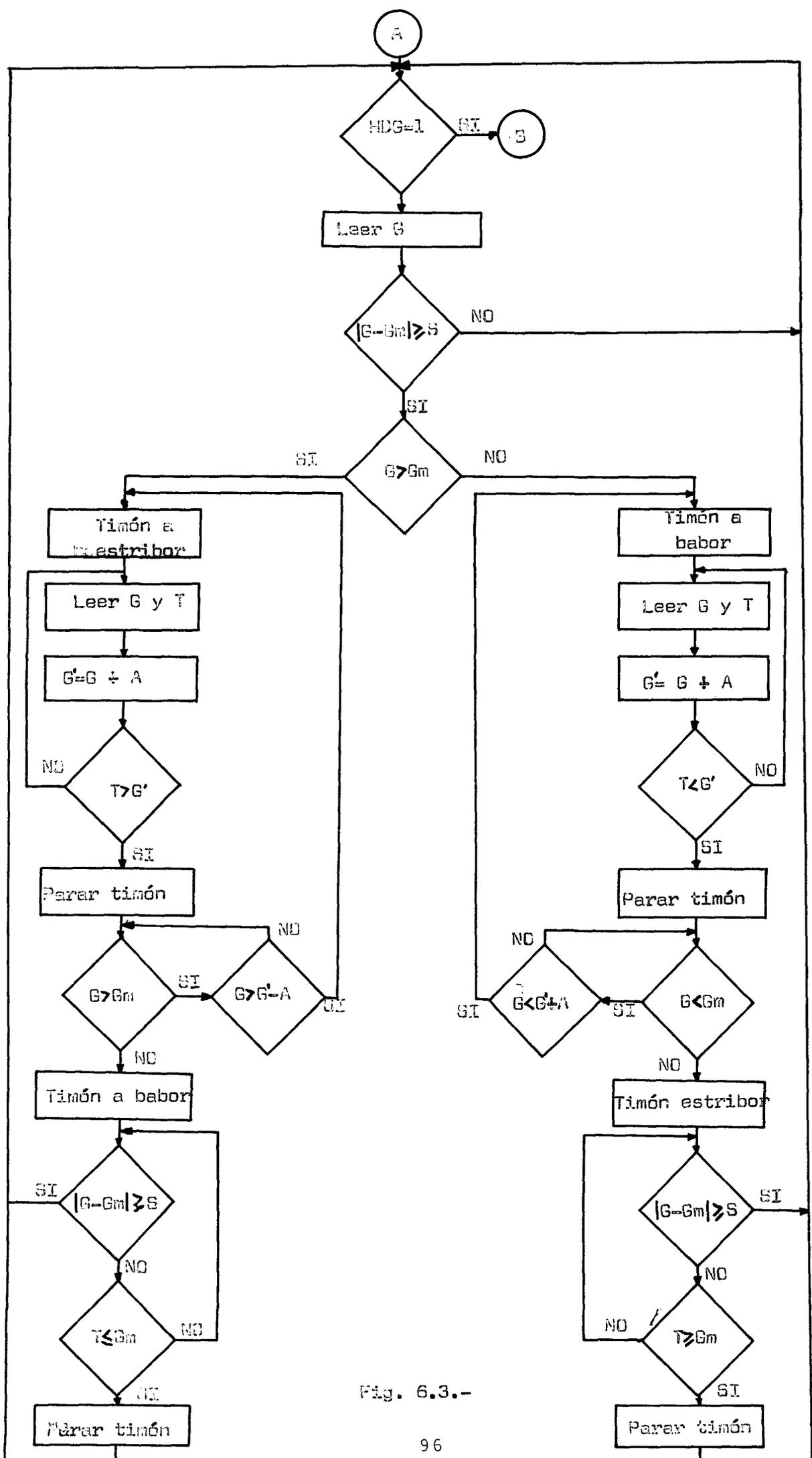


Fig. 6.3.-

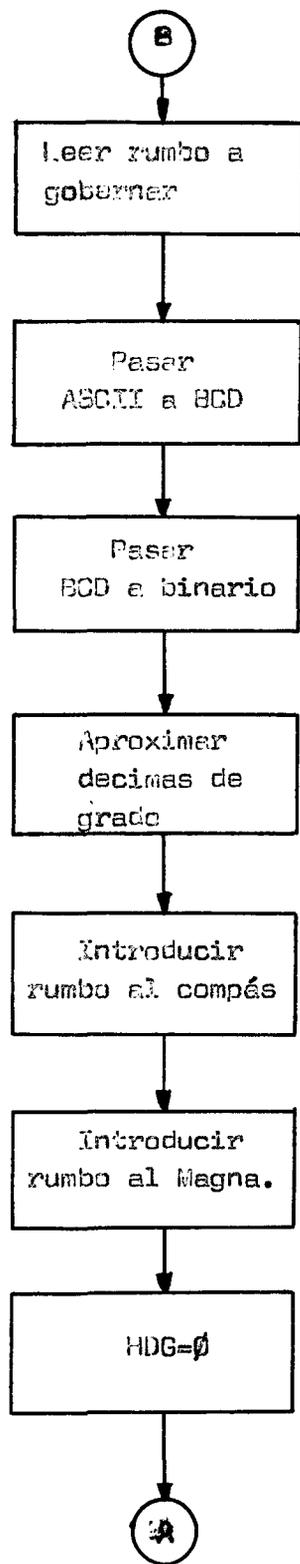


Fig. 6.4.-

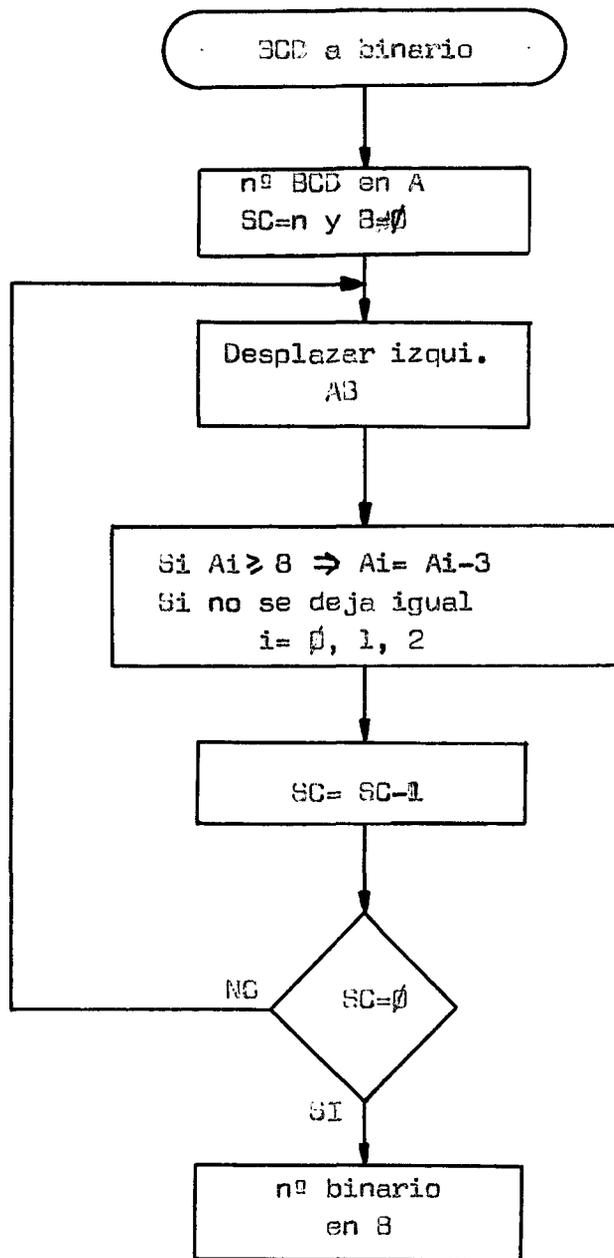
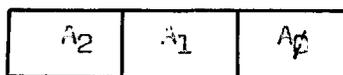


Fig. 6.5.-



Registro A

Fig. 6.5.-

El programa comienza con el almacenaje de los datos contenidos en los registros del microprocesador en la pila. A continuación se lee la FIFO de la 8279 (memoria donde se van almacenando las teclas pulsadas por orden de pulsación). Como se explicó en la sección 6.1.3, al leer en la 8279 no se proporciona el valor de la tecla pulsada sino su posición en la matriz formada por las líneas de retorno y de barrido; por lo tanto hay que hacer una corrección software para convertir el dato leído en el dato que le corresponde a la tecla hexadecimal.

Una vez hecha la corrección y el valor hexadecimal de la tecla pulsada almacenado en la posición de memoria TECLA se procede a saber si se ha pulsado la tecla CNTL; supongamos por ahora que no se ha pulsado. Si el valor de la tecla pulsada es menor o igual que nueve se pasa a realizar la subrutina VISUAL de visualización de datos en el display.

Si la tecla pulsada es la correspondiente al dato hexadecimal AH se visualiza la frase SENSIBILIDAD= y el dato que tiene la sensibilidad. Cuando la tecla pulsada ha sido la BH se visualiza la frase 5 (SENSIBILIDAD?) con lo cual se espera la introducción de un nuevo valor de la sensibilidad; se pone en la posición de memoria CVIS (control de visualización) un 1.

Cuando la tecla pulsada sea la CH se visualiza la frase AJUSTE TIMON= y el dato que tiene el ajuste del ángulo de timón.

Si se ha pulsado la tecla DH se visualiza la frase AJUSTE TIMON? se espera a continuación el nuevo valor del ángulo de timón; además en la posición de memoria CVIS se pone un 2.

Cuando la tecla pulsada haya sido la EH, significa que los datos visualizados en el display, pasan como datos "reales" al sistema, por ejemplo, si primeramente se ha pulsado la tecla BH se visualiza SENSIBILIDAD?; a continuación se introduce por el teclado el dato 15 (se visualiza en el display, pero no pasa a ser el valor de la sensibilidad), una vez visualizado se pulsa la tecla E, el valor

15 se almacena en la posición de memoria SENSIB. Cuando se detecta el valor EH en la posición de memoria TECLA, se lee el valor del dato visualizado en el display haciendo lecturas en la RAM de la 8279; este dato está en ASCII es por lo que es pasado a binario mediante el trozo de programa que viene definido por el organigrama de la figura 6.6. El programa sirve para pasar un número comprendido entre 0 y 20 de ASCII a binario; se parte de que la decena está en el registro B y la unidad en el registro C; si el reg. B es igual a 0 en C está el dato en binario, si el reg. B es 1, sumándole 10 (decimal) al reg. C se tiene el dato en binario; a continuación se pregunta si el dato leído en el display es mayor que 20 si es así se visualiza un mensaje de error.

Una vez obtenido el dato en binario, se pregunta por el contenido de CVIS; si es 0, la tecla E no tenía que haberse pulsado, el sistema no hace caso; si CVIS=1, el dato binario es el nuevo valor de la sensibilidad; si CVIS=2, el dato binario es el nuevo valor del ajuste del ángulo de timón. Por último se ponen las posiciones de memoria CVIS y RVIS (utilizada en la subrutina VISUAL) a 0.

Si la tecla pulsada ha sido la F, se mira el valor de la posición de memoria CPRINT; por cada pulsación de la tecla F, esta posición es complementada, es decir, pasa de 00 a FFH y de FFH a 00 y así sucesivamente. Cuando CPRINT= FFH se activa la línea que permite la salida serie de datos hacia la impresora; si CPRINT=00 se desactiva dicha línea.

Como ya se ha comentado la función de todas las teclas pertenecientes al grupo de "CNTL no pulsada". Se pasará a comentar los tres casos que hay cuando se pulsa la tecla CNTL conjuntamente con las teclas 0, 1 o 2; si CNTL se pulsa con alguna de las otras teclas el sistema no hace caso.

Cuando se pulsan CNTL y 0, la acción resultante es la equivalente a un "reset"; el sistema comienza el funcionamiento como si se hubiera dado la alimentación.

Si se pulsán las teclas CNTL y 1, se visualiza en el display, la palabra RUTA y el número de ruta por la que se va; como se sabe este número varía entre 1 y 9. Hay una subrutina llamada RUTA que se encarga de hacer esto.

Si se pulsán las teclas CNTL y 2, es que el sistema está en "standby" y espera la pulsación de dichas teclas. En este caso se pregunta por el contenido de la posición de memoria SPEED; si es igual a 0 no pasa nada, pero si es igual a 1, se visualiza la ruta por la que se va y se salta a la parte del programa que empieza con la etiqueta CONEX para calcular el rumbo a gobernar. SPEED es puesto a 1 solamente cuando la velocidad del barco es insuficiente para compensar la deriva; por lo cual se visualiza en el display el mensaje de velocidad insuficiente; el oficial debe aumentar la velocidad y pulsar las teclas CNTL y 2.

Antes de retornar de la subrutina que atiende a la interrupción, se mira si la FIFO de la 8279, para ver si hay una tecla que haya sido pulsada, si es así se vuelve a tratar la tecla pulsada, si no se devuelve el contenido de los registros del microprocesador se retorna.

6.3.1.- Subrutina VISUA.

Es la subrutina encargada de visualizar una de las 15 posibles frases que pueden aparecer en el display alfanumérico.

En la posición de memoria NFRASE se puede encontrar un número comprendido entre 1 y 15; dependiendo del número encontrado se pasa a leer una zona de memoria donde se encuentra definido los 16 caracteres que se van a visualizar en el display alfanumérico. La misión de esta subrutina es saber a que zona de memoria saltar para leer una determinada frase y pasar los 16 caracteres a las 16 posiciones de memoria de la RAM de la 8279, a fin de poder llevar esta el control total de la visualización.

6.3.2.- Subrutina VISUAL.

El programa que realiza esta subrutina puede verse en el orga-

nigrama representado en la figura 6.8.

Se parte de que el registro de visualización (posición de memoria denominada RVIS) se ha dividido en dos campos de 4 bits cada uno (A1 y A0). El programa comienza preguntando por el contenido de CVIS; si es distinto de 0 es que el sistema espera la entrada de algún dato; si es igual a 0 el sistema no espera datos por lo que no se procede a la visualización. Supongamos que $CVIS \neq 0$, se pone los 4 bits menos significativos de RVIS, es decir A0, a 0; a continuación se hace una operación OR entre el contenido de RVIS y TECLA con lo que el contenido de esta ultima pasa al A0 de RVIS.

Hecho esto se procede a la visualización de A1 y A0 (que representa 2 números en BCD) en el display; previamente se habrá transformado el código BCD en código ASCII. Por ultimo se procede a intercambiar A0 y A1 entre si; esto se consigue rotando 4 veces a la izquierda RVIS; la misión de este paso ultimo es la de preparar a RVIS para sucesivas entrada de datos. El resultado de la subrutina es la de visualizar los datos en un campo de 2 dígitos de tal forma que entren los numeros por la derecha y se desplacen hacia la izquierda por cada entrada de datos, introducidos por el teclado.

6.3.3-Subrutina BIASCI.

Su misión es la de pasar un número comprendido entre 0 y 20, que se encuentran en binario, al código ASCII. Se parte de que el dato en binario se encuentra en el acumulador y que el resultado está en los registros 9 (decena) y C (unidad).

El organigrama se puede ver en la figura 6.9.

Esta subrutina es utilizada cuando se pide la visualización de los datos de la sensibilidad y del ajuste del angulo de timón mediante la pulsación de las teclas A y C respectivamente. Como se sabe el dato de la sensibilidad se encuentra en la posición de memoria SENSIB y el angulo de timón en ANGULO.

Según el dato que se encuentre en el acumulador se hará la operación necesaria para convertir el dato en dos caracteres ASCII.

6.3.4.- Subrutina RUTA.

Esta subrutina se encarga de visualizar la palabra RUTA y el número de la ruta por la que se va; este número puede variar entre 1 y 9.

El número de la ruta se obtiene de los 4 bits mas significativos de la información de ruta, que como se recordará fue confeccionada al inicializar el sistema.

6.4.- Programa que atiende a la interrupción RST 7.5.

La interrupción RST 7.5 se activa cuando ha sucedido una alarma de navegación y concretamente cuando sucede una fijación por satélite (alarma SAT A), alarma WPRGN (alarma de rango) o alarma WPCPA (alarma del punto mas cercano). También puede haber otro tipo de alarmas activadas pero a las cuales el sistema no le hará caso.

La misión de este programa es la de habilitar la interrupción RST 6.5, es decir, se "desenmascara" dicha interrupción, se inicializan algunos contadores (que están localizados en las posiciones de memoria CONT y CONT1) en 0 y mandar el código de impresión al Magnavox mediante la subrutina PRINT para que comience la salida serie de datos de este a la USART.

6.5.- Programa que atiende a la interrupción RST 6.5 y subrutinas asociadas a ella.

La interrupción RST 6.5 se activa cuando la USART ha recibido un caracter del Magnavox, por lo tanto este caracter ha de leerse en ella por parte de microprocesador. En este programa se utilizan dos contadores CONT y CONT1. CONT1 es un contador de propósito general; mientras que CONT es un contador que indica a que parte del programa se ha de saltar una vez recibida la interrupción.

El organigrama de este programa se puede ver en la figura 6.10.

La abreviatura usada (CA) es la de caracter.

En principio el programa debe leer los caracteres A, L, R y caracter "blank" o espacio; si se lee esto es que se ha producido una alarma. Inicialmente CONT está a 0, si el caracter leído en la USART es A

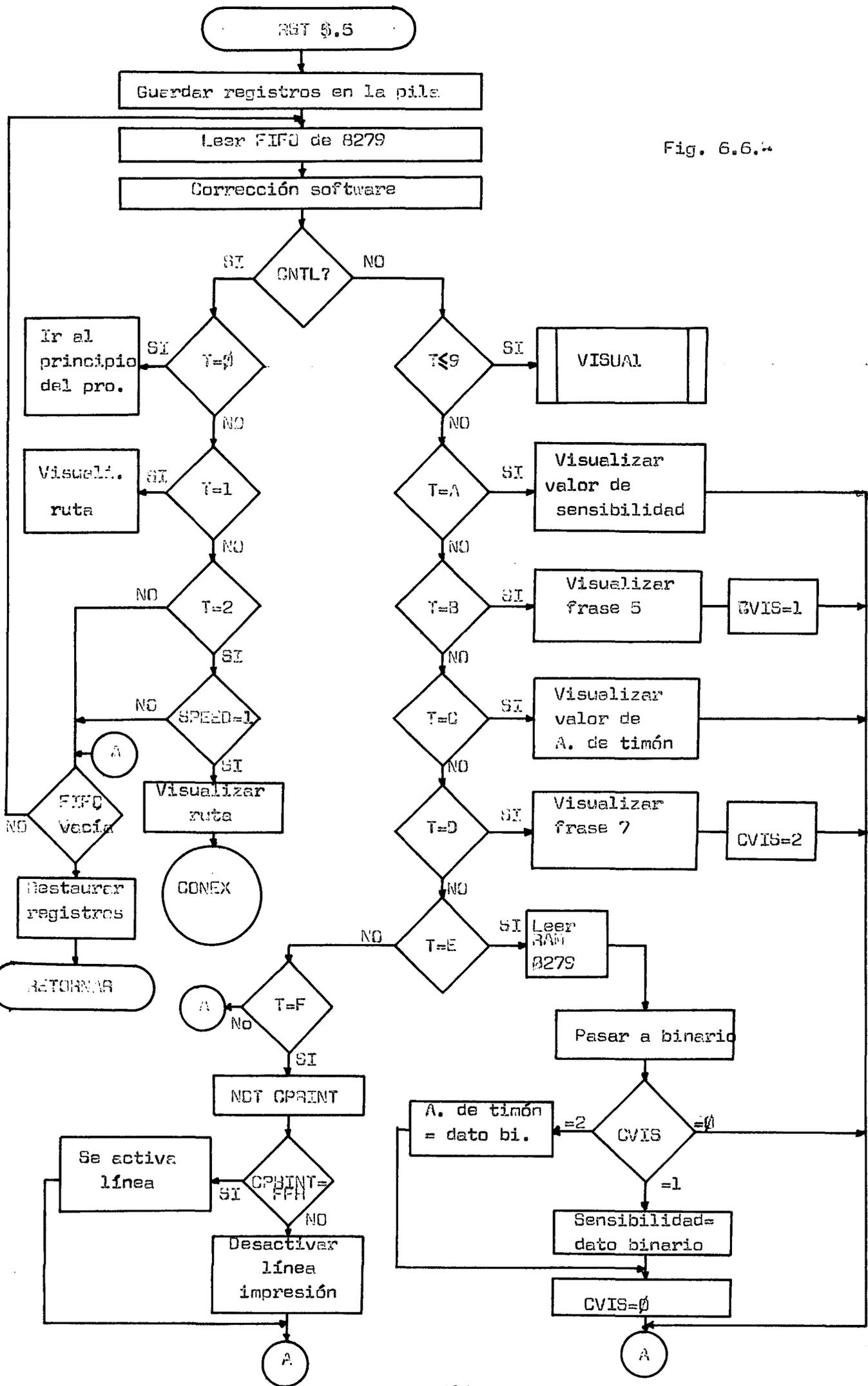


Fig. 6.6.2

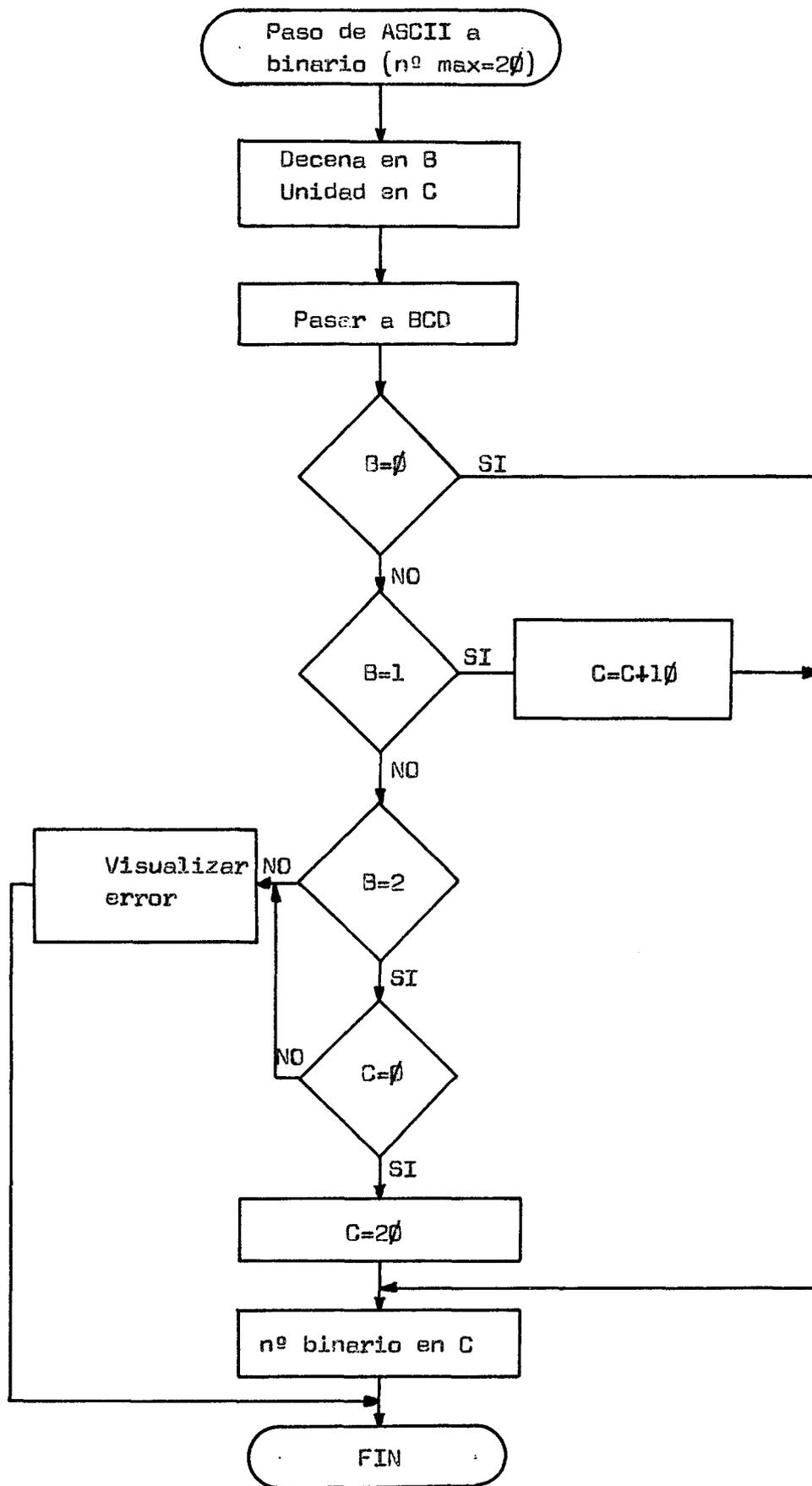


Fig. 6.7.-

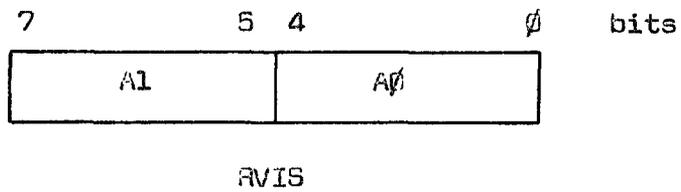
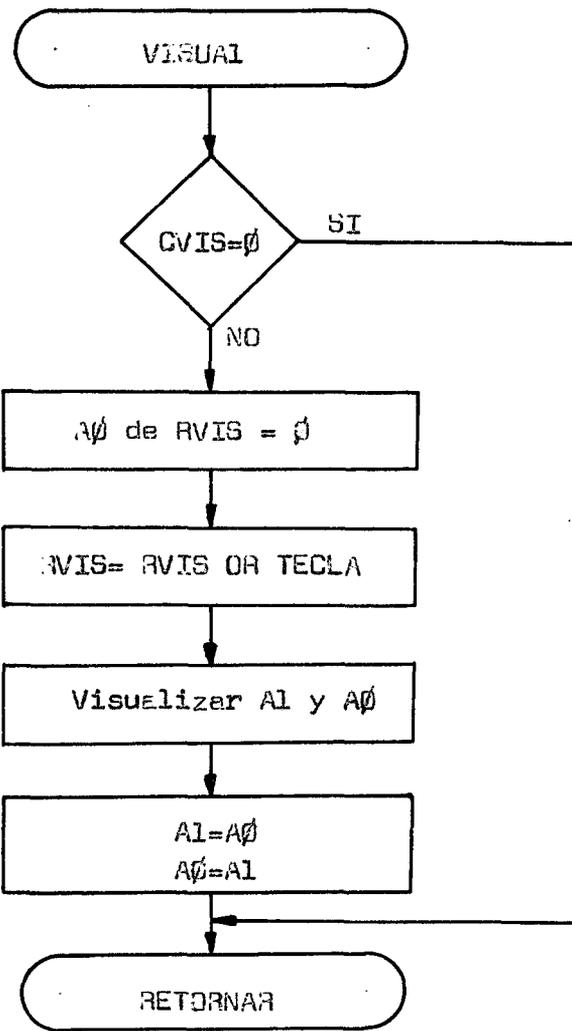


Fig. 6.8.-

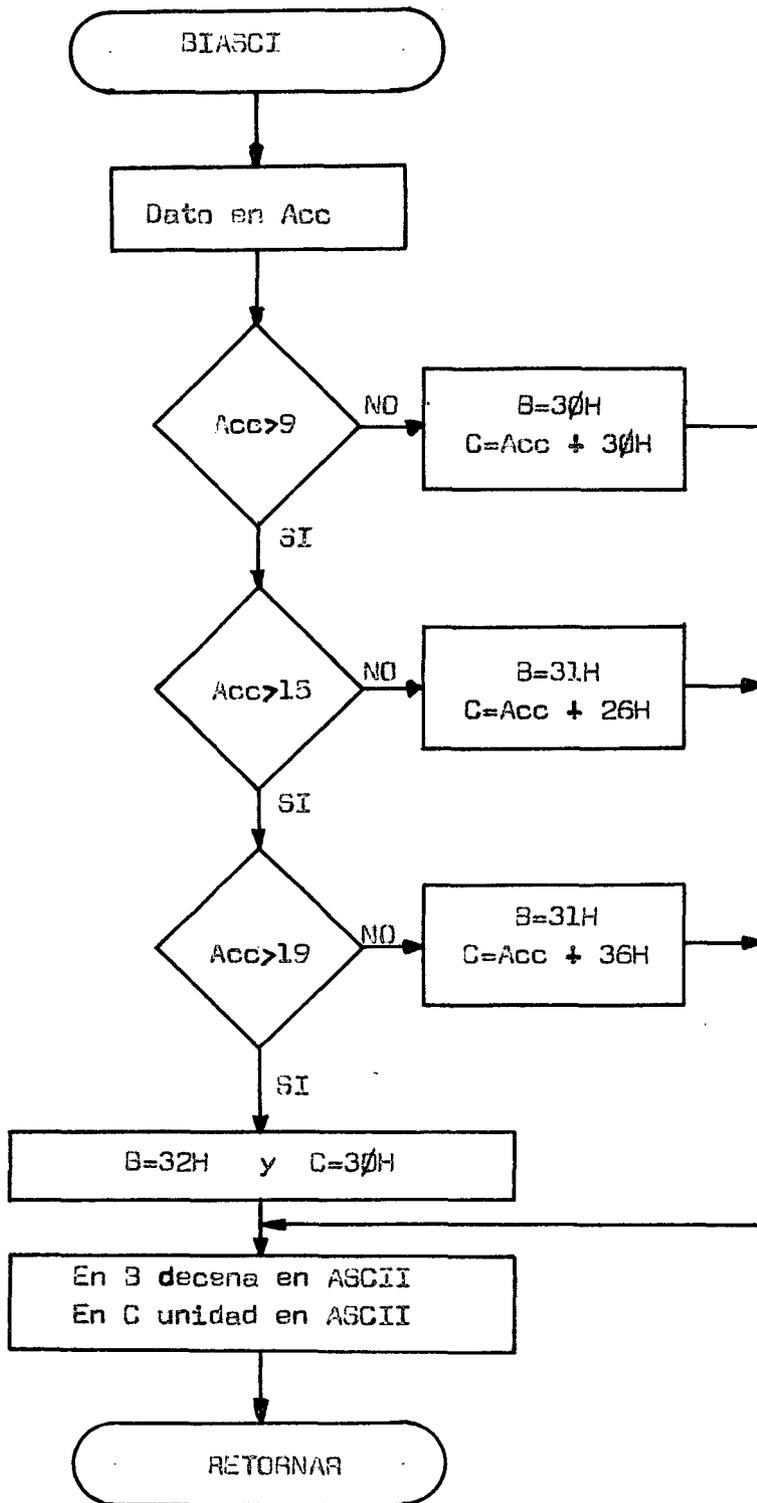


Fig. 6.9.-

CONT se pone a 1 y se retorna. Ahora al recibir otra interrupción y al estar CONT a 1 se pasa a mirar si el carácter leído en la USART es L, si es así se pone CONT a 2 y se retorna y así sucesivamente hasta que se detecte la secuencia A, L, R y carácter "blank". Si por algún motivo se rompe la secuencia (por ejemplo se detecta A, pero la siguiente letra es una T) significa que no es la frase a leer por lo que CONT se pone a \emptyset .

Una vez detectada la frase o secuencia de letras anteriores se procede a saber que tipo de alarma ha sucedido. Las que interesan son la de fijación por satélite (viene dado por el carácter F), la alarma de rango (viene dada por la letra R) y la alarma al punto más cercano (viene dada por el carácter C); pueden suceder dos tipos más de alarma que no interesan.

Por lo tanto después del carácter "blank" de la frase anterior y en un campo de 5 caracteres pueden encontrarse las letras F, R y C. Si se detecta F o R o F y R se calcula el rumbo a gobernar al actual punto de giro; pero si se recibe C, F y C, R y C o F y R y C se calcula el rumbo a gobernar al próximo punto de giro.

Cuando CONT=4 es cuando comienza el trozo de programa que detecta a que punto hay que calcular el rumbo a gobernar. Cuando se cumple que CONT=4 se lee si el carácter es F si es así se pone CONT igual a 6 para detectar si es C alguno de los próximos 5 caracteres a recibir. Supongamos que el primer carácter no es F, se pregunta si es R, tampoco es; se pregunta si es C, si es no se incrementa CONT1 y se retorna; esta operación se realiza 5 veces; si en estas 5 veces no se ha detectado una de las anteriores alarmas, se emmascara la interrupción RST 6,5 con lo cual no se hace más caso de los datos que envía el Magnavox hasta que vuelva a suceder la interrupción RST 7,5.

Supongamos que CONT=6; se pasa a preguntar si el carácter leído es C, si es así, se pasa a preguntar si es la última ruta; si es así se visualiza la frase FIN DE PROGRAMA y se deshabilitan las interrupciones 6,5 y 7,5; si no es la última ruta se pasa a calcular el rumbo a gobernar al próximo punto de giro mediante la subrutina RUN-

GOB; previamente se ha tenido que incrementar la posición de memoria que tiene la información de ruta. Si no es C el caracter recibido, se incrementa CONT1 y se realiza el retorno; esta operación realizada 5 veces indica que el caracter C no aparece ya; por lo que se pasa a calcular el rumbo a gobernar al actual punto de giro mediante la subrutina RUMGOB (no se ha incrementado la posición de memoria que contiene la información de ruta).

Una vez calculado el rumbo a gobernar por el Magnavox se procede a desactivar las alarmas de este enviando el código ASCII que corresponde al caracter ";" y se le manda el código de una nueva impresión para que actualice datos.

El trozo de programa que comienza con CONT=8 es similar al que detecta la secuencia A,L,R; solamente que ahora la secuencia ha de detectar es S,E,T; una vez que se ha detectado el recibimiento de los caracteres anteriores se cuentan 15 caracteres mas dos controles de encuentro de línea (Line feed) y retorno del carro (Carriage return); con lo cual se coloca CONT=12; el sistema está listo para recibir los 5 caracteres que definen el rumbo a gobernar (centena, decena, unidad, punto decimal y décimas de grado). Estos caracteres son almacenados en 5 posiciones de memoria (la dirección de memoria de comienzo se denomina RUMB01, en ella está la centena); a continuación se pasa a comprobar si realmente se ha visualizado el rumbo a gobernar (si no se visualiza es que la velocidad que lleva el barco es insuficiente para compensar la deriva); esto se comprueba si el cuarto caracter leído es el punto decimal, si hay punto se pone HDG=1, se deshabilita la interrupción 6.5 y se retorna. Si no hay punto se visualiza la frase VELOCIDAD INSUF. y se pone SPEED a 1; se retorna.

Como se ha podido observar se realiza varias veces la operación de leer un caracter de la USART y compararlo; si la comparación es positiva se pone un determinado valor en CONT y si es negativa se pone otro determinado valor. Para evitar escribir varias veces esta parte del programa se ha recurrido a la macro llamada PREGUN.

Esta macro viene dada en la figura 6.11. Se puede ver que tiene tres parámetros CAR, A1 y B1 (en el lenguaje ensamblador aparece un cuarto parámetro, que es el punto de salto). El programa de la macro comienza con la lectura de la USART; a continuación se pregunta si el dato es igual al carácter dado como parámetro, si es así en la posición de memoria se pone el valor definido por A1 y si es no en CONT se pone el valor del parámetro B1. Hecho esto se sale de la macro.

6.5.1.- Subrutina RUMGOB.

Es la encargada de mandar los códigos necesarios al Magnavox para que este calcule el rumbo a gobernar para que sea leído por el sistema.

La secuencia de códigos a enviar para calcular el rumbo a gobernar es la siguiente:

Primero y dependiendo de la información de ruta que se encuentra en memoria, envía el código 61 si se viaja según una línea de rumbo o 60 si se viaja según un gran círculo; por medio de la subrutina TX.

Al hacer esto, el Magnavox pregunta cuáles son los dos puntos entre los que quiere que se calcule el rumbo a gobernar; siempre se calcula el rumbo a gobernar entre la posición actual de barco (punto \emptyset) y el punto "n", que coincide con el número de la ruta (contenido en la información de ruta) y como es sabido varía de 1 a 9. En definitiva que siempre se envía el carácter \emptyset y un número comprendido entre 1 y 9. A continuación se envía el código del rumbo a gobernar (58) con lo cual el Magnavox lo calcula.

6.5.2.- Subrutina TX.

Es la encargada de transmitir datos, por medio de la USART, al Magnavox. Los datos a enviar ocupan como máximo 3 caracteres (2 números de código y uno del Enter del Magnavox). Estos caracteres deben estar situados en tres posiciones de memoria; la primera de esas

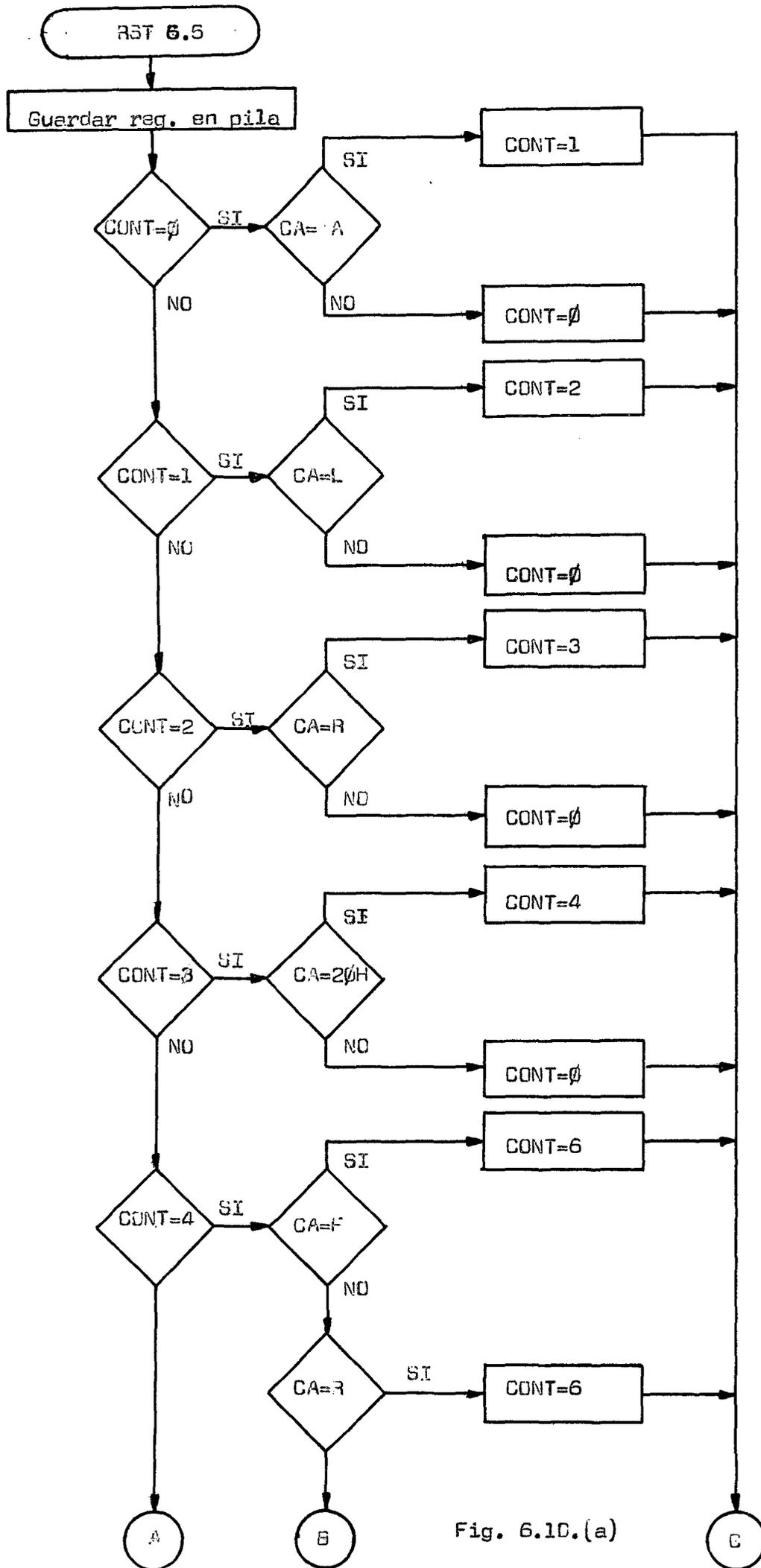


Fig. 6.1D.(a)

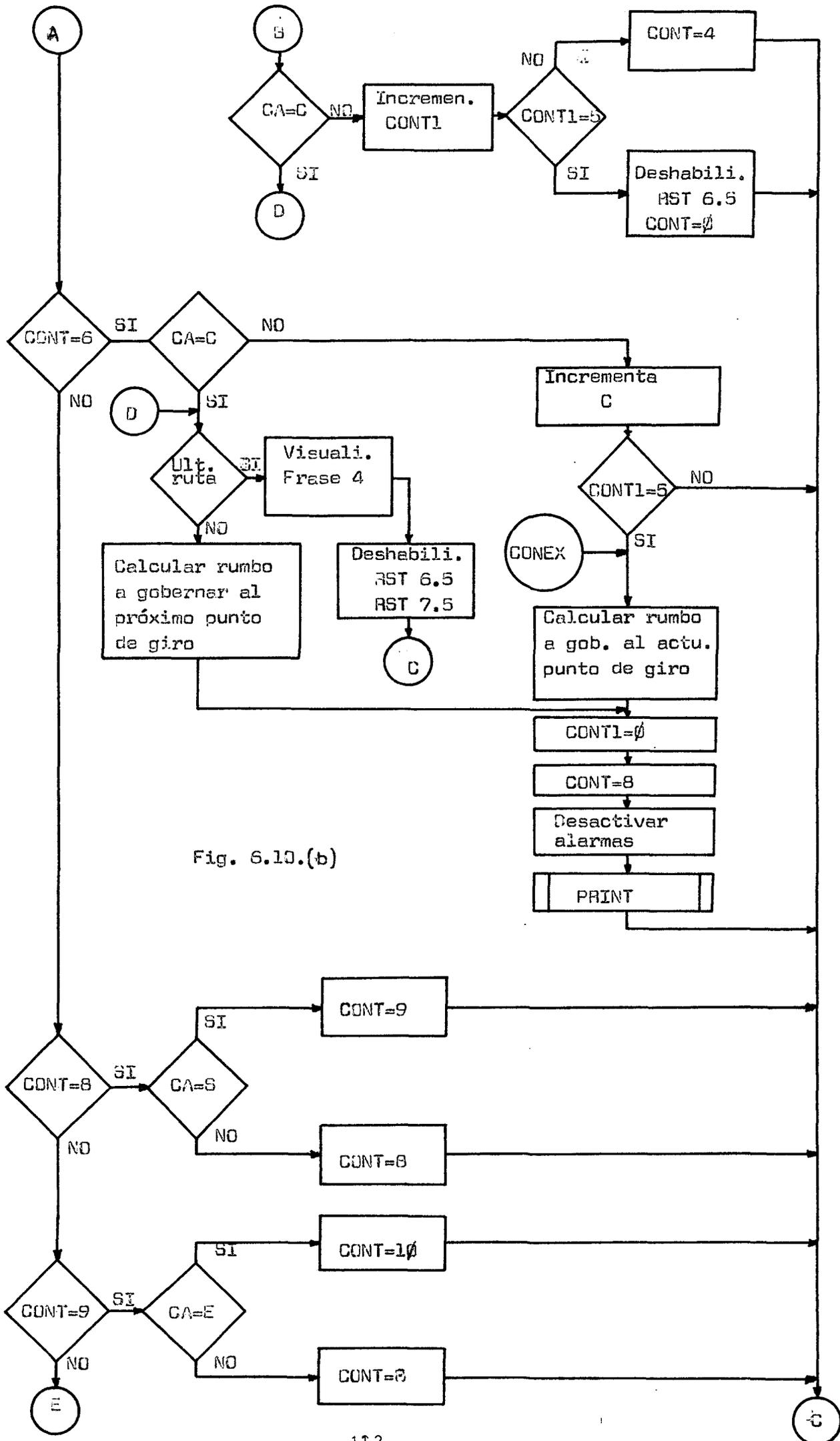


Fig. 6.10.(b)

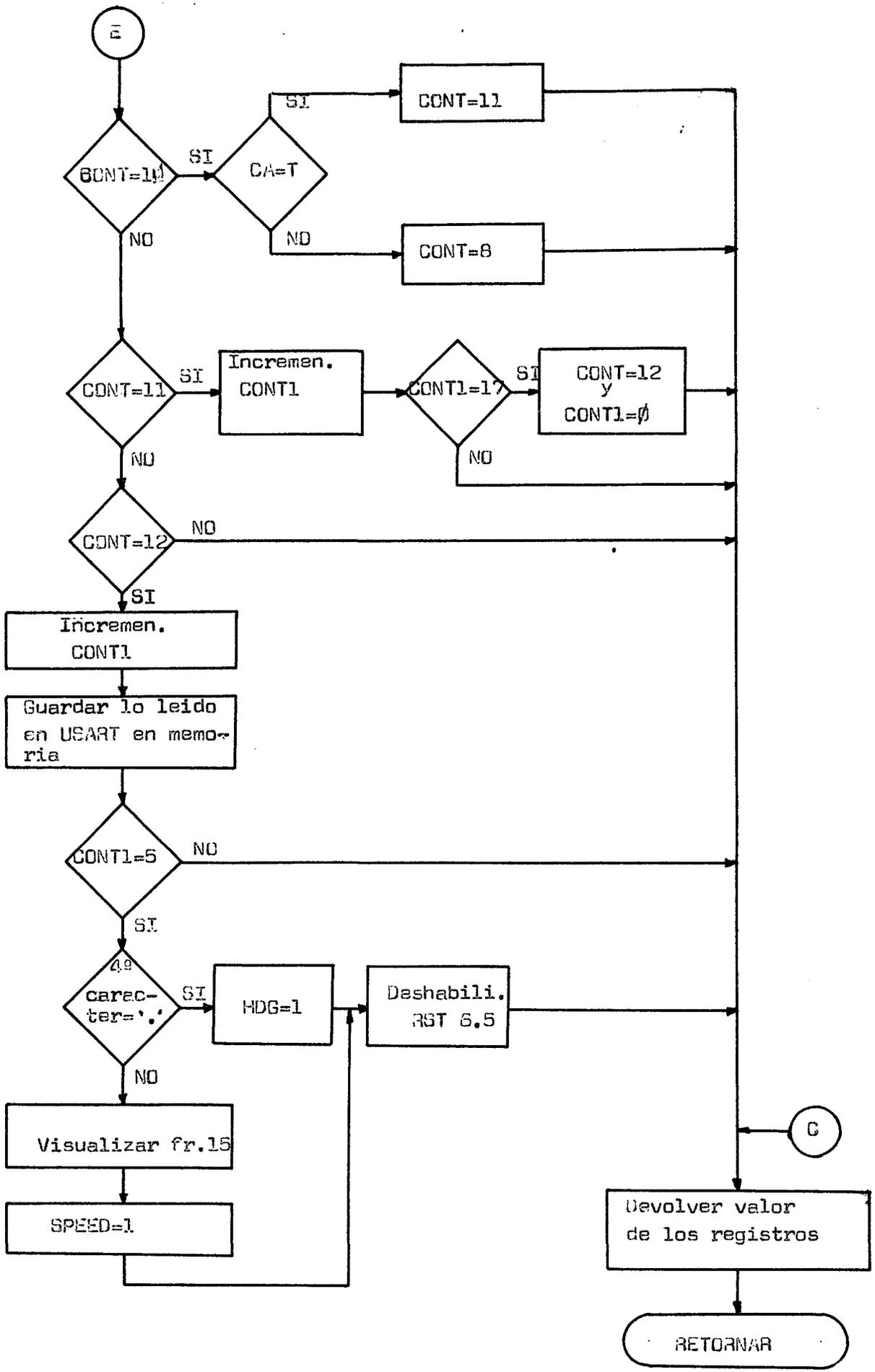


Fig. 6.16.(c)

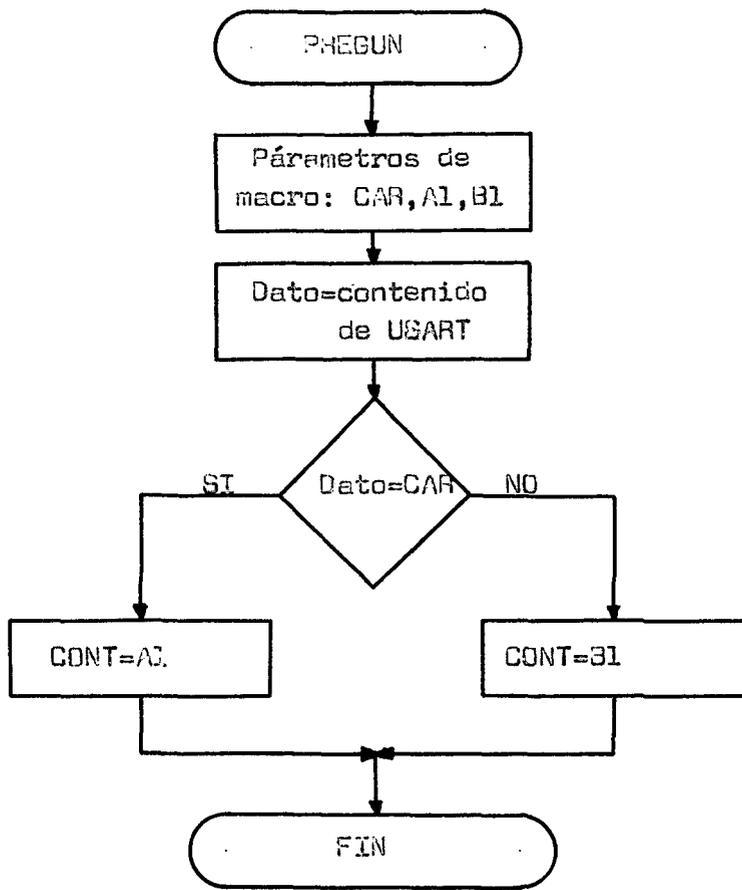


Fig. 6.11.-

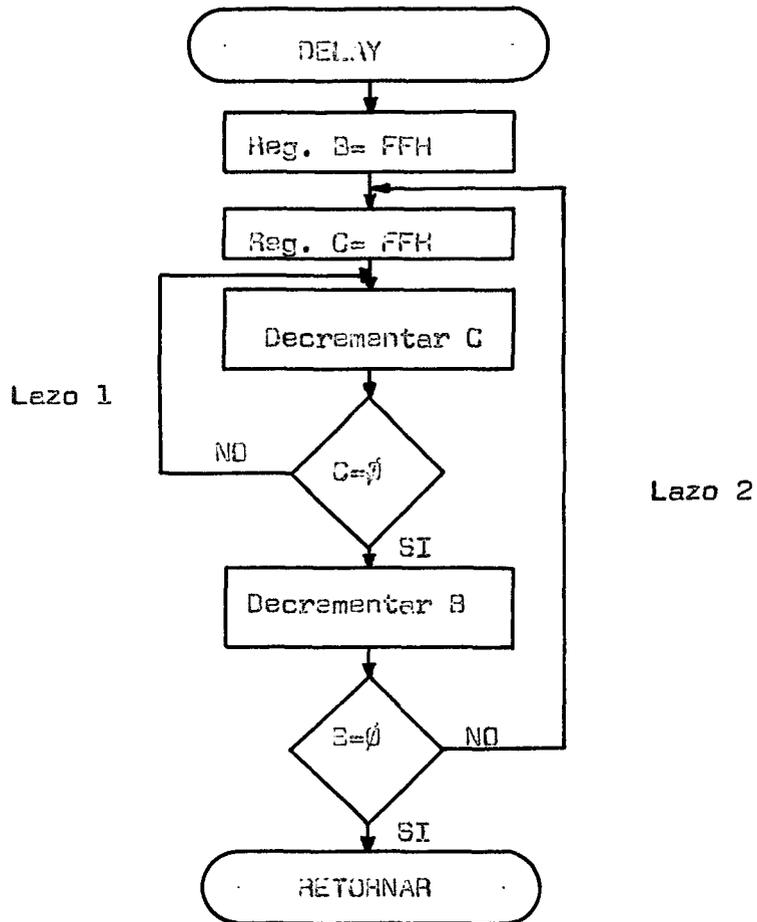


Fig. 6.12.-

tres posiciones tiene por nombre MTX. El programa consiste sencillamente en preguntar si la USART está lista para transmitir (por medio de registro de estado) y enviar el caracter; esta operación 3 veces y al cabo de la cual se retorna.

6.5.3.- Subrutina PRINT.

Es la encargada de transmitir el código de impresión al Magnavox (70) para que se produzca salida serie de datos hacia la USART.

El programa de la subrutina consiste en poner en las tres posiciones de memorias citadas en el apartado anterior el código 70 y el código del Enter del Magnavox; hecho esto se llama a la subrutina TX; una vez hecho esto se retorna.

6.6.- Programa que atiende a la interrupción TRAP.

La interrupción TRAP prioritaria ante cualquier otra es activada cuando se activa la alarma de los equipos de sonar y radar, indicando que existe un alto peligro para el barco.

El programa comienza guardando los registros del microprocesador en la pila; a continuación se espera 2 segundos comprobar de que línea proviene la alarma, esto se hace para evitar falsas alarmas; si ha sido una falsa alarma se devuelve el contenido de los registros del micro y se retorna. Si no ha sido falsa alarma, se mira que línea ha sido la activada para proceder a la visualización de una de las frases siguientes: PELIGRO BABOR, PELIGRO ESTRIBOR, PELIGRO POPA, PELIGRO PROA, PELIGRO EN RADAR o PELIGRO.

La frase que se visualiza en el display lo hace de forma parpadeante, es decir, durante aproximadamente un segundo aparece la frase y durante otro segundo no aparece nada.

Quando sucede una alarma de estas el mando debe pasar inmediatamente al timonel u oficial que se encuentre en el puente; una vez este fuera de peligro se espera por parte del sistema la pulsación de las teclas CNTL y 2, por parte del oficial.

Quando se ha detectado la pulsación de estas teclas el sistema retorna al programa del piloto automático (al principio de este).

Se visualiza el numero de la ruta por la que se va por medio de la subrutina RUTA.

Hacemos especial mención de la subrutina DELAY, utilizada en este programa, la cual proporciona un retraso de aproximadamente de 0.75 segundos. El organigrama de la subrutina DELAY aparece en la figura 6.12. Como se observa consiste en poner los registros B y C a FFH y decrementarlo hasta llegar a 0.

Principalmente se está ejecutando el lazo 1; si tenemos en cuenta que la operación DCR B y JNZ se realizan $255 \times 255 = 65025$ veces y que DCR B ocupa 4 ciclos de reloj y JNZ 10 ciclos de reloj. Cada ciclo de reloj dura 8×10^{-7} segundos. Se tiene que el tiempo aproximado de retraso que introduce DELAY es de $14 \times 8 \times 10^{-7} \times 65025 = 0.728$ seg. pero al no tenerse en cuenta el lazo 2 se puede aproximar el retraso en 0.75 segundos.

6.7.- Comentario final.

Los programas se han realizado en el lenguaje ensamblador del microprocesador 8085. Hay tres módulos de programas: INIPIL, INTS8 y INTG3. El listado de estos tres módulos se pueden ver en el anexo I.

Los tres módulos se han linkado y localizado (ver anexo I).

En el anexo II aparece el listado de emulación del programa del sistema. Se ha emulado con el emulador ICE85 del sistema de desarrollo MDS-221.

ANEXO I

ASMB0 INIPIL MOD85 DEBUG PAGELENGTH(41)

ISIS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V4.0 MODULE PAGE 1

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1	PUBLIC DISC,DISD,TECLA,SENSIB,NFRASE,CVIS,ANGULO,RVIS,CPRINT
		2	PUBLIC MEMOTI,MTX,RUTA1,MRUTA,SPEED,USARD
		3	PUBLIC INICIO,FRA1,FRA2,FRA3,FRA4,FRA5,FRA6,FRA7,FRA8
		4	PUBLIC FRA9,FRA10,FRA11,FRA12,FRA13,FRA14,FRA15
		5	PUBLIC USARC,CONT,CONT1,HDG,MRUMBO,RUMBO1,A1
		6	EXTRN VISUA,TRAP,INT55,INT65,INT75,TX
		7	ASEG
		8	;
		9	*****
		10	;
		11	;DEFINICION DE ETIQUETAS.
		12	;
0031		13	PORTA EQU 31H ;DIRECCION PORT A
0032		14	PORTB EQU 32H ;DIRECCION PORT B
0033		15	PORTC EQU 33H ;DIRECCION PORT C
5001		16	USARC EQU 5001H ;DIRECCION DE CONTROL DE USART
5000		17	USARD EQU 5000H ;DIRECCION DE DATOS DE USART
9001		18	DISC EQU 9001H ;DIRECCION DE CONTROL DE 8279
9000		19	DISD EQU 9000H ;DIRECCION DE DATOS DE 8279
D000		20	ADCON EQU 0D000H ;DIRECCION DE A/D
3000		21	TIMON EQU 3000H ;DIRECCION DE SEGNALE DE TIMON
3001		22	GIRO EQU 3001H ;DIRECCION DE " DE GIROSCOPICA
3002		23	SENSIB EQU 3002H ;SENSIBILIDAD
3003		24	ANGULO EQU 3003H ;ANGULO GIRADO SEGUN LA GIGNADA
3004		25	MEMOTI EQU 3004H ;MEMORIA DE TIMON
3005		26	NFRASE EQU 3005H ;NUMERO DE FRASE
3006		27	CVIS EQU 3006H ;CONTROL DE VISUALIZACION
3007		28	RVIS EQU 3007H ;REGISTRO DE VISUALIZACION
300P		29	TECLA EQU 3008H ;DATO DE TECLA EN BINARIO

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
3009		30	CPRINT EQU 3009H ;CONTROL DE VISUALIZACION
300A		31	CONT EQU 300AH ;INDICA EL CARACTER QUE SE LEE
300B		32	CONT1 EQU 300BH ;CONTADOR
3020		33	H0G EQU 3020H
3021		34	SPEED EQU 3021H
3010		35	ORG 3010H
3010		36	MRUTA: DS 2
3012		37	MRUMBO: DS 2
3014		38	RUTA1: DS 10
301E		39	RUMBO1: DS 5
3023		40	MTX: DS 3
		41	;
		42	*****
		43	;
		44	;DIRECCIONES DE COMIENZO DE LAS SUBROUTINAS QUE ATIENDE A LAS INTERRUPCIONES
		45	;VECTORIZADAS DEL 8085.
		46	;
0000		47	ORG 0000H
0000	C34001	48	JMP INICIO
0024		49	ORG 24H
0024	C30000	E 50	JMP TRAP
002C		51	ORG 2CH
002C	C30000	E 52	JMP INT55
0034		53	ORG 34H
0034	C30000	E 54	JMP INT65
003C		55	ORG 3CH
003C	C30000	E 56	JMP INT75
0040		57	ORG 40H
		58	;
		59	*****

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		60 ;	
		61 ;	DEFINICION DE LAS FRASES QUE SE VISUALIZAN EN EL DISPLAY ALFANUMERICO.
		62 ;	
0040	20202020	63 FRA1:	DB ' **ERROR** '
0044	2A2A4552		
0048	524F522A		
004C	2A202020		
0050	20205255	64 FRA2:	DB ' RUTA RL--GC '
0054	54412020		
0058	2052402D		
005C	47432020		
0060	20202020	65 FRA3:	DB ' RUTA '
0064	20525554		
0068	41202020		
006C	20202020		
0070	46494E20	66 FRA4:	DB 'FIN DE PROGRAMA'
0074	20444520		
0078	50524F47		
007C	52414D41		
0080	53454E53	67 FRA5:	DB 'SENSIBILIDAD? '
0084	4942494C		
0088	49444144		
008C	3F202020		
0090	53454E53	68 FRA6:	DB 'SENSIBILIDAD= '
0094	4942494C		
0098	49444144		
009C	3D202020		
00A0	414A5553	69 FRA7:	DB 'AJUSTE TIMON? '
00A4	50452054		
00A8	494D4F4E		

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
00A0	3F202020		
00B0	414A5553	70 FRA8:	DB 'AJUSTE TIMON='
00B4	54452054		
00B8	494D4F4E		
00BC	3D202020		
00C0	50454C49	71 FRA9:	DB 'PELIGRO BABOR'
00C4	47524F20		
00C8	20424142		
00CC	4F522020		
00D0	50454C49	72 FRA10:	DB 'PELIGRO ESTRIBOR'
00D4	47524F20		
00D8	45535452		
00DC	49424F52		
00E0	50454C49	73 FRA11:	DB 'PELIGRO PROA'
00E4	47524F20		
00E8	2050524F		
00EC	41202020		
00F0	50454C49	74 FRA12:	DB 'PELIGRO POPA'
00F4	47524F20		
00F8	20504F50		
00FC	41202020		
0100	50454C49	75 FRA13:	DB 'PELIGRO EN RADAR'
0104	47524F20		
0108	454E2052		
010C	41444152		
0110	2A2A2A2A	76 FRA14:	DB '*****PELIGRO*****'
0114	2A50454C		
0118	4947524F		
011C	2A2A2A2A		
0120	56454C4F	77 FRA15:	DB 'VELOCIDAD INSUF.'

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0124	43494441		
0128	4420494E		
012C	5355462E		
		78	;
		79	*****
		80	;
		81	;COMIENZO DEL PROGRAMA.
		82	;
		83	*****
		84	;
		85	;INICIALIZACION DE LOS REGISTROS DE LOS CHIPS UTILIZADOS, DEFINICION DE LOS
		86	;PORTS, ETC.
		87	;
0140		88	ORG 140H
0140	F3	89	INICIO: DI ;SE DESHABILITAN LAS INTERRUPCIONES
0141	310830	90	LXI SP,30C8H;SE INICIALIZA EL STACK POINTER
0144	3E0A	91	MVI A,0AH ;SE INICIALIZA MASCARA DE INTERRUPCIONES
0146	30	92	SIM
0147	3EC3	93	MVI A,0C3H ;PORTS A Y B DE SALIDA. C ENTRADA.
0149	D330	94	OUT 30H
014B	3E02	95	MVI A,02H ;PROGRAMACION DEL TIMER PARA DIVIDIR POR 2
014D	D334	96	OUT 34H
014F	3E40	97	MVI A,40H
0151	D335	98	OUT 35H
0153	3E4F	99	MVI A,4FH ;PROGRAMACION DEL REGISTRO MODO DE USART
0155	320150	100	STA USARC ;
0158	3E04	101	MVI A,04 ;PROGRAMACION DE USART PARA RX
015A	320150	102	STA USARC
015D	3E08	103	MVI A,08H ;FORMATO DE TECLADO Y DISPLAY
015F	320190	104	STA DISC

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0162	3E2C	105	MVI A,2CH ;PROGRAMA DE RELOJ DE 8279
0164	320190	106	STA DISC
0167	3ECB	107	MVI A,0CBH ;DETERMINA EL CODIGO BLANK
0169	320190	108	STA DISC
016C	3EA3	109	MVI A,0A3H ;BLANQUEA EL DISPLAY
016E	320190	110	STA DISC
0171	3E04	111	MVI A,04H ;DESHABILITA LOS SWITCHES
0173	D331	112	OUT PORTA
0175	3E00	113	MVI A,00H ;INICIALIZACION DE REGISTROS
0177	320730	114	STA RVIS
017A	320630	115	STA CVIS
017D	320930	116	STA CPRINT
0180	D332	117	OUT PORTB
0182	211930	118	LXI H,3019H ;DECIMA INFORMACION DE RUTA SIEMPRE ESTA A 0
0185	77	119	MOV M,A
		120	;
		121	*****
		122	;
		123	;TROZO DE PROGRAMA QUE VISUALIZA LA FRASE 2 Y CUYA MISION ES CONOCER SI SE
		124	;VIAJA EN RL(LINEA DE RUMBO) O GC(GRAN CIRCULO).
		125	;SE PUEDEN DEFINIR 9 RUTAS DISTINTAS A SEGUIR POR EL BARCO.
		126	;
0186	211430	127	LXI H,RUTA1 ;DIRECCION DE PRIMERA RUTA
0189	221030	128	SHLD MRUTA
018C	3E05	129	MVI A,05 ;DATOS INICIALES
018E	320330	130	STA ANGULO
0191	320230	131	STA SENSIB
0194	1E00	132	MVI E,00H ;CONTADOR
0196	3E02	133	MVI A,2 ;SE VISUALIZA FRASE 2
0198	320530	134	STA NFRASE

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
019B	CD0000	E 135	CALL VISUA
019E	1C	136 H4:	INR E
019F	7B	137	MOV A,E
01A0	FE0A	138	CPI 10
01A2	CAFA01	139	JZ H1 ;SI CONTADOR IGUAL A 10, SALTA
01A5	3E97	140	MVI A,97H ;POSICIONA LA RAM DE 8279
01A7	320190	141	STA DISC
01AA	7B	142	MOV A,E
01AB	320090	143	STA DISD ;SE VISUALIZA NUMERO DE RUTA
01AE	3A0190	144 H3:	LDA DISC ;HAY ALGUNA TECLA PULSADA ?
01B1	E60F	145	ANI 0FH ;
01B3	CAAE01	146	JZ H3 ;NO HAY TECLA PULSADA
01B6	3A0090	147	LDA DISD ;LECTURA DEL TECLADO Y CORRECCION SOFT
01B9	57	148	MOV D,A
01BA	E603	149	ANI 03H ;
01BC	47	150	MOV B,A
01BD	7A	151	MOV A,D
01BE	0F	152	RRC
01BF	E60C	153	ANI 0CH
01C1	B0	154	ORA B
01C2	FE0E	155	CPI 0EH ;ES E ?
01C4	CADD01	156	JZ H2 ;SI
01C7	FE03	157	CPI 03H ;ES MENOR QUE 3 ?
01C9	D2AE01	158	JNC H3
01CC	320730	159	STA RVIS ;SE ALMACENA ACC EN RVIS
01CF	3E9F	160	MVI A,9FH ;SE POSICIONA RAM DE 8279
01D1	320190	161	STA DISC
01D4	3A0730	162	LDA RVIS
01D7	320090	163	STA DISD ;SE VISUALIZA
01DA	C3AE01	164	JMP H3

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
01DD	2A1030	165 H2:	LHLD MRUTA ;SE PONE EN H-L DIR. DE INFORMACION DE RUTA
01E0	7B	166	MOV A,E ;SE CONFECCIONA INFORMACION DE RUTA
01E1	07	167	RLC ;SE COLOCA EN LOS 4 BITS MSB EL NUMERO DE RUTA
01E2	07	168	RLC
01E3	07	169	RLC
01E4	07	170	RLC
01E5	4F	171	MOV C,A
01E6	3A0730	172	LDA RVIS ;SE OBTIENE LA INFORMACION DE RL-GC O NO RUTA
01E9	B1	173	ORA C
01EA	77	174	MOV M,A ;INFORMACION EN MEMORIA
01EB	23	175	INX H ;SE INCREMENTA H-L PARA PROXIMA INFORMACION
01EC	221030	176	SHLD MRUTA
01EF	320730	177	STA RVIS ;SE OBTIENE RVIS
01F2	FE00	178	CPI 0 ;ES 0 ?
01F4	CAFA01	179	JZ H1 ;SI ES 0 ES QUE NO HAY RUTA
01F7	C39E01	180	JMP H4
01FA	211430	181 H1:	LXI H,RUTA1 ;SE CARGA H-L CON DIRECCION DE RUTA 1
01FD	221030	182	SHLD MRUTA
0200	7E	183	MOV A,M ;SE MIRA INFORMACION DE RUTA 1
0201	E60F	184	ANI 0FH ;SE MIRA TIPO DE RUTA
0203	C20902	185	JNZ H5
0206	3E0E	186	MVI A,0EH ;ES 0, SE ENMASCARA INT7.5, ACTUA PILO AUT.
0208	30	187	SIM
0209	FB	188 H5:	EI
		189 ;	
		190 ;*****	
		191 ;	
		192 ;COMIENZO DEL PROGRAMA QUE HACE LA FUNCION DE UN PILOTO AUTOMATICO.	
		193 ;	
020A	3A2030	194 A1:	LDA HDG ;MIRA HDG

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
020D	FE01	195	CPI 1
020F	CA5203	196	JZ HDGING
0212	CD2903	197	PILOTO: CALL SENAL ;LEE GIROSCOPICA Y TIMON
0215	3A0130	198	LDA GIRO ;CARGA ACC CON DATO DE GIROSCOPICA
0218	D61F	199	SUI 31 ;G MENOS GMEDIO
021A	DA2102	200	JC A2 ;SALTA SI BORROW, EN ACC ESTA COMPLE. A 2 DE RESTA
021D	47	201	MOV B,A ;RESTA EN REG. B
021E	C32402	202	JMP A3
0221	2F	203	A2: CMA ;COMPLEMENTA A 2 EL ACC
0222	3C	204	INR A
0223	47	205	MOV B,A ;RESTA EN REG. B
0224	3A0230	206	A3: LDA SENSIB ;CARGA ACC CON SENSIBILIDAD
0227	90	207	SUB B ;RESTA SESIBILIDAD MENOS REG B
0228	CA2E02	208	JZ A14
022B	D20A02	209	JNC A1 ;NO ACTUA
022E	3A0130	210	A14: LDA GIRO ;CARGA ACC CON G
0231	D61F	211	SUI 31 ;G - GMEDIO
0233	D2A002	212	JNC A4 ;G > GMEDIO
0236	3E08	213	A9: MVI A,08H ;G < GMEDIO,ACTIVA TIMON A BABOR
0238	D332	214	OUT PORTB
023A	320430	215	STA MEMOTI
023D	CD2903	216	A5: CALL SENAL
0240	3A0330	217	LDA ANGULO ;CARGA ACC CON ANGULO
0243	47	218	MOV B,A ;ANGULO EN REG B
0244	3A0130	219	LDA GIRO ;CARGA ACC CON G
0247	90	220	SUB B ; ANGULO DE TIMON RECORRIDO REAL
0248	DA3D02	221	JC A5
024B	4F	222	MOV C,A ;EN REG C ESTA ANGULO EFECTIVO DE VIRAJE DE TIMON
024C	3A0030	223	LDA TIMON ;CARGA ACC CON ANGULO
024F	91	224	SUB C ;RESTA TIMON - ANGULO EFECTIVO

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0250	D23D02	225	JNC A5 ;SI POSITIVO, SALTA
0253	3E00	226	MVI A,00 ;SE DESACTIVA TIMON, RESTA NEGATIVA
0255	D332	227	OUT PORTB
0257	320430	228	STA MEMOTI
025A	CD2903	229 A8:	CALL SENAL ;OBTIENE G Y T
025D	3A0130	230	LDA GIRO ;CARGA ACC CON G
0260	D61F	231	SUI 31 ;G - GMEDIO
0262	DA6802	232	JC A6 ;SI BORROW SALTA
0265	C37702	233	JMP A7
0268	3A0330	234 A6:	LDA ANGULO ;CARGA ACC CON ANGULO
026B	81	235	ADD C ;EN ACC ESTA G ULT. MAX.
026C	57	236	MOV D,A ;G ULT.MAX. EN REG D
026D	3A0130	237	LDA GIRO ;CARGA ACC CON G
0270	92	238	SUB D ;G - G ULT.MAX.
0271	DA3602	239	JC A9
0274	C35A02	240	JMP A8 ;SI NO BORROW, SALTA A A8
0277	3E04	241 A7:	MVI A,04H ;TIMON A ESTRIBOR
0279	D332	242	OUT PORTB ;
027B	320430	243	STA MEMOTI
		244	;TROZO DE PROGRAMA YA COMENTADO
027E	CD2903	245 A11:	CALL SENAL
0281	3A0130	246	LDA GIRO
0284	D61F	247	SUI 31
0286	DA8D02	248	JC A12
0289	47	249	MOV B,A
028A	C39002	250	JMP A13
028D	2F	251 A12:	CMA
028E	3C	252	INR A
028F	47	253	MOV B,A
0290	3A0230	254 A13:	LDA SENSIB

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0293	90	255	SUB B
0294	CA0A02	256	JZ A1
0297	DA0A02	257	JC A1 ;RESTA MAYOR QUE SENSIBILIDAD
029A	3A0030	258	LDA TIMON
029D	D61F	259	SUI 31 ;T - GMEDIO
029F	DA7E02	260	JC A11 ;GMEDIO > T
02A2	3E00	261	MVI A,00 ;T > GMEDIO
02A4	D332	262	OUT PORTB ;PARAR
02A6	320430	263	STA MEMOTI
02A9	C30A02	264	JMP A1 ;SALTA AL PRINCIPIO
02AC	3E04	265	A4: MVI A,04H ;T A ESTRIBOR
02AE	D332	266	OUT PORTB
02B0	320430	267	STA MEMOTI
02B3	CD2903	268	A15: CALL SENAL ;SE OBTIENE G Y T
02B6	3A0130	269	LDA GIRO ;CARGA ACC CON G
02B9	47	270	MOV B,A ;G EN REG B
02BA	3A0330	271	LDA ANGULO ;CARGA ACC CON ANGULO
02BD	80	272	ADD B ;SE OBTIENE ANGULO EFECTIVO
02BE	4F	273	MOV C,A ;ANGULO EFECTIVO EN REG C
02BF	D63F	274	SUI 63
02C1	D2B302	275	JNC A15 ;ANGULO EFECTIVO > 63
02C4	3A0030	276	LDA TIMON ;SE CARGA ACC CON T
02C7	91	277	SUB C ;T - ANGULO EFEC.
02C8	DAB302	278	JC A15 ;T < " "
02CB	3E00	279	MVI A,00 ;SE DESACTIVA TIMON
02CD	D332	280	OUT PORTB
02CF	320430	281	STA MEMOTI
02D2	CD2903	282	A17: CALL SENAL ;SE CARGA ACC CON G
02D5	3A0130	283	LDA GIRO
02D8	D61F	284	SUI 31

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
02DA	DAF102	285	JC A16 ;G < GMEDIO
02DD	CAF102	286	JZ A16 ;G = GMEDIO
02E0	3A0230	287	LDA SENSIB ;CARGA ACC CON SENSIB.
02E3	57	288	MOV D,A ;SENSIB. EN REG D
02E4	79	289	MOV A,C ;EN ACC ANGULO EFECTIVO
02E5	92	290	SUB D ;ANGULO EFEC. - SENSIBILIDA=G MAX ULT.
02E6	57	291	MOV D,A ;EN REG D ESTA G MAX ULT.
02E7	3A0130	292	LDA GIRO ;SE CARGA ACC CON G
02EA	92	293	SUB D ;G-G MAX ULT.
02EB	DAAC02	294	JC A4 ;G MAX ULT. > G
02EE	C3D202	295	JMP A17
02F1	3E08	296	A16: MVI A,0BH ;TIMON A BABOR
02F3	D332	297	OUT PORTB
02F5	320430	298	STA MEMOTI
02F8	0D2903	299	A18: CALL SENAL ;TROZO DE PROGRAMA YA COMENTADO
02FB	3A0130	300	LDA GIRO
02FE	D61F	301	SUI 31
0300	DA0703	302	JC A19
0303	47	303	MOV B,A
0304	C30A03	304	JMP A20
0307	2F	305	A19: CMA
0308	3C	306	INR A
0309	47	307	MOV B,A
030A	3A0230	308	A20: LDA SENSIB
030D	90	309	SUB B
030E	CA0A02	310	JZ A1
0311	DA0A02	311	JC A1
0314	3A0030	312	LDA TIMON ;SE CARGA ACC CON TIMON
0317	D61F	313	SUI 31 ;T-GMEDIO
0319	CA1F03	314	JZ A21 ;T=GMEDIO

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
031C	D2F802	315	JNC A18 ;T>GMEDIO
031F	3E00	316	A21: MVI A,00H ;PARAR TIMON
0321	D332	317	OUT PORTE
0323	320430	318	STA MEMOTI
0326	C30A02	319	JMP A1 ;SALTA AL PRINCIPIO
		320	;
		321	*****
		322	;
		323	;SUBROUTINA QUE LEE DATOS DE UN CONVERTOR A/D.
		324	;SE LE LA GIROSCOPICA Y POSICION DEL TIMON.
		325	;
0329	3E01	326	SENAL: MVI A,01H ;SE CONECTA EL A/D A LA GIROSCOPICA
032B	D331	327	OUT PORTA
032D	3E05	328	MVI A,05H ;SE COLOCA "START" A "1"
032F	D331	329	OUT PORTA
0331	00	330	NOP
0332	00	331	NOP ;RETRASO HASTA LA REALIZACION DE LA CONVERSION
0333	3A00D0	332	LDA ADCON ;CARGA ACC CON EL DATO LEIDO EN A/D
0336	E63F	333	ANI 3FH
0338	320130	334	STA GIRO
033B	3E02	335	MVI A,02H ;SE CONECTA A/D AL TIMON
033D	D331	336	OUT PORTA
033F	3E06	337	MVI A,06H ;SE COLOCA "START" A "1"
0341	D331	338	OUT PORTA
0343	00	339	NOP
0344	00	340	NOP ;RETRASO
0345	3A00D0	341	LDA ADCON ;LEE A/D
0348	E63F	342	ANI 3FH
034A	320030	343	STA TIMON
034D	3E04	344	MVI A,04H ;SE DESHABILITA LOS SWITCHES

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
034F	D331	345	OUT PORTA
0351	C9	346	RET
		347	;
		348	*****
		349	;
		350	;TROZO DE PROGRAMA QUE LEE EL "RUMBO A GOBERNAR" DEL MAGNVOX, LO CONVIERTE
		351	;DE ASCII A BINARIO PARA DARSELO AL COMPAS GIROSCOPICO.
		352	;AL MISMO TIEMPO DICHO RUMBO HAY QUE DARSELO AL MAGNAVOX.
		353	;
0352	3E00	354	HDGING: MVI A,00H ;SE PARA EL TIMON
0354	D332	355	OUT PORTB
0356	211E30	356	LXI H,RUMBO1;DIRECCION DE MEMORIA DE RUMBO
0359	7E	357	MOV A,M ;SE OBTIENE CENTENA EN ASCII
035A	E60F	358	ANI 0FH ;SE PASA A BCD
035C	47	359	MOV B,A ;SE PONE EN REG. B
035D	23	360	INX H ;SE INCREMENTA H-L
035E	7E	361	MOV A,M ;SE COLOCA EN ACC LA DECENA
035F	07	362	RLC ;DECENA SE COLOCA EN LOS 4 BITS MSB DE REG. C
0360	07	363	RLC
0361	07	364	RLC
0362	07	365	RLC
0363	E6F0	366	ANI 0F0H
0365	4F	367	MOV C,A
0366	23	368	INX H ;INCREMENTA H-L
0367	221230	369	SHLD MRUMBO
036A	7E	370	MOV A,M ;SE OBTIENE UNIDAD
036B	E60F	371	ANI 0FH ;SE PASA ASCII A BCD
036D	B1	372	ORA C ;UNIDAD COLOCADA EN LOS 4 BITS LSB DE REG. C
036E	4F	373	MOV C,A
		374	;
			COMIENZA CONVERSION BCD A BINARIO

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
036F	1600	375	MVI D,00H ;INICIALIZA REGISTRO
0371	1E00	376	MVI E,00H
0373	2E0A	377	MVI L,10 ;CONTADOR DE BITS
0375	78	378 N1:	MOV A,B ;SE ROTA B-C-D-E CONJUNTAMENTE
0376	1F	379	RAR
0377	47	380	MOV B,A
0378	79	381	MOV A,C
0379	1F	382	RAR
037A	4F	383	MOV C,A
037B	7A	384	MOV A,D
037C	1F	385	RAR
037D	57	386	MOV D,A
037E	7B	387	MOV A,E
037F	1F	388	RAR
0380	5F	389	MOV E,A
0381	79	390	MOV A,C ;OBTIENE LOS 4 BITS MSB DE REG. C
0382	E6F0	391	ANI 0F0H ;
0384	FE80	392	CPI 80H ;SE MIRA SI ES MAYOR O IGUAL QUE 8
0386	C8C03	393	JZ N25
0389	DA9403	394	JC N2 ;NO
038C	D630	395 N25:	SUI 30H ;SE RESTA 3 LOS 4 BITS MSB
038E	67	396	MOV H,A ;SE COLOCA EN REG C LOS 4 BITS MSB
038F	3E0F	397	MVI A,0FH
0391	A1	398	ANA C
0392	B4	399	ORA H
0393	4F	400	MOV C,A
0394	79	401 N2:	MOV A,C ;SE OBTIENE 4 BITS LSB
0395	E60F	402	ANI 0FH
0397	FE08	403	CPI 8 ;SE MIRA SI ES MAYOR O IGUAL QUE 8
0399	CA9F03	404	JZ N26

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
039C	DAA703	405	JC N3 ;NO
039F	D603	406 N26:	SUI 03H ;SE RESTA 3 A BITS LSB
03A1	67	407	MOV H,A ;SE COLOCA 4 BITS LSB EN REG. C
03A2	3EF0	408	MVI A,0F0H
03A4	A1	409	ANA C
03A5	B4	410	ORA H
03A6	4F	411	MOV C,A
03A7	2D	412 N3:	DCR L ;DECREMENTA CONTADOR
03A8	C27503	413	JNZ N1 ;SI NO 0 ,SALTA A N1
03AB	0605	414	MVI B,5
03AD	7A	415 N4:	MOV A,D ;SE COLOCA EL RESULTADO CORRECTAMENTE D-E
03AE	1F	416	RAR ;SE DESPLAZA D-E 5 VECES
03AF	57	417	MOV D,A
03B0	7B	418	MOV A,E
03B1	1F	419	RAR
03B2	5F	420	MOV E,A
03B3	05	421	DCR B
03B4	C2AD03	422	JNZ N4
03B7	3E03	423	MVI A,03H
03B9	A2	424	ANA D ;
03BA	57	425	MOV D,A
03BB	3EFE	426	MVI A,0FEH ;
03BD	A3	427	ANA E ;
03BE	5F	428	MOV E,A
03BF	2A1230	429	LHLD MRUMBO ;SE OBTIENE DIRECCION DE DECIMA DE GRADO
03C2	23	430	INX H ;
03C3	23	431	INX H ;
03C4	7E	432	MOV A,M ;DECIMAS EN ACC
03C5	E60F	433	ANI 0FH ;SE PASA DE ASCII A BCD
03C7	FE03	434	CPI 3 ;ES MENOR QUE 3

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
03C9	DAF803	435	JC N5 ;SI
03CC	FE08	436	CPI B ;ES < 8
03CE	DAFD03	437	JC N6 ;SI
03D1	3E02	438	MVI A,02H ;BIT LSB DE REG E IGUAL 0 E INCREMENTO UN GRADO
03D3	83	439	ADD E
03D4	5F	440	MOV E,A
03D5	3E00	441	MVI A,00
03D7	8A	442	ADC D
03D8	57	443	MOV D,A
03D9	3630	444	MVI M,30H ; 0 EN ASCII
03DB	FE02	445	CPI 02H ;SE MIRA SI ES 360 GRADOS
03DD	CAE303	446	JZ N7
03E0	C30004	447	JMP N10
03E3	7B	448	MOV A,E
03E4	FED0	449	CPI 0D0H
03E6	C20004	450	JNZ N10 ;ES 360 GRADOS
03E9	1600	451	MVI D,00 ;360 GRADOS ES 0 GRADOS
03EB	1E00	452	MVI E,00
03ED	211E30	453	LXI H,RUMBO1;SE PONE RUMBO IGUAL 000.0
03F0	3630	454	MVI M,30H ;0 EN ASCII
03F2	23	455	INX H
03F3	3630	456	MVI M,30H
03F5	C30004	457	JMP N10
03F8	3630	458	MVI M,30H ;0 ES ASCII SE PONE EN DECIMAS DE GRADOS
03FA	C30004	459	JMP N10
03FD	3635	460	MVI M,35H ;5 EN ASCII,SE PONE EN DECIMAS DE GRADOS
03FF	1C	461	INR E ;BIT LSB DE REG E SE PONE A 1
		462	;ACTIVACION DE LATCH Y SALIDA POR LOS PORTS
0400	7B	463	MOV A,E ;
0401	D331	464	OUT PORTA ;

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0403	7A	465	MOV A,D ;
0404	D332	466	OUT PORTB ;
0406	F640	467	ORI 40H ;SE ACTIVA LATCH
0408	D332	468	OUT PORTB
040A	E600	469	ANI 00 ;SE DESACTIVA LATCH
040C	D332	470	OUT PORTB
		471	;SE INTRODUCE RUMBO EN EL MAGNAVOX
040E	212330	472	LXI H,MTX
0411	3632	473	MVI M,'2'
0413	23	474	INX H
0414	3635	475	MVI M,'5'
0416	23	476	INX H
0417	363C	477	MVI M,'<'
0419	CD0000	E 478	CALL TX
041C	3E01	479	MVI A,01H
041E	320150	480	STA USARC
0421	211E30	481	LXI H,RUMBO1;DIRECCION DEL RUMBO (CENTENA)
0424	0605	482	MVI B,05H ;CONTADOR
0426	3A0150	483 N14:	LDA USARC
0429	E601	484	ANI 01H
042B	CA2604	485	JZ N14
042E	7E	486	MOV A,M
042F	320050	487	STA USARD
0432	23	488	INX H
0433	05	489	DCR B
0434	C22604	490	JNZ N14
0437	3A0150	491 N15:	LDA USARC
043A	E601	492	ANI 01H
043C	CA3704	493	JZ N15
043F	3E3C	494	MVI A,'<'

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0441	320050	495	STA USAR0
0444	3E04	496	MVI A,04H ;SE DEJA USART EN MODO RECEPCION
0446	320150	497	STA USARC
0449	DB33	498	N16: IN PORTC ;SE MIRA SI EL COMPAS COLOCO EL RUMBO
044B	E601	499	ANI 01H
044D	CA4904	500	JZ N16 ;LINEA NO ACTIVADA
0450	3E00	501	MVI A,00 ;HDG=0
0452	322030	502	STA HDG
0455	C31202	503	JMP PILOTO
		504	END

PUBLIC SYMBOLS

A1	A 020A	ANGULO	A 3003	CONT	A 300A	CONT1	A 300B	CPRINT	A 3009	CVIS	A 3006
DISD	A 9000	FRA1	A 0040	FRA10	A 00D0	FRA11	A 00E0	FRA12	A 00F0	FRA13	A 0100
FRA15	A 0120	FRA2	A 0050	FRA3	A 0060	FRA4	A 0070	FRA5	A 0080	FRA6	A 0090
FRA8	A 00B0	FRA9	A 00C0	HDG	A 3020	INICIO	A 0140	MEMOTI	A 3004	MRUMBO	A 3012
MTX	A 3023	NFRASE	A 3005	RUMBO1	A 301E	UTA1	A 3014	RVIS	A 3007	SENSIB	A 3002
TECLA	A 3008	USARC	A 5001	USAR0	A 5000						

EXTERNAL SYMBOLS

INT55	E 0000	INT65	E 0000	INT75	E 0000	TRAP	E 0000	TX	E 0000	VISUA	E 0000
-------	--------	-------	--------	-------	--------	------	--------	----	--------	-------	--------

USER SYMBOLS

A1	A 020A	A11	A 027E	A12	A 028D	A13	A 0290	A14	A 022E	A15	A 02B3
A17	A 02D2	A18	A 02FB	A19	A 0307	A2	A 0221	A20	A 030A	A21	A 031F
A4	A 02AC	A5	A 023D	A6	A 0268	A7	A 0277	A8	A 025A	A9	A 0236
ANGULO	A 3003	CONT	A 300A	CONT1	A 300B	CPRINT	A 3009	CVIS	A 3006	DISC	A 9001
FRA1	A 0040	FRA10	A 00D0	FRA11	A 00E0	FRA12	A 00F0	FRA13	A 0100	FRA14	A 0110
FRA2	A 0050	FRA3	A 0060	FRA4	A 0070	FRA5	A 0080	FRA6	A 0090	FRA7	A 00A0

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1	PUBLIC TX, VISUA, PRINT, RUTA, INT55
		2	EXTRN DISC, DISD, TECLA, SENSIB, NFRASE, CVIS, ANGULO, RVIS, CPRINT
		3	EXTRN MEMOTI, MTX, RUTA1, MRUTA, SPEED, CONEX, USARD, USARC
		4	EXTRN INICIO, FRA1, FRA2, FRA3, FRA4, FRA5, FRA6, FRA7, FRA8
		5	EXTRN FRA9, FRA10, FRA11, FRA12, FRA13, FRA14, FRA15
		6	CSEG
003C		7	PORTB SET 32H
0460		8	ORG 460H
		9	;
		10	*****
		11	;
		12	; SUBROUTINA QUE ATIENDE A LA INTERRUPCION INT 5.5.
		13	; SE ACTIVA CUANDO SE HA PULSADO UNA TECLA EN LE TECLADO.
		14	; LA SUBROUTINA MIRA LA TECLA QUE SE HA PULSADO Y REALIZA LA ACCION QUE LE
		15	; CORRESPONDE HACER A DICHA TECLA.
		16	;
0460	F5	17	INT55: PUSH PSW
0461	C5	18	PUSH B
0462	D5	19	PUSH D
0463	E5	20	PUSH H
0464	FB	21	EI
0465	3A0000	E 22	D1: LDA DISD ; SE LEE TECLADO
0468	57	23	MOV D, A ; DATO TECLADO EN REG D
0469	E603	24	ANI 03 ; SE OBTIENE LOS BITS 1 Y 0
046B	47	25	MOV B, A
046C	7A	26	MOV A, D
046D	0F	27	RRC
046E	E60C	28	ANI 0CH ; SE OBTIENEN LOS BITS 2 Y 3
0470	B0	29	ORA B ; SE OBTIENEN LOS BITS 0 1 2 Y 3

LOC	OBJ		LINE	SOURCE STATEMENT
0471	320000	E	30	STA TECLA ;VALOR BINARIO DE TECLA
0474	7A		31	MOV A,D ;DATO TECLADO EN ACC
0475	E680		32	ANI 80H ;SE OBTIENE EL BIT 7
0477	D680		33	SUI 80H ;SI EL BIT 7 IGUAL A 0 SALTA
0479	C29505	C	34	JNZ CNTL
047C	3A0000	E	35	LDA TECLA
047F	FE0A		36	CPI 10 ;SI ES MENOR QUE 10 LLAMA A SUBR. VISUA1
0481	DC9005	C	37	CC VISUA1
0484	3A0000	E	38	LDA TECLA
0487	FE0A		39	CPI 0AH ;ES A?
0489	CAAB04	C	40	JZ D2
048C	FE0B		41	CPI 0BH ;ES B?
048E	CAC304	C	42	JZ D3 ;
0491	FE0C		43	CPI 0CH ;ES C?
0493	CAD304	C	44	JZ D4
0496	FE0D		45	CPI 0DH ;ES D?
0498	CAEE04	C	46	JZ D5
049B	FE0E		47	CPI 0EH ;ES E?
049D	CAFE04	C	48	JZ D6
04A0	FE0F		49	CPI 0FH ;ES F?
04A2	CA6005	C	50	JZ D7
04A5	C3C905	C	51	JMP DRET
04A8	3E06		52	D2: MVI A,6
04AA	320000	E	53	STA NFRASE ;NUMERO DE FRASE A VISUALIZAR
04AD	CDD905	C	54	CALL VISUA ;SE VISUALIZA FRASE
04B0	3A0000	E	55	LDA SENSIB ;SE CARGA ACC CON SENASIBILIDAD
04B3	CDD206	C	56	CALL BIASCI ;SE CONVIERTE SENSIBILIDAD A CODIGO ASCII
04B6	3E9E		57	MVI A,9EH ;SE POSICIONA LA RAM DE 8279
04B8	320000	E	58	STA DISC ;
04BB	210000	E	59	LXI H,DISD ;DIRECCION DE 8279

LOC	OBJ		LINE	SOURCE STATEMENT
04BE	70		60	MOV M,B ;SE VISUALIZA DECENA
04BF	71		61	MOV M,C ;SE VISUALIZA UNIDAD
04C0	C3C905	C	62	JMP DRET ;RETORNA
04C3	3E05		63 D3:	MVI A,5 ;
04C5	320000	E	64	STA NFRASE ;SE VISUALIZA LA FRASE 5
04C8	CDD905	C	65	CALL VISUA
04CB	3E01		66	MVI A,1 ;
04CD	320000	E	67	STA CVIS ;SE PONE CONTROL DE VISUALIZACION A 1
04D0	C3C905	C	68	JMP DRET ;
04D3	3E08		69 D4:	MVI A,8 ;
04D5	320000	E	70	STA NFRASE ;SE VISUALIZA FRASE 8
04D8	CDD905	C	71	CALL VISUA ;
04DB	3A0000	E	72	LDA ANGULO ;CARGA ACC CON ANGULO
04DE	CDD206	C	73	CALL BIASCI ;CONV. BINARIO A ASCII
04E1	3E9E		74	MVI A,9EH ;SE POSICIONA LA RAM DE 8279
04E3	320000	E	75	STA DISC ;
04E6	210000	E	76	LXI H,DISD ;DIRECCIONA LA B279
04E9	70		77	MOV M,B ;SE VISUALIZA DECENA
04EA	71		78	MOV M,C ;SE VISUALIZA UNIDAD
04EB	C3C905	C	79	JMP DRET ;
04EE	3E07		80 D5:	MVI A,07 ;
04F0	320000	E	81	STA NFRASE ;NUMERO DE FRASE A VISUALIZAR
04F3	CDD905	C	82	CALL VISUA ;SE VISUALIZA LA FRASE
04F6	3E02		83	MVI A,02 ;
04F8	320000	E	84	STA CVIS ;SE PONE CONTROL DE VISUALIZACION IGUAL 2
04FB	C3C905	C	85	JMP DRET ;
04FE	3E7E		86 D6:	MVI A,7EH ;SE POSICIONA LA RAM DE 8279 PARA LECTURA
0500	320000	E	87	STA DISC
0503	210000	E	88	LXI H,DISD ;DIRECCION DE 8279
0506	3E0F		89	MVI A,0FH ;SE PASA BCD

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0508	46	90	MOV B,M ;DECENA EN REG B
0509	A0	91	ANA B
050A	47	92	MOV B,A
050B	4E	93	MOV C,M ;UNIDAD EN REG C
050C	3E0F	94	MVI A,0FH ;
050E	A1	95	ANA C
050F	4F	96	MOV C,A
0510	78	97	MOV A,B ;SE PASA UNIDAD Y DECENA A BINARIO
0511	FE00	98	CPI 0
0513	CA3205	C 99	JZ D9 ;DECENA ES 0
0516	FE01	100	CPI 1
0518	CA2B05	C 101	JZ DB ;DECENA ES 1
051B	FE02	102	CPI 2
051D	C23205	C 103	JNZ D9 ;DECENA ES 2
0520	79	104	MOV A,C
0521	FE00	105	CPI 0
0523	C23205	C 106	JNZ D9
0526	0E14	107	MVI C,20
0528	C33D05	C 108	JMP D14
052B	3E0A	109 D8:	MVI A,10
052D	81	110	ADD C
052E	4F	111	MOV C,A
052F	C33D05	C 112	JMP D14
0532	3E01	113 D9:	MVI A,1 ;ES MAYOR QUE 20 SE VISUALIZA FRASE 1
0534	320000	E 114	STA NFRASE
0537	CDD905	C 115	CALL VISUA
053A	C35505	C 116	JMP D11
053D	3A0000	E 117 D14:	LDA CVIS ;SE CARGA ACC CON CONTROL DE VISUALIZACION
0540	FE00	118	CPI 0 ;SE COMPARA CON 0
0542	CAC905	C 119	JZ DRET

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0545	FE01	120	CPI 1 ;SE COMPARA CON 1
0547	CA5105	C 121	JZ D10
054A	79	122	MOV A,C ;DATO SE PONE EN ACC
054B	320000	E 123	STA ANGULO ;DATO ES EL ANGULO DE GIRO DEL TIMON
054E	C35505	C 124	JMP D11
0551	79	125 D10:	MOV A,C
0552	320000	E 126	STA SENSIB ;DATO ES LA SENSIBILIDAD
0555	3E00	127 D11:	MVI A,0 ;SE INICIALIZA RVIS Y CVIS
0557	320000	E 128	STA RVIS
055A	320000	E 129	STA CVIS
055D	C3C905	C 130	JMP DRET
0560	3A0000	E 131 D7:	LDA CPRINT ;SE CARGA ACC CON CONTROL DE IMPRESION
0563	2F	132	CMA ;COMPLEMENTA ACC
0564	320000	E 133	STA CPRINT
0567	FEFF	134	CPI 0FFH ;SE COMPARA CON FFH
0569	CA7C05	C 135	JZ D12
056C	3A0000	E 136	LDA MEMOTI ;SE CARGA ACC CON MEMORIA DE TIMON
056F	0600	137	MVI B,0
0571	B0	138	ORA B
0572	D332	139	OUT PORTB ;SE DESACTIVA LA LINEA SERIE DE IMPRESION
0574	0680	140	MVI B,80H ;SE ACTIVA EL LATCH
0576	B0	141	ORA B
0577	D332	142	OUT PORTB
0579	C3C905	C 143	JMP DRET
057C	20	144 D12:	RIM ;LEE MASCARA DE INTERRUPCIONES
057D	E602	145	ANI 02H ;MIRA SI ESTA ENMASCARADA LA 6.5
057F	CA8505	C 146	JZ D13
0582	CD2107	C 147	CALL PRINT
0585	3A0000	E 148 D13:	LDA MEMOTI ;CARGA ACC CON MEMORIA DE TIMON
0588	0620	149	MVI B,20H ;ACTIVA LINEA DE IMPRESION

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
058A	B0	150	ORA B
058B	D332	151	OUT PORTB
058D	3EA0	152	MVI A,0A0H ;ACTIVA EL LATCH
058F	B0	153	ORA B
0590	D332	154	OUT PORTB
0592	C3C905	C 155	JMP DRET
0595	3A0000	E 156 CNTL:	LDA TECLA ;CARGA ACC CON VALOR DE TECLA
0598	FE00	157	CPI 0 ;ES 0?
059A	CAAA05	C 158	JZ D20
059D	FE01	159	CPI 1 ;ES 1?
059F	CAAD05	C 160	JZ D21
05A2	FE02	161	CPI 2 ;ES 2?
05A4	CAB305	C 162	JZ D22
05A7	C3C905	C 163	JMP DRET
05AA	C30000	E 164 D20:	JMP INICIO ;SALTA AL PRINCIPIO
05AD	CD0207	C 165 D21:	CALL RUTA ;VISUALIZA EL NUMERO DE LA RUTA QUE SE SIGUE
05B0	C3C905	C 166	JMP DRET
05B3	3A0000	E 167 D22:	LDA SPEED
05B6	FE01	168	CPI 1
05B8	CABE05	C 169	JZ D23 ;SI SPEED ES 1 SALTA
05BB	C3C905	C 170	JMP DRET
05BE	3E00	171 D23:	MVI A,0
05C0	320000	E 172	STA SPEED ;SE PONE SPEED A 0
05C3	CD0207	C 173	CALL RUTA ;SE VISUALIZA RUTA
05C6	C30000	E 174	JMP CONEX ;SALTA DENTRO DE LA SUBROUTINA INT65
05C9	3A0000	E 175 DRET:	LDA DISC ;SE LEE PALABRA DE ESTADO DE B279
05CC	E607	176	ANI 07H
05CE	CAD405	C 177	JZ D24 ;NO HA HABIDO PULSACION DE TECLA
05D1	C36504	C 178	JMP D1 ;SI HAY TECLA PULSADA
05D4	E1	179 D24:	POP H

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
05D5	D.	180	POP D
05D6	C1	181	POP B
05D7	F1	182	POP PSW
05D8	C9	183	RET
		184	;
		185	*****
		186	;
		187	;SUBROUTINA QUE VISUALIZA,UNA DE LAS 15 FRASES, EN EL DISPLAY ALFANUMERICO.
		188	;
05D9	0600	189	VISUA: MVI B,00 ;SE INICIALIZA CONTADOR DE CARACTERES
05DB	3A0000	E 190	LDA NFRASE ;CARGA ACC CON NUMERO DE FRASE
05DE	FE01	191	CPI 1 ;NFRASE IGUAL A 1?
05E0	C2E905	C 192	JNZ B2 ;NO
05E3	210000	E 193	LXI H,FRA1 ;SI
05E6	C38006	C 194	JMP B0
05E9	FE02	195	B2: CPI 2
05EB	C2F405	C 196	JNZ B3
05EE	210000	E 197	LXI H,FRA2
05F1	C38006	C 198	JMP B0
05F4	FE03	199	B3: CPI 3
05F6	C2FF05	C 200	JNZ B4
05F9	210000	E 201	LXI H,FRA3
05FC	C38006	C 202	JMP B0
05FF	FE04	203	B4: CPI 4
0601	C20A06	C 204	JNZ B5
0604	210000	E 205	LXI H,FRA4
0607	C38006	C 206	JMP B0
060A	FE05	207	B5: CPI 5
060C	C21506	C 208	JNZ B6
060F	210000	E 209	LXI H,FRA5

LOC	OBJ		LINE	SOURCE STATEMENT
0612	C38006	C	210	JMP B0
0615	FE06		211 B6:	CPI 6
0617	C22006	C	212	JNZ B7
061A	210000	E	213	LXI H,FRA6
061D	C38006	C	214	JMP B0
0620	FE07		215 B7:	CPI 7
0622	C22B06	C	216	JNZ B8
0625	210000	E	217	LXI H,FRA7
0628	C38006	C	218	JMP B0
062B	FE08		219 B8:	CPI 8
062D	C23606	C	220	JNZ B9
0630	210000	E	221	LXI H,FRA8
0633	C38006	C	222	JMP B0
0636	FE09		223 B9:	CPI 9
0638	C24106	C	224	JNZ B10
063B	210000	E	225	LXI H,FRA9
063E	C38006	C	226	JMP B0
0641	FE0A		227 B10:	CPI 10
0643	C24C06	C	228	JNZ B11
0646	210000	E	229	LXI H,FRA10
0649	C38006	C	230	JMP B0
064C	FE0B		231 B11:	CPI 11
064E	C25706	C	232	JNZ B12
0651	210000	E	233	LXI H,FRA11
0654	C38006	C	234	JMP B0
0657	FE0C		235 B12:	CPI 12
0659	C26206	C	236	JNZ B13
065C	210000	E	237	LXI H,FRA12
065F	C38006	C	238	JMP B0
0662	FE0D		239 B13:	CPI 13

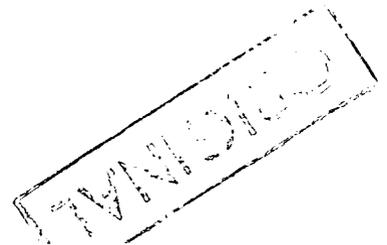
LOC	OBJ		LINE	SOURCE STATEMENT
0664	C26D06	C	240	JNZ B14
0667	210000	E	241	LXI H,FRA13
066A	C38006	C	242	JMP B0
066D	FE0E		243 B14:	CPI 14
066F	C27806	C	244	JNZ B15
0672	210000	E	245	LXI H,FRA14
0675	C38006	C	246	JMP B0
0678	FE0F		247 B15:	CPI 15
067A	C29B06	C	248	JNZ B18
067D	210000	E	249	LXI H,FRA15
0680	3EA3		250 B0:	MVI A,0A3H ;BLANKEA EL DISPLAY
0682	320000	E	251	STA DISC
0685	3E90		252	MVI A,90H ;SE INICIALIZA RAM DE 8279
0687	7E		253 B17:	MOV A,M ;SE ESCRIBE EN LA RAM DEL 8279
0688	320000	E	254	STA DISD
068B	04		255	INR B ;INCREMENTA CONTADOR DE CARACTERES
068C	78		256	MOV A,B ;ES IGUAL A 16?
068D	FE10		257	CPI 16
068F	CA9606	C	258	JZ B16 ;SALTA A B16
0692	23		259	INX H ;INCREMENTA LOS REG. H-L
0693	C38706	C	260	JMP B17
0696	3EA0		261 B16:	MVI A,0A0H ;DESBLANKEA DISPLAY
0698	320000	E	262	STA DISC
069B	C9		263 B18:	RET
			264 ;	
			265 ;*****	
			266 ;	
			267 ;SUBROUTINA QUE VISUALIZA 2 NUMEROS (DECENA Y UNIDAD) EN EL DISPLAY ,DE	
			268 ;FORMA SECUENCIAL Y ENTRANDO POR LA DERECHA	
			269 ;	

LOC	OBJ		LINE	SOURCE STATEMENT
069C	3A0000	E	270	VISUA1: LDA CVIS ;CARGA ACC CON CONTROL DE VISUALIZACION
069F	F600		271	ORI 00 ;SE COMPRUEBA SI ES 0
06A1	CAD106	C	272	JZ C1
06A4	3A0000	E	273	LDA RVIS ;SE CARGA ACC CON REGISTRO DE VISUALIZACION
06A7	E6F0		274	ANI 0F0H ;SE LIMPIA LA UNIDAD
06A9	47		275	MOV B,A ;SE PONE REG DE VISUALIZACION EN REG B
06AA	3A0000	E	276	LDA TECLA ;SE CARGA ACC CON TECLA
06AD	B0		277	ORA B ;SE INCORPORA LA NUEVA UNIDAD
06AE	320000	E	278	STA RVIS ;SE ALMACENA RVIS
06B1	47		279	MOV B,A ;REG DE VISUALIZACION EN REG B
06B2	E60F		280	ANI 0FH ;SE EXTRAE LA UNIDAD
06B4	4F		281	MOV C,A ;UNIDAD EN REG C
06B5	78		282	MOV A,B ;
06B6	0F		283	RRC ;ROTA 4 VECES PARA OBTENER LA DECENA
06B7	0F		284	RRC
06B8	0F		285	RRC
06B9	0F		286	RRC
06BA	E60F		287	ANI 0FH ;EN ACC ESTA LA DECENA
06BC	57		288	MOV D,A ;DECENA EN REG D
06BD	3E9E		289	MVI A,9EH ;SE POSICIONA LA RAM DE 8279
06BF	320000	E	290	STA DISC
06C2	210000	E	291	LXI H,DISD ;DIRECCION DE 8279
06C5	72		292	MOV M,D ;SE VISUALIZA DECENA
06C6	71		293	MOV M,C ;SE VISUALIZA UNIDAD
06C7	3A0000	E	294	LDA RVIS ;SE PREPARA RVIS PARA LA ENTRADA DEL PROXIMO NUMERO
06CA	07		295	RLC
06CB	07		296	RLC
06CC	07		297	RLC
06CD	07		298	RLC
06CE	320000	E	299	STA RVIS ;SE ALMACENA REG DE VISUALIZACION

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
06D1	C9	300	C1: RET
		301	;
		302	*****
		303	;
		304	;SUBROUTINA QUE ME CONVIERTE UN NUMERO COMPENDIDO ENTRE 0 Y 20 DE BINARIO
		305	;A CODIGO ASCII.
		306	;SE PARTE DE QUE EL DATO EN BINARIO ESTA EN EL ACC Y EL RESULTADO EN LOS
		307	;REGISTROS B(DECENA) Y C(UNIDAD).
		308	;
06D2	FE0A	309	BIASCII: CPI 10 ;SE MIRA SI DATO EN ACC ES > 9
06D4	DAE806	C 310	JC E1 ;SI ES 9 O MENOR SALTA
06D7	FE10	311	CPI 16 ;SE MIRA SI ES > 15
06D9	DAF006	C 312	JC E2 ;SALTA SI ES MENOR O IGUAL A 15
06DC	FE14	313	CPI 20
06DE	DAFA06	C 314	JC E3 ;SALTA SI ES MENOR QUE 20
06E1	0632	315	MVI B,32H ;ES 20
06E3	0E30	316	MVI C,30H
06E5	C30107	C 317	JMP ERET ;RETORNA
06E8	0630	318	E1: MVI B,30H ;0 EN ASCII
06EA	C630	319	ADI 30H ;OBTIENE CARACTER EN ASCII
06EC	4F	320	MOV C,A ; CARACTER EN REG C
06ED	C30107	C 321	JMP ERET
06F0	0631	322	E2: MVI B,31H ;'1' EN ASCII
06F2	C626	323	ADI 26H ;CONVIERTE DATO EN BCD
06F4	E63F	324	ANI 3FH
06F6	4F	325	MOV C,A
06F7	C30107	C 326	JMP ERET
06FA	0631	327	E3: MVI B,31H ;'1'EN ASCII
06FC	E60F	328	ANI 0FH
06FE	C636	329	ADI 36H ;DATO EN ASCII

```

LOC  OBJ          LINE      SOURCE STATEMENT
0700  4F          330          MOV      C,A
0701  C9          331  ERET:    RET
          332 ;
          333 ;*****
          334 ;
          335 ;SUBROUTINA QUE VISUALIZA LA FRASE "RUTA" Y EL NUMERO DE RUTA POR LA QUE SE VA.
          336 ;
0702  2A0000      E  337  RUTA:    LHLD     MRUTA    ;SE OBTIENE DIRECCION DE MEMORIA DE RUTA
0705  7E          338          MOV      A,M      ;SE OBTIENE DATO DE LA RUT
0706  0F          339          RRC          ;ROTA 4 VECES
0707  0F          340          RRC
0708  0F          341          RRC
0709  0F          342          RRC
070A  E60F       343          ANI      0FH
070C  4F          344          MOV      C,A      ;NUMERO DE RUTA EN REG C
070D  3E03       345          MVI     A,03      ;VISUALIZA LA FRASE 3
070F  320000      E  346          STA     NFRASE
0712  CDD905      C  347          CALL   VISUA
0715  3E9E       348          MVI     A,9EH    ;SE POSICIONA LA RAM DE 8279
0717  320000      E  349          STA     DISC
071A  79          350          MOV      A,C      ;VISUALIZA NUMERO DE RUTA
071B  F630       351          ORI     30H      ;DATO EN ASCII
071D  320000      E  352          STA     DISD    ;
0720  C9          353          RET
          354 ;
          355 ;*****
          356 ;
          357 ;SUBROUTINA QUE ENVIA AL MAGNAVOX EL CODIGO DE IMPRIMIR.
          358 ;
0721  210000      E  359  PRINT:  LXI     H,MTX    ;SE ENVIA CODIGO DE IMPRIMIR
    
```



LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0724	3637	360	MVI M, '7'
0726	23	361	INX H
0727	3630	362	MVI M, '0'
0729	23	363	INX H
072A	363C	364	MVI M, '<'
072C	CD3007	C 365	CALL TX
072F	C9	366	RET
		367	;
		368	*****
		369	;
		370	;SUBROUTINA QUE LLEVA LA GESTION DEL PROTOCOLO CUANDO SE TRANSMITE CON LA USART.
		371	;SE TRANSMITE LOS CARACTERES QUE ESTAN EN 3 POSICIONES DE MEMORIA DETERMINADAS.
		372	;
0730	0E03	373 TX:	MVI C, 3 ;CONTADOR
0732	3E01	374	MVI A, 01H ;SE PREPARA USART PARA TRANSMITIR
0734	320000	E 375	STA USARC
0737	210000	E 376	LXI H, MTX ;CARGA H-L CON DIRECCION DE PRIMER CARACTER A ENVIAR
073A	3A0000	E 377 L1:	LDA USARC ;TX LISTO ?
073D	E601	378	ANI 01H ;
073F	CA3A07	C 379	JZ L1 ;TX NO LISTO
0742	7E	380	MOV A, M
0743	320000	E 381	STA USARD ;ENVIA EL CARACTER
0746	23	382	INX H ;INCREMENTA POSICION DE MEMORIA
0747	0D	383	DCR C ;DECREMENTA CONTADOR
0748	C23A07	C 384	JNZ L1
074B	3E04	385	MVI A, 04H ;SE DEJA LA USART EN MODO RECEPCION
074D	320000	E 386	STA USARC
0750	C9	387	RET
		388	END

PUBLIC SYMBOLS

INT55 C 0460 PRINT C 0721 RUTA C 0702 TX C 0730 VISUA C 05D9

EXTERNAL SYMBOLS

ANGULO E 0000	CONEX E 0000	CPRINT E 0000	CVIS E 0000	DISC E 0000	DISD E 0000
FRA10 E 0000	FRA11 E 0000	FRA12 E 0000	FRA13 E 0000	FRA14 E 0000	FRA15 E 0000
FRA3 E 0000	FRA4 E 0000	FRA5 E 0000	FRA6 E 0000	FRA7 E 0000	FRA8 E 0000
INICIO E 0000	MEMOTI E 0000	MRUTA E 0000	MTX E 0000	NFRASE E 0000	RUTA1 E 0000
SENSIB E 0000	SPEED E 0000	TECLA E 0000	USARC E 0000	USARD E 0000	

USER SYMBOLS

ANGULO E 0000	B0 C 0680	B10 C 0641	B11 C 064C	B12 C 0657	B13 C 0662
B15 C 0678	B16 C 0696	B17 C 0687	B18 C 069B	B2 C 05E9	B3 C 05F4
B5 C 060A	B6 C 0615	B7 C 0620	B8 C 062B	B9 C 0636	BIASCI C 06D2
CNTL C 0595	CONEX E 0000	CPRINT E 0000	CVIS E 0000	D1 C 0465	D10 C 0551
D12 C 057C	D13 C 0585	D14 C 053D	D2 C 04AB	D20 C 05AA	D21 C 05AD
D23 C 05BE	D24 C 05D4	D3 C 04C3	D4 C 04D3	D5 C 04EE	D6 C 04FE
D8 C 052B	D9 C 0532	DISC E 0000	DISD E 0000	DRET C 05C9	E1 C 06E8
E3 C 06FA	ERET C 0701	FRA1 E 0000	FRA10 E 0000	FRA11 E 0000	FRA12 E 0000
FRA14 E 0000	FRA15 E 0000	FRA2 E 0000	FRA3 E 0000	FRA4 E 0000	FRA5 E 0000
FRA7 E 0000	FRA8 E 0000	FRA9 E 0000	INICIO E 0000	INT55 C 0460	L1 C 073A
MRUTA E 0000	MTX E 0000	NFRASE E 0000	PORTB A 0032	PRINT C 0721	RUTA C 0702
RVIS E 0000	SENSIB E 0000	SPEED E 0000	TECLA E 0000	TX C 0730	USARC E 0000
VISUA C 05D9	VISUA1 C 069C				

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

FRA1	E	0000
FRA2	E	0000
FRA9	E	0000
RVIS	E	0000

B14	C	066D
B4	C	05FF
C1	C	06D1
D11	C	0555
D22	C	05B3
D7	C	0560
E2	C	06F0
FRA13	E	0000
FRA6	E	0000
MEMOTI	E	0000
UTA1	E	0000
USARD	E	0000

ASM80 INT65 MOD85 DEBUG PAGELENGTH(41)

ISIS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V4.0 MODULE PAGE 1

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1	%MACROFILE
		2	PUBLIC INT65, CONEX, INT75, TRAP
		3	EXTRN CONT, CONT1, USARC, USARD, MRUTA, NFRASE
		4	EXTRN HDG, MTX, TX, VISUA, DISC, MRUMBO, RUMBO1
		5	EXTRN SPEED, PRINT, DISD, A1, RUTA
		6	CSEG
0033		7	PORTC SET 33H
0032		8	PORTB SET 32H
		9	;
		10	*****
		11	;
		12	%MACRO QUE COMPARA LOS CARACTER QUE SE LEEN DEL MAGNAVOX.
		13	;
		14	PREGUN MACRO CAR, A1, B1, C1
-		15	LDA USARD ;LEE USART
-		16	CPI CAR ;ES CARACTER?
-		17	JZ C1
-		18	MVI A, B1 ;NO ES CARACTER
-		19	STA CONT
-		20	JMP FRET
-		21	C1: MVI A, A1
-		22	STA CONT
-		23	JMP FRET
		24	ENDM
0751		25	ORG 751H
		26	;
		27	*****
		28	;
		29	%SUBROUTINA QUE ATIENDE A LA INT 6.5.

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		30	:SE ACTIVA CUANDO EL MAGNAVOX ENVIA DATOS A TRAVES DE LA SALIDA POR IMPRESORA.
		31	;
0751	F5	32	INT65: PUSH PSW
0752	C5	33	PUSH B
0753	D5	34	PUSH D
0754	F5	35	PUSH H
0755	3A0000	E 36	LDA CONT ;SE CARGA ACC CON CONT
0758	FE05	37	CPI 5 ;SE MIRA VALOR DE CONT
075A	D27407	C 38	JNC MITAD
075D	FE00	39	CPI 0
075F	CA9507	C 40	JZ F0
0762	FE01	41	CPI 1
0764	CAAD07	C 42	JZ F1
0767	FE02	43	CPI 2
0769	CAC507	C 44	JZ F2
076C	FE03	45	CPI 3
076E	CADD07	C 46	JZ F3
0771	C3F507	C 47	JMP F4
0774	FE06	48	MITAD: CPI 6
0776	CA3308	C 49	JZ F6
0779	FE08	50	CPI 8
077B	CAAB08	C 51	JZ F8
077E	FE09	52	CPI 9
0780	CAC008	C 53	JZ F9
0783	FE0A	54	CPI 10
0785	CAD808	C 55	JZ F10
0788	FE0B	56	CPI 11
078A	CAF008	C 57	JZ F11
078D	FE0C	58	CPI 12
078F	CA0A09	C 59	JZ F12

LOC	OBJ		LINE	SOURCE STATEMENT
0792	034809	C	60	JMP FRET
			61 F0:	PREGUN 'A',1,0,G0
0795	3A0000	E	62+	LDA USARD ;LEE USART
0798	FE41		63+	CPI 'A' ;ES CHARACTER?
079A	CAA507	C	64+	JZ G0
079D	3E00		65+	MVI A,0 ;NO ES CHARACTER
079F	320000	E	66+	STA CONT
07A2	034809	C	67+	JMP FRET
07A5	3E01		68+G0:	MVI A,1
07A7	320000	E	69+	STA CONT
07AA	034809	C	70+	JMP FRET
			71 F1:	PREGUN 'L',2,0,G1
07AD	3A0000	E	72+	LDA USARD ;LEE USART
07B0	FE4C		73+	CPI 'L' ;ES CHARACTER?
07B2	CARD07	C	74+	JZ G1
07B5	3E00		75+	MVI A,0 ;NO ES CHARACTER
07B7	320000	E	76+	STA CONT
07BA	034809	C	77+	JMP FRET
07BD	3E02		78+G1:	MVI A,2
07BF	320000	E	79+	STA CONT
07C2	034809	C	80+	JMP FRET
			81 F2:	PREGUN 'R',3,0,G2
07C5	3A0000	E	82+	LDA USARD ;LEE USART
07C8	FE52		83+	CPI 'R' ;ES CHARACTER?
07CA	CAD507	C	84+	JZ G2
07CD	3E00		85+	MVI A,0 ;NO ES CHARACTER
07CF	320000	E	86+	STA CONT
07D2	034809	C	87+	JMP FRET
07D5	3E03		88+G2:	MVI A,3
07D7	320000	E	89+	STA CONT

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
07DA	C34809	C 90+	JMP FRET
		91 F3:	PREGUN 20H,4,0,G3
07DD	3A0000	E 92+	LDA USARD ;LEE USART
07E0	FE20	93+	CPI 20H ;ES CHARACTER?
07E2	CAED07	C 94+	JZ G3
07E5	3E00	95+	MVI A,0 ;NO ES CHARACTER
07E7	320000	E 96+	STA CONT
07EA	C34809	C 97+	JMP FRET
07ED	3E04	98+G3:	MVI A,4
07EF	320000	E 99+	STA CONT
07F2	C34809	C 100+	JMP FRET
07F5	3A0000	E 101 F4:	LDA USARD ;LEE USART
07F8	FE46	102	CPI 'F' ;ES F?
07FA	CA0008	C 103	JZ G4
07FD	C30808	C 104	JMP F5
0800	3E06	105 G4:	MVI A,6
0802	320000	E 106	STA CONT
0805	C34809	C 107	JMP FRET
0808	3A0000	E 108 F5:	LDA USARD ;LEE USART
080B	FE52	109	CPI 'R' ;ES R?
080D	CA1308	C 110	JZ G5 ;SI
0810	C38308	C 111	JMP F7
0813	3E06	112 G5:	MVI A,6
0815	320000	E 113	STA CONT
0818	2A0000	E 114	LHLD MRUTA ;OBTIENE DIRECCION DE INFOR. DE RUTA
081B	23	115	INX H ;SE MIRA LA PROXIMA RUTA
081C	7E	116	MOV A,M
081D	E60F	117	ANI 0FH
081F	CA2508	C 118	JZ F20 ;NO HAY PROXIMA RUTA
0822	C34809	C 119	JMP FRET

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0825	3E04	120 F20:	MVI A, 4 ;SE VISUALIZA FRASE 4
0827	320000	E 121	STA NFRASE
082A	CD0000	E 122	CALL VISUA
082D	3E0A	123	MVI A,0AH ;SE ENMASCARAN LAS INT 6.5
082F	30	124	SIM
0830	C34809	C 125	JMP FRET
0833	3A0000	E 126 F6:	LDA USARD ;LEE USART
0836	FE43	127	CPI 'C' ;ES C ?
0838	CA7008	C 128	JZ G6 ;SI
083B	210000	E 129	LXI H,CONT1 ;CARGA H,L CON DIR. DE CONT1
083E	34	130	INR M ;INCREMENTA CONT1
083F	7E	131	MOV A,M
0840	FE05	132	CPI 5 ;CONT1 = 5 ?
0842	CA4808	C 133	JZ CONEX ;SI
0845	C34809	C 134	JMP FRET ;NO
0848	CD4E09	C 135 CONEX:	CALL RUMGOB ;CALCULA RUMBO A GOBERNAR
084B	3E00	136	MVI A,00 ;INICIALIZA CONT1
084D	320000	E 137	STA CONT1
0850	3E08	138 F22:	MVI A,08 ;CONT1 = 8
0852	320000	E 139	STA CONT
0855	3E01	140	MVI A,01H ;SE PREPARA USART PARA TRANSMITIR
0857	320000	E 141	STA USARC
085A	3A0000	E 142 F21:	LDA USARC ;LEE ESTADO DE USART
085D	E601	143	ANI 01H ;TX LISTO ?
085F	CA5A08	C 144	JZ F21 ;TX NO LISTO
0862	3E3B	145	MVI A,';' ;CODIGO QUE DESACTIVA ALARMA DEL MAGNAVOX
0864	320000	E 146	STA USARD
0867	CD0000	E 147	CALL PRINT ;CODIGO DE IMPRESION
086A	3E00	148	MVI A,80H ;DESENMASCARA LA INT 6.5
086C	30	149	SIM

LOC	OBJ		LINE	SOURCE STATEMENT
086D	C34809	C	150	JMP FRET
0870	2A0000	E	151 G6:	LHLD MRUTA ;OBTIENE DIRECCION DE INFORMACION DE RUTA
0873	23		152	INX H ;SE MIRA PROXIMA RUTA
0874	7E		153	MOV A,M
0875	E60F		154	ANI 0FH
0877	CA2508	C	155	JZ F20 ;SI ES ULTIMA RUTA SE VISUALIZA FRASE 4
087A	220000	E	156	SHLD MRUTA ;SE GUARDA DIRECCION DE INFORMACION DE RUTA
087D	0D4E09	C	157	CALL RUMGOB ;SE CALCULA RUMBO DE GOBIERNO
0880	C35008	C	158	JMP F22
0883	3A0000	E	159 F7:	LDA USARD ;LEE USART
0886	FE43		160	CPI 'C' ;ES C ?
0888	CA7008	C	161	JZ G6 ;SI ES C CALCULA RUMBO DE GOBIERNO
088B	210000	E	162	LXI H,CONT1 ;INCREMENTA CONT1
088E	34		163	INR M
088F	7E		164	MOV A,M ;CONT1 = 5 ?
0890	FE05		165	CPI 5
0892	CA9D08	C	166	JZ F23 ;SI
0895	3E04		167	MVI A,4 ;NO
0897	320000	E	168	STA CONT ;CONT=4
089A	C34809	C	169	JMP FRET
089D	3E0A		170 F23:	MVI A,0AH ;SE ENMASCARA INT 6.5
089F	30		171	SIM
08A0	3E00		172	MVI A,00H ;INICIALIZA CONT1
08A2	320000	E	173	STA CONT1
08A5	C34809	C	174	JMP FRET
			175 F6:	PREGUN 'S',9,8,G8
08A6	3A0000	E	176+	LDA USARD ;LEE USART
08AB	FE53		177+	CPI 'S' ;ES CARACTER?
08AD	CA8808	C	178+	JZ G8
08B0	3E08		179+	MVI A,8 ;NO ES CARACTER

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
08B2	320000	E 180+	STA CONT
08B5	034809	C 181+	JMP FRET
08B8	3E09	182+G9:	MVI A,9
08BA	320000	E 183+	STA CONT
08BD	034809	C 184+	JMP FRET
		185 F9:	PREGUN 'E',10,8,G9
08C0	3A0000	E 186+	LDA USARD ;LEE USART
08C3	FE45	187+	CPI 'E' ;ES CHARACTER?
08C5	CAD008	C 188+	JZ G9
08C8	3E08	189+	MVI A,8 ;NO ES CHARACTER
08CA	320000	E 190+	STA CONT
08CD	034809	C 191+	JMP FRET
08D0	3E0A	192+G9:	MVI A,10
08D2	320000	E 193+	STA CONT
08D5	034809	C 194+	JMP FRET
		195 F10:	PREGUN 'T',11,8,G10
08D8	3A0000	E 196+	LDA USARD ;LEE USART
08DB	FE54	197+	CPI 'T' ;ES CHARACTER?
08DD	CAE808	C 198+	JZ G10
08E0	3E08	199+	MVI A,8 ;NO ES CHARACTER
08E2	320000	E 200+	STA CONT
08E5	034809	C 201+	JMP FRET
08E8	3E0B	202+G10:	MVI A,11
08EA	320000	E 203+	STA CONT
08ED	034809	C 204+	JMP FRET
08F0	210000	E 205 F11:	LXI H,CONT1 ;INCREMENTA CONT1
08F3	34	206	INR M
08F4	7E	207	MOV A,M
08F5	FE11	208	CPI 17 ;CONT1 =17 ?
08F7	CAF008	C 209	JZ F24 ;SI

LOC	OBJ		LINE	SOURCE STATEMENT
08FA	C34809	C	210	JMP FRET ;NO
08FD	3E0C		211 F24:	MVI A,12 ;CONT = 12
08FF	320000	E	212	STA CONT
0902	3E00		213	MVI A,00 ;INICIALIZA CONT1
0904	320000	E	214	STA CONT1
0907	C34809	C	215	JMP FRET
090A	240000	E	216 F12:	LHLD MRUMBO ;DIRECCION DE INFORMACION DE RUMBO
090D	340000	E	217	LDA USARD ;LEE USART
0910	77		218	MOV M,A ;COLOCA EM MEMORIA EL DATO
0911	23		219	INX H ;INCREMENTA H-L
0912	220000	E	220	SHLD MRUMBO
0915	210000	E	221	LXI H,CONT1 ;INCREMENTA CONT1
0918	34		222	INR M
0919	7E		223	MOV A,M ;CONT1 =5 ?
091A	FE05		224	CPI 5
091C	CA2209	C	225	JZ F25 ;SI
091F	C34809	C	226	JMP FRET ;NO
0922	2A0000	E	227 F25:	LHLD MRUMBO ;DIRECCION DE INFORMACION DE RUMBO
0925	2B		228	DCX H ;SE MIRA SI EL CUARTO CARACTER ES UN PUNTO
0926	2B		229	DCX H
0927	7E		230	MOV A,M
0928	FE2E		231	CPI '.'
092A	CA3D09	C	232	JZ F26 ;HAY PUNTO
092D	3E0F		233	MVI A,15 ;NO HAY PUNTO ,NO HAY RUMBO
092F	320000	E	234	STA NFRASE ;SE VISUALIZA FRASE 15
0932	0D0000	E	235	CALL VISUA
0935	3E01		236	MVI A,1 ;SPEED =1
0937	320000	E	237	STA SPEED
093A	C34509	C	238	JMP F27
093D	3E3E		239 F26:	MVI A,'>' ;CODIGO DEL PUNTO DECIMAL DEL MAGNAVOX

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
093F	77	240	MOV M,A
0940	3E01	241	MVI A,1 ;HDG =1
0942	320000	E 242	STA HDG
0945	3E0A	243 F27:	MVI A,0AH ;SE ENMASCARA LA INT 6.5
0947	30	244	SIM
0948	E1	245 FRET:	POP H
0949	D1	246	POP D
094A	C1	247	POP B
094B	F1	248	POP PSW
094C	FB	249	EI
094D	C9	250	RET
		251 ;	
		252 ;*****	
		253 ;	
		254 ;SUBROUTINA QUE ENVIA HACIA EL MAGNAVOX LOS CODIGOS NECESARIOS PARA QUE CALCULE	
		255 ;EL "RUMBO A GOBERNAR"	
		256 ;	
094E	210000	E 257	RUMGOB: LXI H,MTX ;SE ENVIA EL CODIGO "61" O "60" DEPENDIEN-
0951	3636	258	MVI M,'6' ;TE DE SI ES RL O GC RESPECTIVAMENTE
0953	2A0000	E 259	LHLD MRUTA ;SE MIRA INFORMACION DE RUTA
0956	7E	260	MOV A,M
0957	E60F	261	ANI 0FH
0959	FE02	262	CPI 2
095B	CA6309	C 263	JZ H1 ;ES GC
095E	3E31	264	MVI A,'1' ;ES RL
0960	C36509	C 265	JMP H2
0963	3E30	266 H1:	MVI A,'0'
0965	210000	E 267 H2:	LXI H,MTX
0968	23	268	INX H
0969	77	269	MOV M,A

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
096A	23	270	INX H
096B	3E30	271	MVI A, '<'
096D	0D0000	E 272	CALL TX
0970	2A0000	E 273	LHLD MRUTA ;SE MIRA POR QUE NUMERO DE RUTA SE VA
0973	7E	274	MOV A,M
0974	0F	275	RRC
0975	0F	276	RRC
0976	0F	277	RRC
0977	0F	278	RRC
0978	E60F	279	ANI 0FH ;SE OBTIENE NUMERO DE RUTA
097A	F630	280	ORI 30H ;NUMERO DE RUTA EN ASCII
097C	47	281	MOV B,A
097D	210000	E 282	LXI H,MTX
0980	3630	283	MVI M, '0'
0982	23	284	INX H
0983	70	285	MOV M,B
0984	23	286	INX H
0985	3630	287	MVI M, '<'
0987	0D0000	E 288	CALL TX
098A	210000	E 289	LXI H,MTX ;SE ENVIA EL CODIGO 58
098D	3635	290	MVI M, '5'
098F	23	291	INX H
0990	3638	292	MVI M, '8'
0992	23	293	INX H
0993	363C	294	MVI M, '<'
0995	0D0000	E 295	CALL TX
0998	09	296	RET
		297	;
		298	;*****
		299	;

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		300	;SUBROUTINA QUE ATIENDE A LA INTERRUPCION INT 7.5
		301	;SE ACTIVA CUANDO SE PRODUCE UNA ALERTA DE NAVEGACION EN EL MAGNAVOX.
		302	;
0999	F5	303	INT75: PUSH PSW
099A	C5	304	PUSH B
099B	D5	305	PUSH D
099C	E5	306	PUSH H
099D	3E00	307	MVI A,00H ;SE INICIALIZA CONTADORES
099F	320000	E 308	STA CONT
09A2	320000	E 309	STA CONT1
09A5	210000	E 310	LXI H,RUMBO1 ;CARGA H-L CON DIRECCION RUMBO1
09A8	220000	E 311	SHLD MRUMBO
09AB	CD0000	E 312	CALL PRINT
09AE	3E08	313	MVI A,08H ;SE DESNMASCARA INT 6.5
09B0	30	314	SIM
09B1	E1	315	POP H
09B2	D1	316	POP D
09B3	C1	317	POP B
09B4	F1	318	POP PSW
09B5	FB	319	EI
09B6	C9	320	RET
		321	;
		322	;*****
		323	;
		324	;SURUTINA QUE PROPORCIONA UN RETRASO DE APROX. IGUAL A 0.75 SEGUNDOS.
		325	;
09B7	06FF	326	DELAY: MVI B,0FFH
09B9	0EFF	327	L2: MVI C,0FFH
09BB	0D	328	L1: DCR C
09BC	C2BB09	C 329	JNZ L1

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
09BF	05	330	DCR B
09C0	C2B909	C 331	JNZ L2
09C3	C9	332	RET
		333	;
		334	*****
		335	;
		336	;SUBROUTINA QUE ATIENDE A LA INTERRUPCION TRAP.
		337	;SE ACTIVA CUANDO HAY UN OBJETO QUE ES PELIGROSO PARA LA NAVEGACION DEL BARCO.
		338	;
09C4	F5	339	TRAP: PUSH PSW
09C5	C5	340	PUSH B
09C6	D5	341	PUSH D
09C7	E5	342	PUSH H
09C8	DB33	343	IN PORTC ;SE LEE EL PORTC
09CA	E638	344	ANI 38H ;SE OBTIENE BITS 3,4 Y 5
09CC	0F	345	RRC
09CD	0F	346	RRC
09CE	0F	347	RRC
09CF	CDB709	C 348	CALL DELAY ;RETRASO DE 2 SEGUNDO
09D2	CDB709	C 349	CALL DELAY
09D5	CDB709	C 350	CALL DELAY
09D8	FE07	351	CPI 7 ;SI ES 7 ,HA SIDO FALSA ALARMA
09DA	CA770A	C 352	JZ K7
09DD	47	353	MOV B,A ;PARA TIMON
09DE	3E00	354	MVI A,00H
09E0	D332	355	OUT PORTB
09E2	78	356	MOV A,B
09E3	FE06	357	CPI 6
09E5	CAFF09	C 358	JZ K6 ;PELIGRO, BABOR
09E8	FE05	359	CPI 5

LOC	OBJ		LINE	SOURCE STATEMENT		
09EA	CA0A0A	C	360	JZ	K5	; PELIGRO, ESTRIBOR
09ED	FE04		361	CPI	4	
09EF	CA150A	C	362	JZ	K4	; PELIGRO, PROA
09F2	FE03		363	CPI	3	
09F4	CA200A	C	364	JZ	K3	; PELIGRO, POPA
09F7	FE02		365	CPI	2	;
09F9	CA2B0A	C	366	JZ	K2	; PELIGRO, RADAR
09FC	C3360A	C	367	JMP	K1	; PELIGRO EN GENERAL
09FF	3E09		368	MVI	A,9	; VISUALIZA FRASE 9
0A01	320000	E	369	STA	NFRASE	
0A04	CD0000	E	370	CALL	VISUA	
0A07	C33E0A	C	371	JMP	K8	
0A0A	3E0A		372	MVI	A,10	; VISUALIZA FRASE 10
0A0C	320000	E	373	STA	NFRASE	
0A0F	CD0000	E	374	CALL	VISUA	
0A12	C33E0A	C	375	JMP	K8	
0A15	3E0B		376	MVI	A,11	; VISUALIZA FRASE 11
0A17	320000	E	377	STA	NFRASE	
0A1A	CD0000	E	378	CALL	VISUA	
0A1D	C33E0A	C	379	JMP	K8	
0A20	3E0C		380	MVI	A,12	; VISUALIZA FRASE 12
0A22	320000	E	381	STA	NFRASE	
0A25	CD0000	E	382	CALL	VISUA	
0A28	C33E0A	C	383	JMP	K8	
0A2B	3E0D		384	MVI	A,13	; VISUALIZA FRASE 13
0A2D	320000	E	385	STA	NFRASE	
0A30	CD0000	E	386	CALL	VISUA	
0A33	C33E0A	C	387	JMP	K8	
0A36	3E0E		388	MVI	A,14	; VISUALIZA FRASE 14
0A38	320000	E	389	STA	NFRASE	

LOC	OBJ		LINE	SOURCE STATEMENT
0A38	CD0000	E	390	CALL VISUA
0A3E	3EA0		391	K8: MVI A,0A0H ;DESBLANQUEA EL DISPLAY
0A40	320000	E	392	STA DISC
0A43	CDB709	C	393	CALL DELAY ;SE MANTIENE LA FRASE UN SEGUNDO
0A46	CDB709	C	394	CALL DELAY ;
0A49	3EA3		395	MVI A,0A3H ;SE BLANQUEA EL DISPLAY
0A4B	320000	E	396	STA DISC
0A4E	CDB709	C	397	CALL DELAY ;SE MANTIENE UN SEG. EL BLANQUEO
0A51	CDB709	C	398	CALL DELAY
0A54	3A0000	E	399	LDA DISC ;SE MIRA SI HAY TECLA PULSADA
0A57	E607		400	ANI 07H
0A59	CA3E0A	C	401	JZ K8 ;NO HAY TECLA PULSADA
0A5C	3A0000	E	402	LDA DISC ;MIRA SI TECLA ES CNTL2
0A5F	4F		403	MOV C,A ;GUARDA TECLA DATO EN C
0A60	E680		404	ANI 80H ;SE OBTIENE BIT 7
0A62	C23E0A	C	405	JNZ K8 ;NO ESTA CNTL PULSADO
0A65	79		406	MOV A,C ;CORRECCION SOFT. DE TECLA
0A66	57		407	MOV D,A
0A67	E603		408	ANI 03H
0A69	47		409	MOV B,A
0A6A	7A		410	MOV A,D
0A6B	0F		411	RRC
0A6C	E60C		412	ANI 0CH
0A6E	50		413	ORA B
0A6F	FE02		414	CPI 2
0A71	CA7E0A	C	415	JZ K9 ;ESTA PULSADA CNTL 2
0A74	C33E0A	C	416	JMP K8
0A77	E1		417	K7: POP H
0A78	D1		418	POP D
0A79	C1		419	POP B

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0A7A	F1	420	POP PSW
0A7B	C3890A	C 421	JMP KRET
0A7E	E1	422 K9:	POP H ;SE RECOLOCA EL STACK POINTER
0A7F	E1	423	POP H
0A80	E1	424	POP H
0A81	E1	425	POP H
0A82	CD0000	E 426	CALL RUTA ;SE VISUALIZA NUMERO DE RUTA
0A85	210000	E 427	LXI H,A1 ;RETORNA AL PRINCIPIO DE PILOTO AUTO.
0A88	E3	428	XTHL
0A89	FB	429 KRET:	EI
0A8A	C9	430	RET
		431	END

PUBLIC SYMBOLS

CONEX C 0848 INT65 C 0751 INT75 C 0999 TRAP C 09C4

EXTERNAL SYMBOLS

A1	E 0000	CONT	E 0000	CONT1	E 0000	DISC	E 0000	DISD	E 0000	HDG	E 0000
MRUTA	E 0000	MTX	E 0000	NFRASE	E 0000	PRINT	E 0000	RUMBO1	E 0000	RUTA	E 0000
TX	E 0000	USARC	E 0000	USARD	E 0000	VISUA	E 0000				

USER SYMBOLS

A1	E 0000	CONEX	C 0848	CONT	E 0000	CONT1	E 0000	DELAY	C 09B7	DISC	E 0000
F0	C 0795	F1	C 07AD	F10	C 08DB	F11	C 08F0	F12	C 090A	F2	C 07C5
F21	C 085A	F22	C 0850	F23	C 089D	F24	C 08FD	F25	C 0922	F26	C 093D
F3	C 07DD	F4	C 07F5	F5	C 0808	F6	C 0833	F7	C 0883	F8	C 08A8
FRET	C 0948	G0	C 07A5	G1	C 07BD	G10	C 08E8	G2	C 07D5	G3	C 07ED
G5	C 0213	G6	C 0870	G8	C 08BB	G9	C 08D0	H1	C 0963	H2	C 0965
INT65	C 0751	INT75	C 0999	K1	C 0A36	K2	C 0A2B	K3	C 0A20	K4	C 0A15

K6	C 09FF	K7	C 0A77	K8	C 0A3E	K9	C 0A7E	KRET	C 0A89	L1	C 098B
MITAD	C 0774	MRUMBO	E 0000	MRUTA	E 0000	MTX	E 0000	NFRASE	E 0000	PORTB	A 0032
PREGUN	+ 0000	PRINT	E 0000	RUMBO1	E 0000	RUMGOB	C 094E	RUTA	E 0000	SPEED	E 0000
TX	E 0000	USARC	E 0000	USARD	E 0000	VISUA	E 0000				

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

MRUMBO	E 0000		
SPEED	E 0000	L2	C 09B9
		PORTC	A 0033
		TRAP	C 09C4
DISD	E 0000		
F20	C 0825		
F27	C 0945		
F9	C 08C0		
G4	C 0800		
H0G	E 0000		
K5	C 0A0A		

ISIS-II OBJECT LINKER V3.0 INVOKED BY:
-LINK INIPIL.OBJ,INT55.OBJ,INT65.OBJ TO SISTEM MAP PRINT(:LP:)

LINK MAP OF MODULE SISTEM
WRITTEN TO FILE :F0:SISTEM
MODULE IS NOT A MAIN MODULE

SEGMENT INFORMATION:

START	STOP	LENGTH	REL	NAME
		11D9H	B	CODE
0000H	0002H	3H	A	ABSOLUTE
0024H	0026H	3H	A	ABSOLUTE
002CH	002EH	3H	A	ABSOLUTE
0034H	0036H	3H	A	ABSOLUTE
003CH	003EH	3H	A	ABSOLUTE
0040H	00AFH	70H	A	ABSOLUTE
00B0H	011FH	70H	A	ABSOLUTE
0120H	012FH	10H	A	ABSOLUTE
0140H	01B8H	79H	A	ABSOLUTE
01B9H	0230H	78H	A	ABSOLUTE
0231H	02ABH	78H	A	ABSOLUTE
02A9H	0320H	78H	A	ABSOLUTE
0321H	0398H	78H	A	ABSOLUTE
0399H	0410H	78H	A	ABSOLUTE
0411H	0457H	47H	A	ABSOLUTE

INPUT MODULES INCLUDED:

:F0:INIPIL.OBJ(MODULE)
:F0:INT55.OBJ(MODULE)
:F0:INT65.OBJ(MODULE)

ISIS-II OBJECT LOCATER V3.0 INVOKED BY:
-LOCATE SYSTEM TO SYSTEM.LOC CODE(460H) MAP PRINT(:LP:)

MEMORY MAP OF MODULE SYSTEM
READ FROM FILE :F0:SYSTEM
WRITTEN TO FILE :F0:SYSTEM.LOC
MODULE IS NOT A MAIN MODULE

START	STOP	LENGTH	REL	NAME
0000H	0002H	3H	A	ABSOLUTE
0024H	0026H	3H	A	ABSOLUTE
002CH	002EH	3H	A	ABSOLUTE
0034H	0036H	3H	A	ABSOLUTE
003CH	003EH	3H	A	ABSOLUTE
0040H	012FH	F0H	A	ABSOLUTE
0140H	0457H	318H	A	ABSOLUTE
0460H	1638H	11D9H	B	CODE
1639H	1644H	CH	B	STACK
1645H	F6BFH	E07BH	B	MEMORY

ANEXO II


```

* ;
* ;*****
* ; COMPROBACION DEL PROGRAMA QUE HACE DE PILOTO AUTOMATICO
* ;*****
* ;
* ; SE INICIALIZA LA SENSIBILIDAD Y EL AJUSTE DE TIMON
* BYTE.SENSIB=1
* BYTE.ANGULO=5
* ;
* BYTE.GIRO=29T
* ; SE COMPRUEBA QUE EL TIMON VA HACIA BABOR
* GO FROM .PILOTO+3 TILL LOCATION .MEMOTI WRITTEN
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=023DH
* ; EN LA POSICION DE MEMORIA MEMOTI HAY 0B
* BYTE.MEMOTI
3004H=0BH
* ; COMPROBACION DEL ANGULO EFECTIVO
* STEP FROM .A5+3 COUNT 6
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=024CH
* ; EL ANGULO EFECTIVO ESTA EN REG. C Y ES IGUAL A 24
* EVALUATE RC
11000Y 300 24T 18H '
* ; COMPROBACION DE LA PARADA DEL TIMON
* BYTE.TIMON=23T
* GO FROM .A5+3 TILL LOCATION .MEMOTI WRITTEN
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=025AH
* ; EN LA POSICION DE MEMORIA MEMOTI TIENE QUE HABER 00
* BYTE.MEMOTI
3004H=00H
* ; COMPROBACION DE QUE EL TIMON VA ESTRIBOR CUANDO LA PROA DEL BARCO
* ; ENCAUCE EL RUMBO
* ;
* BYTE.GIRO=31T
* GO FROM .A8+3 TILL LOCATION .MEMOTI WRITTEN
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=027EH
* ; EN LA POSICION DE MEMORIA MEMOTI TIENE QUE HABER 04

```

```

*BYTE.MEMOTI
3004H=04H
*;COMPROBACION DE QUE EL TIMON SE PARA EN SU POSICION CENTRAL
*BYTE.TIMON=31T
*GO FROM .A11+3 TILL .A1
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=020DH
*;COMPROBACION DE QUE EL TIMON VA ESTRIBOR
*BYTE.GIRO=33T
*GO FROM .PILOTO+3 TILL LOCATION .MEMOTI WRITTEN
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=02B3H
*;EN LA POSICION DE MEMORIA MEMOTI TIENE QUE HABER 04
*BYTE.MEMOTI
3004H=04H
*;COMPROBACION DEL ANGULO EFECTIVO
*STEP FROM .A15+3 COUNT 6
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=02C1H
*;ANGULO EFECTIVO EN REG. C ,TIENE QUE SER IGUAL A 38
*EVALUATE RC
100110Y 460 38T 26H '8'
*;COMPROBACION DE LA PARADA DEL TIMON
*BYTE.TIMON=39T
*GO FROM .A15+3 TILL LOCATION .MEMOTI WRITTEN
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=02D2H
*;EN LA POSICION DE MEMORIA TIENE QUE HABER 00
*BYTE.MEMOTI
3004H=00H
*;COMPROBACION DE QUE EL TIMON VA BABOR CUANDO LA PROA ENCAUCE EL RUMBO
*BYTE.GIRO=31T
*GO FROM .A17+3 TILL LOCATION .MEMOTI WRITTEN
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=02F8H
*;EN LA POSICION DE MEMORIA MEMOTI TIENE QUE HABER 08
*BYTE.MEMOTI
3004H=08H
*;COMPROBACION DE LA PARADA DEL TIMON
*BYTE.TIMON=31T

```



```
*BYTE.TECLA=3
*BYTE.RVIS=24H
*BYTE.CVIS=1
*GO FROM .VISUAL TILL .C1-1
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=0B22H
*;EN LOS REG. DC TIENE QUE HABER 23 Y EN RVIS 32
*RC
03H
*RD
02H
*BYTE.RVIS
3007H=32H
*;COMPROBACION DE LA SUBROUTINA VISUA
*;SE VISUALIZA LA FRASE 4
*BYTE.NFRASE=4
*GO FROM .VISUA TILL .B16
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=0AE9H
*;SE COMPRUEBA QUE EN LA POSICION DE MEMORIA DISD ESTA 'A'
*BYTE.DISD
5002H=41H
*EVALUATE 41
1000001Y 1010 65T 41H 'A'
*;COMPROBACION DE LA SUBROUTINA BIASCI
*EXIT
*;COMPROBACION DE LA SUBROUTINA BIASCI
*;DATO INICIAL EN ACC ES 12
*RA=12T
*GO FROM .BIASCI TILL .ERET
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=62A9H
*;EN LOS REGISTROS B Y C ESTA EL RESULTADO
*RB
31H
*RC
32H
*;COMPROBACION DE LA TECLA E (ENTER)
*;DATOS INICIALES EN REG B Y C
*RB=1
```

```

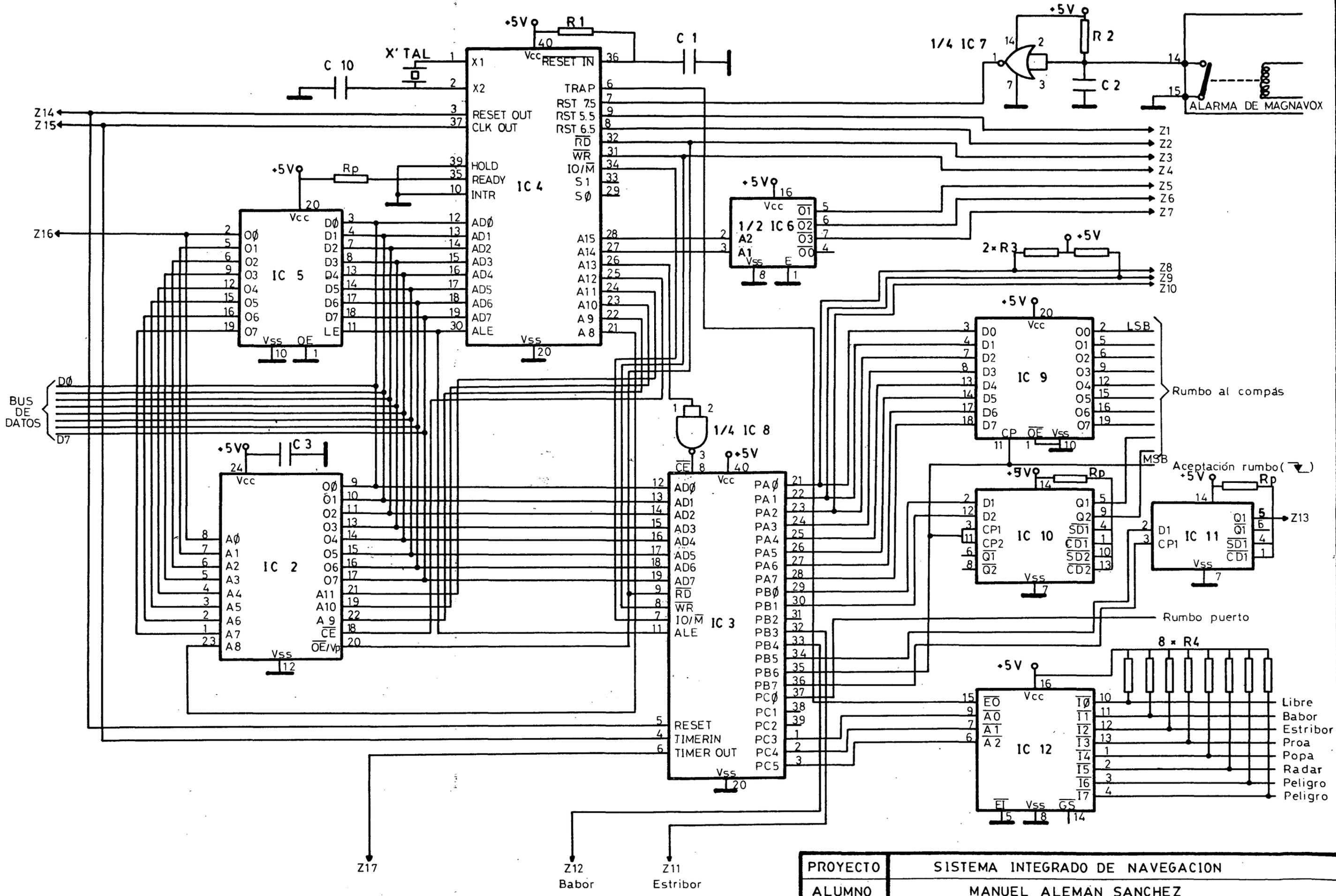
*RC=6
*GO FROM .D6+18T TILL .D14
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=09A6H
*;*RESULTADO PASADO A BINARIO EN REG C
*RC
10H
*;*COMPROBACION DE QUE EL DATO EN BINARIO PASA A LA POSICION DE MEMORIA
*;*CORRESPONDIENTE. EN ESTE CASO DEBE PASAR A SENSIB
*BYTE.CVIS=1
*GO TILL .DRET
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=0A32H
*BYTE.SENSIB
3002H=32H
*BYTE.ANGULO
3003H=10H
*BYTE.CVIS
3006H=00H
*BYTE.CVIS=1
*GO FROM .D14 TILL .DRET
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=0A32H
*BYTE.SENSIB
3002H=10H
*;*
*;******;
*;*COMPROBACION DE LAS SUBROUTINAS PRINT Y TX
*;*
*;*PARA HACER SOLAMENTE LA SUBROUTINA SE PONE EL PC A UNA DIRECCION QUE EL
*;*INTELLEC NO PUEDE ACCEDER, POR LO QUE AL RETORNAR DE LA SUBROUTINA
*;*LA EMULACION SE PARA DANDO EL ERROR 42
*;*
*PC=FF56
*BYTE.USARC=1
*CALL .PRINT
EMULATION BEGUN
ERR 42:GUARDED ACCESS
*;*EL ULTIMO CARACTER ENVIADO A LA USART ES '<'
*BYTE.USARD

```

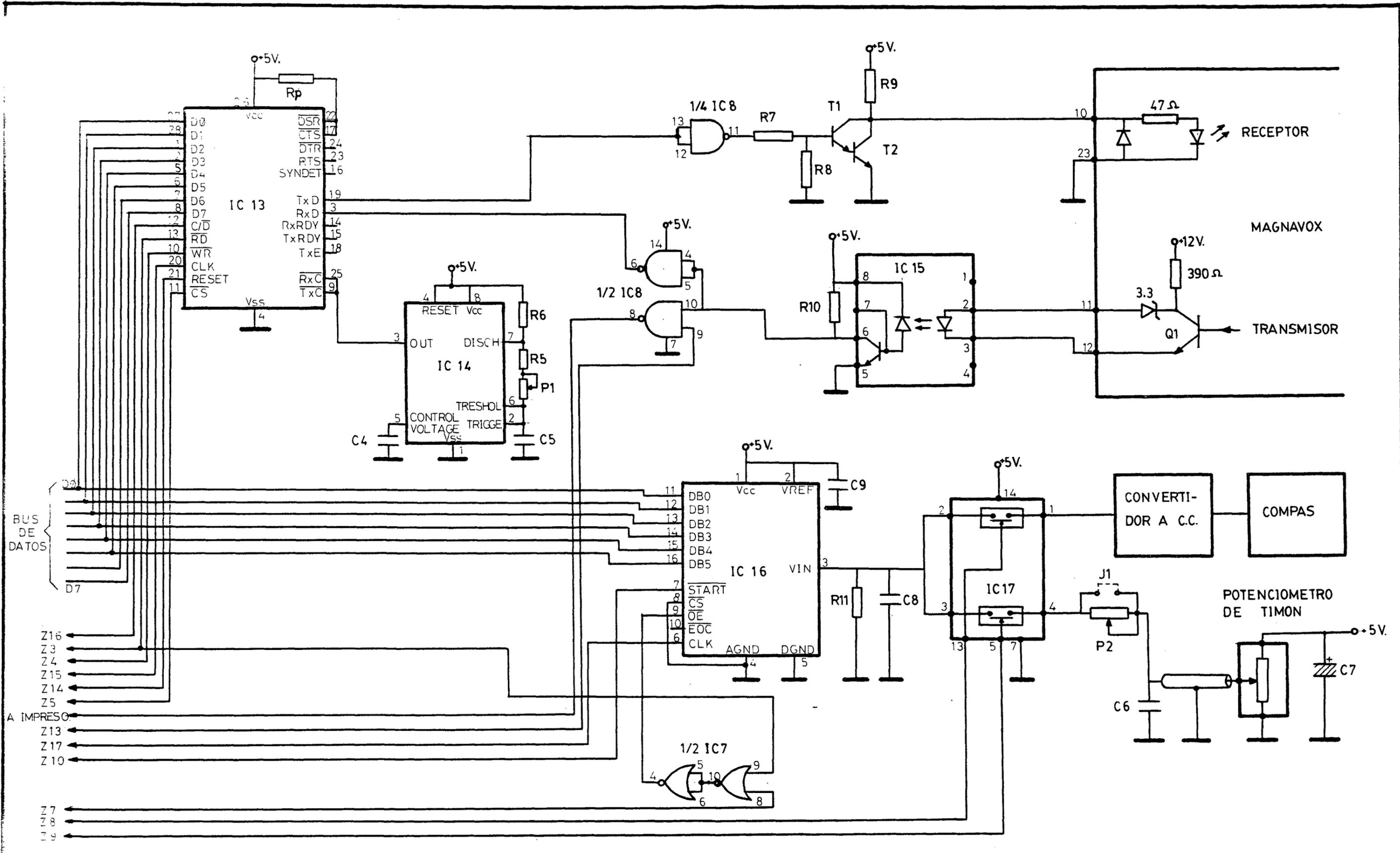


```
*GO FROM .INT65 TILL .G6
EMULATION BEGUN
EMULATION TERMINATED, PC=141BH
* ;HA PARADO, POR TANTO LLEGO A LA ETIQUETA G6
* ;COMPROBACION DE QUE SE LEE LA PALABRA SET DEL MAGNAVOX
*BYTE.CONT=8
*BYTE.USARD='S'
*PC=9000; DARA ERROR 42
*CALL.INT65
EMULATION BEGUN
ERR 42:GUARDED ACCESS
*BYTE.CONT
300AH=09H
*BYTE.USARD='E'
*PC=9000
*CALL .INT65
EMULATION BEGUN
ERR 42:GUARDED ACCESS
*BYTE.CONT
300AH=0AH
*PC=9000
*BYTE.USARD='T'
*CALL.INT65
EMULATION BEGUN
ERR 42:GUARDED ACCESS
*BYTE.CONT
300AH=0BH
* ;SE COMPRUEBA QUE CUANDO CUENTA 16 CARACTERES CONT SE PONE A CH Y CONT1 A 0
*PC=9000
*BYTE.CONT1=16T
*CALL.INT65
EMULATION BEGUN
ERR 42:GUARDED ACCESS
*BYTE.CONT
300AH=0CH
*BYTE.CONT1
300BH=00H
* ;COMPROBACION DE QUE LEE EL RUMBO A GOBERNAR DEL MAGNAVOX
*GR=TILL.FRET OR .F25 ;CONDICIONES DE PARADA
*WORD.MRUMBO=.RUMBO1
```


ESQUEMAS



PROYECTO	SISTEMA INTEGRADO DE NAVEGACION
ALUMNO	MANUEL ALEMÁN SANCHEZ
ESQUEMA 1	



PROYECTO	SISTEMA INTEGRADO DE NAVEGACION
ALUMNO	MANUEL ALEMAN SANCHEZ
ESQUEMA 2	

BIBLIOGRAFIA

- "El compás giroscópico". Ropar. Editorial GG.
- " The TRANSIT, Satellite Navigation System " . Editado por Magnavox.
- Manuales de servicio de pilotos automáticos (Plath y Neco)
- Manuales de servicio y operación de sistemas de navegación por satélite (varios modelos de Magnavox).
- Catálogos de datos de los IC utilizados.