



T  
E-26.3511  
V86  
C-2

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“Modernización del Sistema SCORPIO 2000”**

**TESIS DE GRADO**

Previa la obtención del Título de :

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD  
ESPECIALIDAD: ELECTRÓNICA**

Presentada por :

**Jorge Eduardo Velasco Castañeda**

**John Alfredo Vera Mora**

Directora de Tesis :

**Ing. Rebeca Leonor Estrada Pico**

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2001



67400



D-26925

# **AGRADECIMIENTO**

A la Armada del Ecuador,  
por la oportunidad que nos  
dio al estudiar en un instituto  
de educación superior y por  
el apoyo brindado para la  
culminación de este trabajo.

A la ESPOL y los  
profesores, por los  
conocimientos impartidos a  
lo largo de nuestra carrera  
estudiantil.

# **DEDICATORIA**

**A mis padres**

**A mi esposa**

**A mis hijos**

**Jorge Velasco**

# DEDICATORIA

A mi madre, por su apoyo  
incondicional.

A la memoria de mi padre.

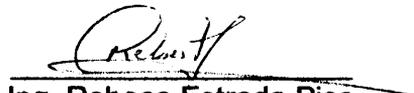
A mis hermanos, por su  
ayuda.

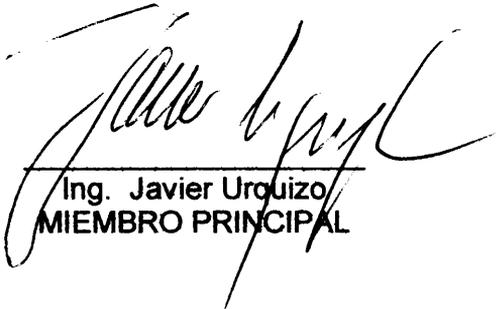
A Nancy, por su  
comprensión.

John Vera

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

  
Ing. Carlos Monsalve  
SUB-DECANO DE LA FIEC

  
Ing. Rebeca Estrada Pico  
DIRECTORA DE TESIS

  
Ing. Javier Urquiza  
MIEMBRO PRINCIPAL

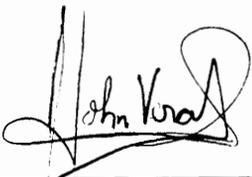
  
Ing. Hugo Villavicencio  
MIEMBRO PRINCIPAL

# DECLARACIÓN EXPRESA

**“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”**

Art. 12 del Reglamento de Graduación de la ESPOL

  
\_\_\_\_\_  
Jorge Velasco Castañeda

  
\_\_\_\_\_  
John Vera Mora

# RESUMEN

Esta tesis comprende el análisis del sistema "SCORPIO 2000" instalado en las unidades tipo Corbeta clase "ESMERALDAS" de la Armada, el cual es un sistema de enlace de datos para posicionar blancos de superficie a través de información enviada por radioenlace (UHF) por un helicóptero y procesada por el software del sistema.

El sistema debe recibir a través del enlace de datos con el helicóptero la posición en coordenadas terrestres del mismo helicóptero y la de un posible blanco, así como del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) la posición del buque propio, para con esta información determinar la posición relativa tanto del helicóptero como del blanco con respecto al buque propio.

El software de este sistema actualmente sólo acepta los datos que envía el helicóptero, por lo que hay que diseñar una solución que permita obtener la información requerida del GPS y del enlace de radio; con estos datos el sistema debe resolver la marcación y distancia al blanco y al helicóptero desde el buque propio. Esta información debe estar disponible para enviarla a los sistemas de a bordo que la requieran para el proceso de lanzamiento de los misiles.

Además se debe modernizar el computador del sistema con hardware que soporte el nuevo software a desarrollarse en MS Visual Basic, que esté acorde con la tecnología actual y que permita la integración de este sistema con otros; el diseño de una interfaz que permita entregar la información requerida por los otros sistemas para el proceso de lanzamiento de los misiles.

# ABREVIATURAS

|       |  |
|-------|--|
| ANSI  | American National Standard Institute               |
| ASCII | American Standard Code for Information Interchange |
| ASK   | Amplitude Shift Keying                             |
| bps   | Bit por segundo                                    |
| BT    | Tiempo de Bit                                      |
| C3I   | Comando, Control, Comunicaciones e Inteligencia    |
| COC   | Centro de Operación de Combate                     |
| CPM   | Continuous Phase Modulation                        |
| CPU   | Unidad Central de Proceso                          |
| CRT   | Tubo de Rayos Catódicos                            |
| DC    | Corriente Directa                                  |
| DCE   | Data Communication Equipment                       |
| DGPS  | Sistema De Posicionamiento Global Diferencial      |
| DoD   | Departamento de Defensa                            |
| DPDU  | Data Processor and Display Unit                    |
| DTE   | Data Terminal Equipment                            |
| E     | Este   |
| EF    | Función Externa                                    |
| EFA   | Conocimiento de Función Externa                    |
| EIA   | Conocimiento de Interrupción Externa               |
| ESPOL | Escuela Superior Politécnica del Litoral           |

|               |  |
|---------------|--|
| <b>FM</b>     | <b>Frecuencia Modulada</b>                 |
| <b>FSK</b>    | <b>Frecuency Shift Keying</b>              |
| <b>GMSK</b>   | <b>Gaussian Minimum Shift Keying</b>       |
| <b>GPS</b>    | <b>Sistema de Posicionamiento Global</b>   |
| <b>Hz</b>     | <b>Hertz</b>                               |
| <b>ID</b>     | <b>Input Data</b>                          |
| <b>IDR</b>    | <b>Input Data Request</b>                  |
| <b>IPN-10</b> | <b>Indicador Panorámico Naval – 10</b>     |
| <b>ISA</b>    | <b>Industry Standard Architecture</b>      |
| <b>ISI</b>    | <b>Interferencia Simbólica Introducida</b> |
| <b>ISO</b>    | <b>International Standard Organization</b> |
| <b>ITL</b>    | <b>Instalación de Tiro Ligero</b>          |
| <b>Kg</b>     | <b>Kilogramos</b>                          |
| <b>Km.</b>    | <b>Kilómetros</b>                          |
| <b>LCD</b>    | <b>Liquit Crystal Display</b>              |
| <b>m</b>      | <b>Metros</b>                              |
| <b>M</b>      | <b>Magnético</b>                           |
| <b>MB</b>     | <b>Mega Bytes</b>                          |
| <b>MHz</b>    | <b>Mega Hertz</b>                          |
| <b>mm</b>     | <b>Milímetros</b>                          |
| <b>MM-40</b>  | <b>Mar-Mar 40 millas</b>                   |
| <b>MS</b>     | <b>Microsoft</b>                           |
| <b>MSK</b>    | <b>Minimum Shift Keying</b>                |
| <b>N</b>      | <b>Norte</b>                               |

|               |  |
|---------------|--|
| <b>NMEA</b>   | <b>National Maritime Electronics Association</b> |
| <b>NRZ</b>    | <b>Non Return to Zero</b>                        |
| <b>NRZ-L</b>  | <b>Non Return to Zero Level</b>                  |
| <b>NTDS</b>   | <b>Naval Tactical Data System</b>                |
| <b>O</b>      | <b>Oeste</b>                                     |
| <b>° C</b>    | <b>Grado Centígrado</b>                          |
| <b>OD</b>     | <b>Output Data</b>                               |
| <b>ODR</b>    | <b>Output Data Request</b>                       |
| <b>PC</b>     | <b>Computadora Personal</b>                      |
| <b>PSK</b>    | <b>Phase Shift Keying</b>                        |
| <b>PSU</b>    | <b>Power Supply</b>                              |
| <b>PWR</b>    | <b>Power</b>                                     |
| <b>RAM</b>    | <b>Random Access Memory</b>                      |
| <b>RF</b>     | <b>Radio Frecuencia</b>                          |
| <b>RS</b>     | <b>Recommender Standard</b>                      |
| <b>S</b>      | <b>Sur</b>                                       |
| <b>SA</b>     | <b>Selective Availability</b>                    |
| <b>SAD-56</b> | <b>South American Datum</b>                      |
| <b>SBC</b>    | <b>Single Board Computer</b>                     |
| <b>SDRAM</b>  | <b>Synchronuos Dynamic Random Access Memory</b>  |
| <b>SPS</b>    | <b>Standard Positioning Service</b>              |
| <b>SVGA</b>   | <b>Super Video Graphics Adapter</b>              |
| <b>TOM</b>    | <b>Teatro de Operaciones Navales</b>             |
| <b>TTL</b>    | <b>Transistor – Transistor Logic</b>             |

|         |                              |
|---------|------------------------------|
| UHF     | Ultra High Frecuency         |
| UTM     | Tiempo Medio Universal       |
| V       | Voltios                      |
| VB      | Visual Basic                 |
| Vdc     | Voltaje de Corriente Directa |
| VGA     | Video Graphics Adapter       |
| W       | West                         |
| WGS- 84 | World Geodesic System        |

# ÍNDICE GENERAL

|   | Pág      |
|---|----------|
| <b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>                        | <b>1</b> |
| 1.1 Antecedentes .....                            | 2        |
| 1.2 Sistema "SCORPIO 2000".....                   | 3        |
| 1.3 Objetivos .....                               | 4        |
| 1.4 Metodología.....                              | 5        |
| 1.4.1 Campo .....                                 | 5        |
| 1.4.2 Identificación de la idea del proyecto..... | 5        |
| 1.5 Aportación .....                              | 6        |
| 1.6 Perfil de la Tesis.....                       | 7        |
| <br>  |          |
| <b>2 TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN DE DATOS.....</b>  | <b>9</b> |
| 2.1 Datos Analógicos y Datos Digitales.....       | 11       |
| 2.2 Codificación de Datos Digitales.....          | 13       |
| 2.3 Esquemas de Modulación Digital .....          | 14       |
| 2.3.1 Modulación ASK.....                         | 15       |
| 2.3.2 Modulación FSK .....                        | 16       |
| 2.3.3 Modulación PSK.....                         | 16       |
| 2.4 La Modulación GMSK .....                      | 18       |
| 2.5 Transmisión de Datos .....                    | 24       |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 2.5.1. Transmisión Síncrona.....  | 24 |
| 2.5.2. Transmisión Asíncrona..... | 25 |
| 2.6 La Interfaz RS-232.....       | 26 |
| 2.7 Resumen.....                  | 31 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA INSTALADO ..</b> | <b>33</b> |
|--|-----------|

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Componentes del Sistema .....                   | 34 |
| 3.1.1 Unidad Transmisora .....                      | 35 |
| 3.1.2 Unidad Receptora.....                         | 37 |
| 3.1.3 DPDU .....                                    | 39 |
| 3.2 Operación del Sistema .....                     | 42 |
| 3.3 Deficiencias del Sistema .....                  | 43 |
| 3.4 El Sistema de Posicionamiento Global (GPS)..... | 44 |
| 3.5 La Instalación de Tiro Ligero (ITL).....        | 51 |
| 3.6 El Indicador Panorámico Naval (IPN-10).....     | 54 |
| 3.7 Resumen.....                                    | 56 |

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>4 DISEÑO DEL PROTOTIPO .....</b> | <b>58</b> |
|-------------------------------------|-----------|

|  |    |
|--|----|
| 4.1 Hipótesis y Alternativas de Solución ..... | 58 |
| 4.1.1 Integración al GPS.....                  | 59 |
| 4.1.2 Modernización del DPDU.....              | 60 |
| 4.1.3 Integración a Otros Sistemas.....        | 61 |
| 4.2 Hardware Requerido .....                   | 64 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.3   | Diseño de Interfaz DATALINK – ITL.....  | 66 |
| 4.4   | Diseño del Software .....   | 67 |
| 4.4.1 | Subrutina de Recepción y Conversión de los Datos Enviados<br>por el Sistema GPS .....                       | 69 |
| 4.4.2 | Subrutina de Recepción y Conversión de los Datos Enviados<br>por el Enlace de Radio con el Helicóptero..... | 72 |
| 4.4.3 | Subrutina de Cálculo de Marcación y Distancia desde el Buque<br>Propio al Buque Blanco o Helicóptero. ....  | 74 |
| 4.4.4 | Subrutina de Envío de Marcación y Distancia a la ITL .....  | 75 |
| 4.5   | Resumen.....  | 77 |
|       |   |    |
| 5     | DESARROLLO DEL PROTOTIPO .....  | 80 |
| 5.1   | Pruebas Realizadas .....  | 80 |
| 5.2   | Implementación Final .....  | 83 |
| 5.3   | Instalación y Pruebas En Corbeta.....   | 90 |
| 5.3.1 | Instalación de la tarjeta del SBC del DPDU .....  | 90 |
| 5.3.2 | Instalación del Software.....   | 91 |
| 5.3.3 | Instalación de la interfaz SCORPIO-ITL .....  | 92 |
| 5.4   | Costo De Los Equipos Instalados .....   | 92 |
| 5.5   | Resumen.....  | 93 |
|       |   |    |
| 6     | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....  | 95 |
| 6.1   | Conclusiones.....   | 95 |

**6.2 Recomendaciones.....96**

**6.3 Proyecciones.....97**

**Anexo "A" Las Coordenadas Geográficas.....99**

**Anexo "B" El Estándar NMEA 183.....105**

**Anexo "C" Las Señales Sincro.....109**

**Anexo "D" El Protocolo NTDS.....113**

**Anexo "E" La Interfaz DATALINK-ITL.....119**

**BIBLIOGRAFÍA**

# ÍNDICE DE TABLAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabla I    | Asignación de terminales para señales de interfaz RS-232 | 29 |
| Tabla II   | Componentes del Sistema "SCORPIO 2000"                   | 34 |
| Tabla III  | Características técnicas de la Unidad Transmisora        | 37 |
| Tabla IV   | Características técnicas de la Unidad Receptora          | 38 |
| Tabla V    | Características técnicas de la DPDU                      | 40 |
| Tabla VI   | Deficiencias del Sistema "SCORPIO 2000"                  | 44 |
| Tabla VII  | Análisis de Alternativas de Solución                     | 63 |
| Tabla VIII | Costos de Equipos Requeridos                             | 92 |

# ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura No. 1-1 Esquema del Sistema "SCORPIO 2000"   | 4  |
| Figura No. 2-1 Diagramas de la Modulación MSK   | 20 |
| Figura No. 2-2 Esquema de Modulación MSK  | 21 |
| Figura No. 2-3 Pulso de frecuencia de modulación GMSK para varios<br>Anchos de banda normalizados | 23 |
| Figura No. 2-4 Diagrama de la Transmisión Asíncrona   | 26 |
| Figura No. 2-5 Procedimiento de Llamada en Interfaz RS-232  | 30 |
| Figura No. 3-1 Diagrama en bloques del Sistema "SCORPIO 2000"                                     | 35 |
| Figura No. 3-2 Diagrama de bloques de la Unidad Transmisora                                       | 36 |
| Figura No. 3-3 Diagrama de bloques de la Unidad Receptora   | 38 |
| Figura No. 3-4 El DPDU en el COC de la Corbeta  | 40 |
| Figura No. 3-5 Diagrama de bloques de la DPDU   | 41 |
| Figura No. 3-6 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)  | 45 |
| Figura No. 3-7 Constelación del GPS   | 46 |
| Figura No. 3-8 Satélites del GPS  | 47 |
| Figura No. 3-9 (a)Determinación del Fijo de Posición  | 47 |
| Figura No. 3-9 (b)Determinación del Fijo de Posición  | 48 |
| Figura No. 3-10Precisión del sistema GPS  | 49 |
| Figura No. 3-11Equipo Receptor GPS MAGNAVOX MX-200  | 51 |
| Figura No. 3-12Diagrama de bloques de la Instalación de Tiro Ligero                               | 53 |
| Figura No. 3-13Diagrama de bloques de la interacción del Indicador                                |    |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Panorámico Naval con otros sistemas</b>                           | <b>55</b> |
| <b>Figura No. 3-14 El Indicador Panorámico Naval en el COC</b>       | <b>56</b> |
| <b>Figura No. 4-1 Tarjeta NUPRO-590</b>                              | <b>65</b> |
| <b>Figura No. 4-2 Diagrama en bloques de Interfaz Datalink – ITL</b> | <b>67</b> |
| <b>Figura No. 4-3 Diagrama de flujo de la subrutina GPSdatos</b>     | <b>71</b> |
| <b>Figura No. 4-4 Diagrama de flujo de la subrutina HELOdatos</b>    | <b>73</b> |
| <b>Figura No. 5-1 Formulario de Ingreso de Usuario y Contraseña</b>  | <b>84</b> |
| <b>Figura No. 5-2 Formulario de Presentación de la Carátula</b>      | <b>85</b> |
| <b>Figura No. 5-3 Formulario de Modo Automático</b>                  | <b>86</b> |
| <b>Figura No. 5-4 Formulario de Modo Manual</b>                      | <b>87</b> |
| <b>Figura No. 5-5 Diagrama en bloques de Interfaz Datalink – ITL</b> | <b>89</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Panorámico Naval con otros sistemas</b>                           | <b>55</b> |
| <b>Figura No. 3-14 El Indicador Panorámico Naval en el COC</b>       | <b>56</b> |
| <b>Figura No. 4-1 Tarjeta NUPRO-590</b>                              | <b>65</b> |
| <b>Figura No. 4-2 Diagrama en bloques de Interfaz Datalink – ITL</b> | <b>67</b> |
| <b>Figura No. 4-3 Diagrama de flujo de la subrutina GPSdatos</b>     | <b>71</b> |
| <b>Figura No. 4-4 Diagrama de flujo de la subrutina HELOdatos</b>    | <b>73</b> |
| <b>Figura No. 5-1 Formulario de Ingreso de Usuario y Contraseña</b>  | <b>84</b> |
| <b>Figura No. 5-2 Formulario de Presentación de la Carátula</b>      | <b>85</b> |
| <b>Figura No. 5-3 Formulario de Modo Automático</b>                  | <b>86</b> |
| <b>Figura No. 5-4 Formulario de Modo Manual</b>                      | <b>87</b> |
| <b>Figura No. 5-5 Diagrama en bloques de Interfaz Datalink – ITL</b> | <b>89</b> |

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUCCIÓN

Las corbetas clase “ESMERALDAS” poseen el “SCORPIO 2000”, el cual es un sistema de enlace de datos que calcula la posición relativa de un blanco con respecto al buque propio, recibiendo la posición de ambos en coordenadas terrestres. Sin embargo la posición del buque propio no es interpretada por el sistema porque el formato de la señal del GPS es diferente a la aceptada por el software del sistema, por lo que la misma debe ser ingresada por un operador.

Es necesario que la señal del GPS sea integrada al sistema, así como enviar el cálculo de la posición relativa al sistema de armas, para así evitar los ingresos manuales que retardan el proceso de lanzamiento de misiles.

Para lograr esto debe diseñarse un nuevo software e implementarse interfaces necesarias que acepten la señal del GPS y envíen la información que requiere el sistema de armas, así como modernizar el computador del sistema, el cual ya se encuentra obsoleto.

## **1.1 Antecedentes**

Las corbetas clase "ESMERALDAS" poseen un sistema de armas denominado "INSTALACIÓN DE TIRO LIGERO", el cual sirve para dirigir y controlar el lanzamiento de los misiles EXOCET MM-40. Debido a que el alcance de estos misiles es transhorizonte, la corbeta no tiene línea de vista con el blanco y por lo tanto, no lo puede detectar con sus propios sensores. Por lo tanto, se requiere que esta información sea enviada por otra unidad.

Con el sistema "Scorpio 2000", un helicóptero transmite su posición y la del blanco en coordenadas terrestres a las corbetas, sin embargo, para efectuar el lanzamiento del misil, la corbeta requiere la posición relativa del blanco (en marcación y distancia) con respecto a sí misma, este sistema procesa la información recibida del helicóptero y la posición propia, la cual es obtenida por el sistema GPS, calculando la marcación y distancia al blanco, datos que deben ser ingresados a la ITL.

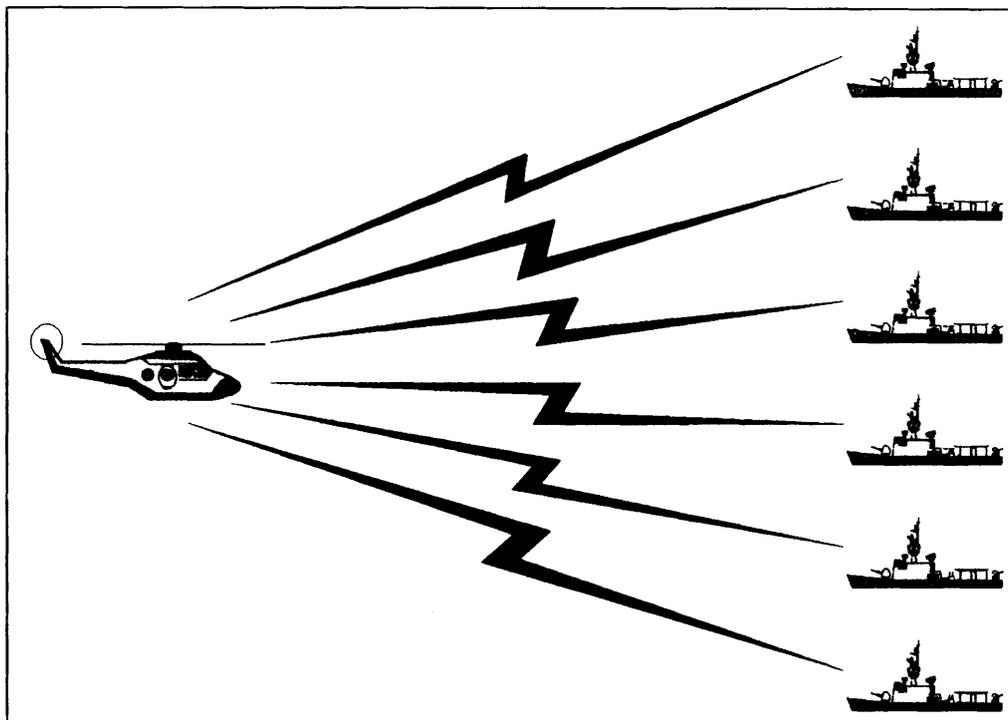
El software de control del sistema instalado actualmente no acepta la señal del sistema GPS MAGNAVOX MX-200, existente a bordo de las corbetas, por lo que la posición del buque propio debe ser ingresada en forma manual, para que así el sistema pueda resolver la marcación y distancia al blanco. Esta información tiene que ser ingresada manualmente a la ITL, ya que no existe una interfaz entre este sistema y el "Scorpio 2000".

La Armada del Ecuador ha solicitado a la compañía que instaló el sistema "Scorpio 2000" la modificación del mismo para automatizarlo. El alto costo de esta modificación no ha permitido su ejecución. Además esta compañía no ha proporcionado información sobre la configuración interna del sistema ni las fuentes de software, y el hardware del sistema está presentando problemas técnicos y logísticos ya que su generación no es de tecnología actual.

## **1.2 Sistema "SCORPIO 2000"**

Scorpio 2000 es un sistema de enlace de datos multipunto, en donde existe una estación transmisora, la cual es un helicóptero, y varias estaciones receptoras, denominadas estaciones base.

El sistema recibe datos de posición en coordenadas terrestres del helicóptero transmisor y de un blanco designado desde un radar y sistema de navegación, instalados a bordo del helicóptero. Los datos son filtrados por etiquetas, convertidos al formato de la interfaz EIA-232, codificados, modulados a señales de radio UHF, y luego transmitidos por enlace de radio a las estaciones base receptoras, las cuales son Corbetas clase "ESMERALDAS". En las mismas, los datos son recuperados, decodificados, demodulados y pasados a una unidad de procesamiento de datos y presentación, donde la información es procesada y presentada en forma de texto en un monitor.



**Figura No. 1-1 Esquema del sistema “SCORPIO 2000”**

### **1.3 Objetivos**

- Automatizar el ingreso de datos que contienen la información de la posición del buque propio enviada por el GPS
- Modernizar el hardware del DPDU, utilizando tecnología comercial
- Integrar este sistema a otros sistemas, que permitan optimizar el lanzamiento transhorizonte del misil.
- Realizar el estudio para dotar a las Fragatas clase “Alfaro” y las Lanchas clase “Quito” de este nuevo sistema

- Disminuir la dependencia extranjera

## **1.4 Metodología**

### **1.4.1 Campo**

El proyecto abarca el diseño de una solución que permita manejar la información transmitida por el helicóptero y la enviada por el sistema GPS para la automatización del cálculo de marcación y distancia desde el buque propio al buque blanco.

Además incluye la modernización utilizando un computador que esté acorde con la tecnología actual y que permita la integración de este sistema con otros existentes a bordo que requieran de la información obtenida, así como la instalación a futuro de este sistema conjuntamente con equipos de comunicaciones para las fragatas y lanchas misileras.

### **1.4.2 Identificación de la idea del proyecto**

Primero se deberá levantar la información sobre el sistema SCORPIO 2000, así como de las diferentes necesidades que requiera el usuario para que el sistema se adapte a sus requerimientos.

Determinar los diferentes formatos de envío de datos, protocolos de comunicaciones e interfaces electrónicas que se requerirán para establecer la comunicación de datos entre el computador del SCORPIO 2000 con el GPS y con el receptor del sistema.

Diseñar un software que maneje los puertos de comunicaciones para la recepción de los datos requeridos, procese la información para realizar los cálculos necesarios y que permita distribuir los resultados para integrarlos en los diferentes sistemas que se estime conveniente.

Finalmente la implementación física del sistema.

### **1.5 Aportación**

Este estudio será una contribución muy importante para la Armada, ya que permitirá que el lanzamiento transhorizonte del misil de una manera más rápida y precisa, ya que toda la información ingresará automáticamente, por lo que se minimizarán los errores y el tiempo para realizar un procedimiento de disparo disminuirá considerablemente, tiempo que es muy valioso en caso de un enfrentamiento real, ya que de esos segundos depende que una situación de conflicto se incline a nuestro favor.

El ahorro que representa que nosotros modernicemos el sistema en comparación con lo que ofrece la compañía fabricante del sistema es muy significativo, además que permite hacerle mejoras y expandir el sistema a futuro, e inclusive integrarlo con otros sistemas.

El aprendizaje que obtendremos del estudio de los formatos, protocolos, interfaces y estándares servirá en un futuro para la integración de varios sistemas existentes a bordo.

## **1.6 Perfil de la Tesis**

El primer capítulo comprende una explicación de qué es lo que se quiere realizar con esta tesis, su alcance y cuál es el beneficio que esta aporta.

El segundo capítulo trata sobre la comunicación de datos y una explicación más detallada de la modulación GMSK y la interfaz RS-232C, que es lo utilizado por el sistema SCORPIO 2000.

En el capítulo 3 se realiza el análisis del sistema "SCORPIO 2000" instalado en las unidades tipo Corbeta clase "ESMERALDAS" de la Armada, así como de las deficiencias que tiene el sistema actualmente; además de describir los sistemas GPS, de lanzamiento de misiles (ITL) y de comando y control (IPN-10) con los cuales tenemos que posiblemente integrarlos con el sistema.

El capítulo 4 comprende el planteamiento de una hipótesis que nos permita solucionar las deficiencias del sistema, así como el análisis de

las alternativas de solución y el diseño de la solución más conveniente, que comprende el desarrollo de un software que permita obtener la información requerida del GPS y del enlace de radio; y enviar la información que los sistemas de a bordo requieren para el proceso de lanzamiento de los misiles. Además comprende la modernización del computador del sistema con hardware que soporte el nuevo software a desarrollarse, que esté acorde con la tecnología actual y que permita la integración de este sistema con otros y el diseño de una interfaz que permita entregar la información requerida por los otros sistemas para el proceso de lanzamiento de los misiles.

El quinto capítulo está explicado el desarrollo del prototipo, en donde se describen detalladamente todas las pruebas realizadas y los inconvenientes que se tuvieron en las mismas, una descripción del software desarrollado y una breve explicación de su operación, así como la instalación a bordo del computador modernizado, el software y la interfaz desarrollados y el costo de los equipos y componentes utilizados en la implementación del prototipo.

El último capítulo comprende las conclusiones y recomendaciones de este trabajo, además de las perspectivas a futuro que se tiene con esta modernización.

# CAPÍTULO 2

## 2 TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN DE DATOS

Previo a realizar el análisis del sistema en sí, es necesario tener conocimientos teóricos sobre la comunicación de datos. La comunicación de datos, en una configuración simple, comprende el intercambio de información entre dos dispositivos conectados a través de algún medio de transmisión punto a punto.

Antes de explicar más detalladamente la comunicación de datos entre dos dispositivos de procesamiento de la información, debemos considerar los siguientes aspectos :

- Debe existir un camino para los datos entre los dos dispositivos.
- El sistema fuente de información debe activar el camino directo de datos, o proporcionar la identificación del sistema destino.
- El sistema fuente debe asegurarse de que el destino esté preparado para recibir datos.

- La aplicación de transferencia de datos en el origen debe asegurarse de que el programa gestor en el destino esté preparado para aceptar y procesar los datos enviados.
- Si los formatos de los datos son incompatibles entre ambos sistemas, uno de los dos deberá realizar una operación de adecuación.

Los datos, como son los portadores de información, no son algo físico ni tangible, por lo que, para ser transmitidos, requieren ser codificados en señales. Tanto los datos como las señales pueden ser analógicos o digitales. Los datos digitales pueden ser codificados en señales tanto analógicas como digitales. La codificación de un dato en señal analógica se denomina modulación. En el caso de la transmisión por medios inalámbricos, es necesario que realice una modulación, ya que una señal electromagnética, la cual es analógica, se propaga fácilmente por el aire. Un tipo de modulación muy utilizada en medios inalámbricos europeos es la GMSK.

La transmisión de datos seriales permite que se envíe información sin utilizar demasiados circuitos, pero para ello los datos deben ser sincronizados para que el receptor interprete lo que le envía el transmisor. Para la transmisión de datos seriales, la interfaz RS-232 es la más utilizada.

## **2.1 Datos Analógicos y Datos Digitales**

Dato es aquello que contiene información de cualquier tipo. Al referirse a datos, se debe tomar en cuenta que los mismos pueden ser analógicos o digitales. Datos analógicos son aquellos que pueden tomar cualquier valor dentro de un intervalo continuo. La mayor parte de los datos que se obtienen a través de sensores, tales como los de presión y temperatura, son continuos.

En el caso en que se desee transmitir una serie de datos conformados por la combinación de algunas de un número finito de formas de información, estamos hablando de datos digitales. Los datos digitales toman valores discretos, como por ejemplo los textos o los números enteros.

Después de esta explicación, es evidente la diferencia fundamental entre los sistemas de comunicación de datos digitales y de datos analógicos. En la comunicación de datos digitales, interviene la transmisión y detección de una forma de un grupo finito de formas conocidas, mientras que en la comunicación de datos analógicos, existe un número infinito de mensajes y su forma no es determinada.

Los datos digitales más familiares para los seres humanos son las letras y números. Con la combinación de algunos de ellos podemos formar palabras, oraciones y textos que contienen información que se desea transmitir. El problema de este tipo de datos digitales es que no

son adecuados para transmitirlos o almacenarlos en los sistemas de comunicaciones o de procesamiento. Para estos sistemas, los datos más convenientes son los datos binarios. Por este motivo se han diseñado códigos mediante los cuales los caracteres se representan por secuencia de bits, ya que esto permite tener una interrelación entre los datos digitales más asequibles al ser humano y de más fácil interpretación por los sistemas antes mencionados. El primer ejemplo más conocido es el Código Morse. En nuestros días, el más utilizado es el Código ASCII (American Standard Code for Information Interchange) promulgado por el ANSI (American National Standard Institute).

El código ASCII es la representación en un patrón único de 7 bits de 128 caracteres distintos, siendo algunos de ellos dedicados a caracteres de control. Algunos de estos caracteres de control están dedicados al control de impresión y otros a los procedimientos de comunicación. Los caracteres codificados en ASCII se almacenan o transmiten generalmente usando ocho bits por carácter (referido como octeto o byte). El bit número 8 se utiliza como bit de paridad para la detección de errores ; este bit se elige de tal manera que el número de unos binarios en el octeto sea siempre impar (paridad impar) o siempre par (paridad par). Así pues, se podrá detectar un error de transmisión que cambie un solo bit, o un número impar de bits.

## 2.2 Codificación de Datos Digitales

Los datos digitales en sí no pueden propagarse a través de algún medio de transmisión. En un sistema de comunicaciones, los datos se propagan de un punto a otro mediante señales eléctricas. Es decir, la señal es la manifestación física del dato, ya que éste es intangible. Por lo tanto, el dato digital debe ser codificado para convertirlo en una señal, la cual puede ser analógica o digital. Una señal analógica es una onda electromagnética que varía continuamente. Dependiendo de su espectro, la señal se podrá propagar por determinados medios. Una señal digital es una secuencia de pulsos de tensión que se pueden transmitir a través de un cable que pueden tener un número finito de niveles.

Para codificar los datos digitales en señales digitales, se debe representar un elemento digital por un nivel de voltaje, es decir por ejemplo en el caso de datos binarios, donde los elementos posibles son 1 y 0, se debe representar al 1 binario con un nivel de tensión constante y el 0 binario con otro nivel de tensión. Si los niveles de voltaje son del mismo signo (como en el caso de los niveles TTL), la señal es unipolar, y si un nivel de voltaje es positivo y otro negativo, la señal es bipolar. En comunicaciones seriales, este último tipo de codificación es el más utilizado, y se denomina *nivel de no retorno a cero* (NRZ-L Non Return to Zero Level). En esta codificación

normalmente se representa al "1" por un nivel de tensión negativo constante y al "0" por un nivel de tensión positivo constante.

Los datos digitales se pueden representar mediante señales analógicas usando un **módem** (*modulador - demodulador*). El módem convierte la serie de pulsos de tensión binarios en una señal analógica, codificando los datos digitales haciendo variar alguno de los parámetros característicos de una señal electromagnética denominada **portadora**. La señal resultante ocupa un cierto espectro de frecuencias centrado en torno a la frecuencia de la portadora. De esta manera se podrán transmitir datos digitales a través de medios adecuados a la naturaleza de la señal portadora. El módem más convencional, utilizado para las líneas telefónicas, representa los datos binarios en el espectro de la voz y por lo tanto permite que los datos se propaguen a través de este medio de transmisión. En el otro extremo de la línea, el módem demodula la señal para con ello recuperar los datos originales.

### **2.3 Esquemas de Modulación Digital**

Como se mencionó anteriormente, la modulación afecta a uno o más de los parámetros característicos de la señal portadora : la amplitud, la frecuencia y la fase. Por consiguiente, hay tres técnicas básicas de

modulación, que transforman los datos digitales en señales analógicas :

- Desplazamiento de amplitud (**ASK**, "Amplitude-Shift Keying")
- Desplazamiento de frecuencia(**FSK**, "Frequency-Shift Keying")
- Desplazamiento de fase (**PSK**, "Phase-Shift Keying")

En los tres esquemas, la señal resultante ocupa un ancho de banda centrado en torno a la frecuencia de la portadora.

### 2.3.1 Modulación ASK

En ASK, los dos valores binarios se representan mediante dos amplitudes diferentes de la portadora. Es usual que una de las amplitudes sea cero; es decir, uno de los dígitos binarios se representa mediante la presencia de la portadora a amplitud constante, y el otro mediante la ausencia de portadora. La señal resultante es por lo tanto :

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) & ; 1 \text{ binario} \\ 0 & ; 0 \text{ binario} \end{cases} \quad (2.1)$$

donde la portadora es  $A \cos (2\pi f_c t)$ . ASK es sensible a cambios repentinos de ganancia, además es una línea de modulación ineficaz.

### 2.3.2 Modulación FSK

En FSK, los valores binarios se representan por dos frecuencias diferentes próximas a la frecuencia de la portadora. La señal resultante es :

$$s(t) = \begin{cases} A \cos (2\pi f_1 t) & ; 1 \text{ binario} \\ A \cos (2\pi f_2 t) & ; 0 \text{ binario} \end{cases} \quad (2.2)$$

donde típicamente  $f_1$  y  $f_2$  corresponden a desplazamientos de igual magnitud pero en sentidos opuestos de la frecuencia portadora. FSK es menos sensible a errores que ASK.

### 2.3.3 Modulación PSK

En el esquema PSK, la fase de la señal portadora se desplaza para representar con ello datos digitales. En un sistema que utiliza dos fases, un 0 binario se representa mediante la transmisión de una señal con la misma fase que la de la señal anteriormente enviada. Mientras que un 1 se representa mediante la transmisión de una señal cuya fase está en oposición de fase respecto a la señal precedente. Esta técnica

se conoce como PSK diferencial, ya que el desplazamiento en fase es relativo a la fase correspondiente al último símbolo transmitido, en vez de ser relativo a algún valor constante de referencia. La señal resultante es :

$$s(t) = \begin{array}{ll} A \cos(2\pi f_c t + \pi) & ; 1 \text{ binario} \\ A \cos(2\pi f_c t) & ; 0 \text{ binario} \end{array} \quad (2.3)$$

siendo la fase relativa a la correspondiente del bit anterior.

Se puede conseguir una utilización más eficaz del ancho de banda si cada elemento de la señal transmitida representa más de un bit. Por ejemplo, en lugar de usar un desplazamiento de fase de 180 grados, como el que se hace en PSK, otra técnica de codificación frecuente, denominada desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK – Quadrature Phase-Shift Keying), considera desplazamientos de fase correspondientes a múltiplos de 90°.

$$s(t) = \begin{array}{ll} A \cos(2\pi f_c t + 45^\circ) & ; 11 \text{ binario} \\ A \cos(2\pi f_c t + 135^\circ) & ; 10 \text{ binario} \\ A \cos(2\pi f_c t + 225^\circ) & ; 00 \text{ binario} \\ A \cos(2\pi f_c t + 315^\circ) & ; 01 \text{ binario} \end{array} \quad (2.4)$$

por lo que cada elemento de señal representa dos bits en lugar de uno.

Este esquema se puede ampliar, ya que se pueden transmitir tres bits cada vez si se usan ocho ángulos de fase diferentes. Es más, cada ángulo puede tener varias amplitudes. Por ejemplo, un módem estándar a 9600 bps utiliza 12 ángulos de fase diferentes, en el que cuatro de los cuales tienen dos posibles amplitudes.

#### 2.4 La Modulación GMSK

La modulación por desplazamiento mínimo gaussiano (GMSK – Gaussian Minimum Shift-Keying) es una de las modulaciones de fase continua (CPM – Continuous Phase Modulation). Los esquemas CPM son atractivos porque tienen una envolvente constante y excelentes características espectrales. La envolvente compleja de cualquier señal CPM tiene la forma

$$v(t) = A \exp \left\{ j2\pi k_f \int_{-\infty}^t \sum_n x_n h_f(\tau - nT) d\tau \right\} = A \exp \{ j\phi(t) \} \quad (2.5)$$

donde A es la amplitud,  $k_f$  es la desviación de frecuencia pico,  $h_f(t)$  es pulso de frecuencia,  $x_n$  es la secuencia de símbolos de origen, y T es el tiempo de duración de un bit (tiempo de bit).

En el intervalo de tiempo  $kT \leq t \leq (k+1)T$ , la fase  $\phi(t)$  es :

$$\phi(t) = 2\pi k_f \int_{-\infty}^{kT} \sum_{n=-\infty}^{k-1} x_n h_f(\tau - nT) d\tau + 2\pi k_f \int_{kT}^t x_k h_f(\tau - kT) d\tau \quad (2.6)$$

La fase es una función continua, siempre y cuando  $h_f$  no contenga impulsos.

Puesto que la ecuación (2.6) representa el exceso de fase para el intervalo  $kT \leq T \leq (k+1)T$ , todos los intervalos pueden ser combinados juntos para escribir  $v(t)$  en una forma estándar :

$$v(t) = A \sum_k b(t - kT, x_k) \quad (2.7)$$

donde

$$b(t, x_k) = \exp \left\{ j \left( \beta(T) \sum_{n=-\infty}^{k-1} x_n + x_k \beta(t) \right) \right\} u_T(t) \quad (2.8)$$

y

$$\beta(t) = \begin{cases} 0 & , t < 0 \\ 2\pi k_f \int_0^t h_f(\tau) d\tau & , 0 \leq t \leq T \\ \beta(T) & , t \geq T \end{cases} \quad (2.9)$$

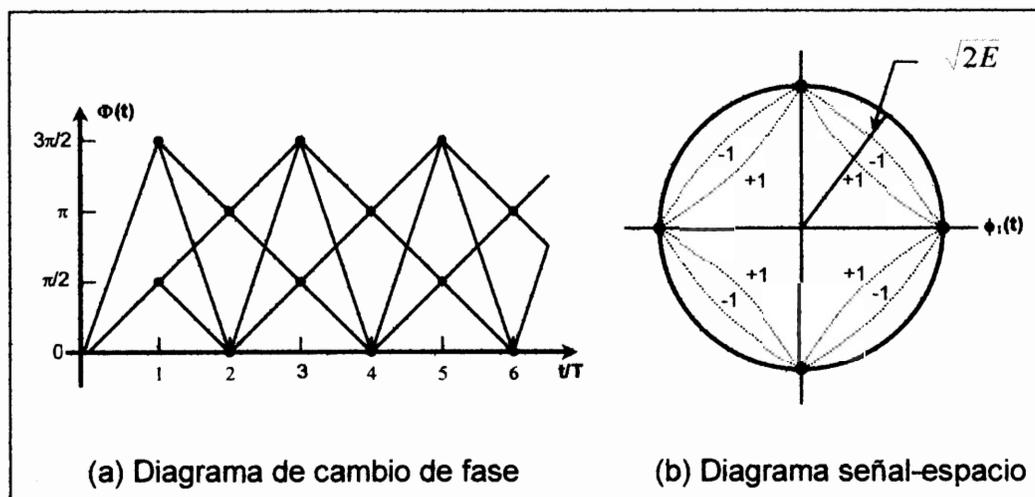
El primer término en la ecuación (2.8) representa el exceso de fase acumulada, mientras que el segundo término es la trayectoria del exceso de fase para el símbolo de corriente.

Si consideramos la modulación por desplazamiento mínimo (MSK – Minimum Shift-Keying), en donde se debe usar la función de forma rectangular  $h_f(t) = u_T(t)$  equivalente a la codificación NRZ, y el índice de

modulación  $h = \frac{\beta(T)}{\pi} = 2k_f T$  es  $\frac{1}{2}$ , tenemos que:

$$\beta(t) = \begin{cases} 0 & , t < 0 \\ 2\pi k, t = \pi t / 2T, 0 \leq t \leq T \\ 2\pi k, T = \pi / 2, t \geq T \end{cases} \quad (2.10)$$

El exceso de fase de una señal MSK puede ser descrito en términos de cambios de fase y diagramas de señal-espacio mostrado en la figura No. 2.1



**Figura No. 2-1 Diagramas de la Modulación MSK**

La forma de onda de la modulación MSK es :

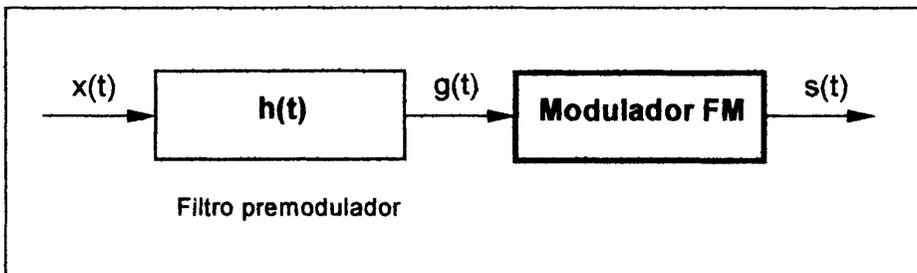
$$s(t) = A \cos\left(\left(2\pi f_c + \frac{\pi x_k}{2T}\right)t + \frac{\pi}{2} \sum_{n=-\infty}^{k-1} x_n - \frac{\pi k}{2} x_k\right) \quad (2.11)$$

para  $kT \leq t \leq (k+1)T$

De esta ecuación podemos ver que la señal MSK tiene 2 frecuencias posibles en el intervalo de tiempo  $kT \leq t \leq (k+1)T$ . Estas frecuencias son :

$$f_L = f_c - \frac{1}{4T} \quad \text{y} \quad f_U = f_c + \frac{1}{4T} \quad (2.12)$$

La diferencia entre estas frecuencias es  $\Delta f = f_U - f_L = 1/(2T)$ . Esta es la mínima separación de frecuencia para asegurar la ortogonalidad entre dos señales sinusoidales de duración T con demodulación coherente, de ahí el nombre desplazamiento mínimo.



**Figura No. 2-2 Esquema de Modulación GMSK**

MSK tiene todos los atributos deseables para radios móviles, excepto por el espectro de densidad de potencia que es relativamente amplio. Esto puede ser disminuido pasando por un filtro pasabajo la señal modulada antes del modulador FM, como se muestra en la figura No. 2-2. Este filtro elimina los componentes de alta frecuencia en  $x(t)$ , dando como resultado un espectro más compacto.

En general, el filtro demodulador pasabajos es escogido para tener las siguientes propiedades :

- ancho de banda angosto y banda de transición definida
- baja respuesta de sobre impulso
- preservación del área de pulso de salida para asegurar un desplazamiento en fase de  $\pi/2$

GMSK es un tipo especial de modulación FSK que usa un filtro premodulador pasabajos, teniendo la función de transferencia

$$H(f) = \exp\left\{-\left(\frac{f}{B}\right)^2 \frac{\ln 2}{2}\right\} \quad (2.13)$$

donde B es el ancho de banda del filtro. H (f) tiene forma de campana centrada en  $f=0$ , de aquí el nombre GMSK. Un pulso rectangular  $(t/T) = uT (t + T/2)$  transmitido a través de este filtro produce los pulsos de frecuencia

$$h_r(t) = \sqrt{\frac{2\pi}{\ln 2}} (BT) \int_{t-T/2}^{t+T/2} \exp\left\{-\frac{2\pi^2 (BT)^2 x^2}{\ln 2}\right\} dx \quad (2.14)$$

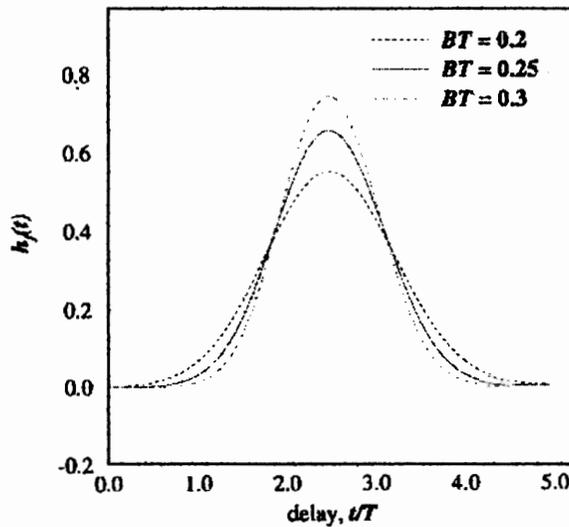
El exceso de cambio de fase de sobre el intervalo de tiempo desde  $-T/2$  hasta  $T/2$  es :

$$\phi(T/2) - \phi(-T/2) = x_0 \beta_0(T) + \sum_{n=-\infty, n \neq 0}^{\infty} x_n \beta_n(T) \quad (2.15)$$

donde

$$\beta_n(T) = \frac{\pi h}{\int_{-\infty}^{\infty} h_r(v) dv} \int_{-T/2-nT}^{T/2-nT} h_r(v) dv \quad (2.16)$$

El primer término de la ecuación (2.15) es el deseado, y el segundo término es la interferencia simbólica (ISI) introducida por el filtro premodulador.



**Figura No. 2-3 Pulso de frecuencia de modulación GMSK para varios anchos de banda normalizados**

La figura No. 2-3 muestra la frecuencia en forma de pulso de la modulación GMSK (truncada en 5 tiempos de bit y desplazada 2.5 tiempos de bit para varios anchos de banda de filtro normalizados BT). Debido a que el pulso tiene una duración mayor que el tiempo de bit, aparece la interferencia intersimbólica. A medida que BT disminuye, la interferencia aumenta. Por lo tanto, mientras un menor valor de BT resulta en un espectro de potencia más compacto, la interferencia

intersimbólica puede degradar la tasa de error de bit. Esto lleva a buscar una solución intermedia en la elección del BT. Algunos estudios indican que un BT de 0.25 es una buena elección para radios móviles.

## **2.5 Transmisión de Datos**

Para transmitir datos en forma serial, es decir que se transmite una cadena de bits a través de un solo camino, es necesario considerar algo muy importante que es la sincronización, es decir que se pueda determinar cuándo deben realizarse los muestreos de los bits transmitidos. Si no hay una buena sincronización, los muestreos pueden realizarse en un instante incorrecto, dando una lectura errónea. Hay dos formas de transmisión para la sincronización de datos, la asíncrona y la síncrona.

### **2.5.1 Transmisión Síncrona**

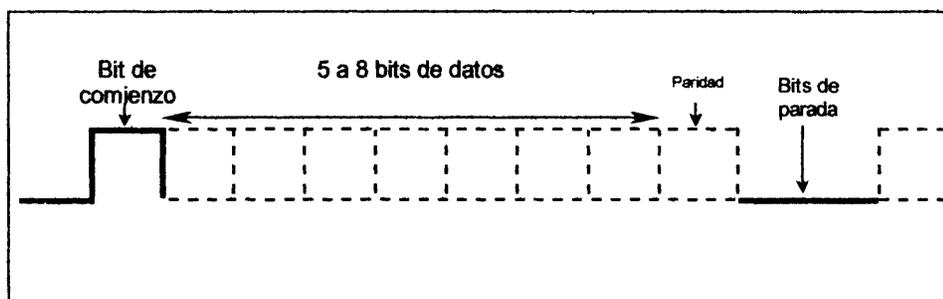
En este tipo de transmisión, se transmiten cadenas largas de bits, denominadas tramas, los cuales pueden ser sincronizados a través de la emisión de una señal de reloj en otra línea, o utilizando una codificación con transición en la mitad del intervalo, la cual se denomina Manchester; lo que permite que la resincronización entre el transmisor y el receptor sea en cada bit. Las tramas en la transmisión síncrona utilizan un patrón de

ocho bits para indicar el inicio y el final de cada trama, denominado indicador. Además se transmiten algunos bits de dirección y control luego del indicador inicial y bits para detección de errores antes del indicador final.

### **2.5.2 Transmisión Asíncrona**

En la transmisión asíncrona, los bits se transmiten en cadenas cortas de 5 a 8 bits, denominadas caracteres. La sincronización en este caso debe mantenerse durante todo el carácter, ya que el receptor puede resincronizarse al principio de cada carácter. Mientras no se transmite ningún carácter, la línea permanece en reposo, es decir, en el caso de la codificación NRZ-L, sería un nivel de tensión bajo. Al transmitirse un carácter, este viene precedido de un bit de inicio, que es un nivel de tensión alto, por lo que este cambio de nivel permite resincronizar el receptor. El carácter se transmite bit a bit desde el menos al más significativo. A continuación sigue un bit de paridad, si lo hay, que es un "1" o un "0", de tal manera que la suma de unos existentes en el carácter sea par o impar, dependiendo del tipo de paridad. La paridad también puede ser fija, es decir "marca", que representa un "1", y "espacio", que representa un "0". Al final se transmite un bit de parada, el cual corresponde a un nivel de tensión bajo, el cual puede tener una duración mínima de 1, 1.5 ó 2 tiempos de bit. Como el bit de

parada es igual al estado de reposo, el receptor está listo para recibir el bit de inicio del siguiente carácter para resincronizarse. Un diagrama de la transmisión asíncrona puede observarse en la figura No. 2-4



**Figura No. 2-4 Diagrama de la Transmisión Asíncrona**

La transmisión asíncrona requiere que por cada carácter (generalmente 8 bits), se transmitan 2 bits adicionales, que son los bits de inicio y parada, lo que da lugar a una eficiencia del 80%, ya que de los 10 bits transmitidos, sólo 8 contienen información.

## 2.6 La Interfaz RS-232

Para definir una interfaz, se deben considerar cuatro aspectos : mecánicas, físicas, funcionales y de procedimiento. En la interfaz RS-232, conocida actualmente como EIA-232 los estándares que comprenden estos aspectos son :

- Mecánicos :           ISO 2110
- Eléctricos :           v. 28

- Funcionales : v. 24
- De procedimiento : v. 24

La interfaz mecánica se refiere esencialmente a la distribución de los pines en el conector. Los conectores que pueden ser utilizados en esta interfaz son : DB-25 , DB-9 y RJ-45. Otras especificaciones mecánicas son :

- El computador (DTE) usa el conector macho
- El equipo de comunicaciones (DCE) usa conector hembra
- La longitud máxima recomendada para el cable es 50 pies
- La máxima capacitancia del cable debe ser 2500 pF

Las características eléctricas indican que la codificación a utilizarse es la NRZ-L, mencionada anteriormente, en donde un nivel de voltaje entre +3 y +15 V se considera alto, y un nivel entre -3 y -15 V se considera bajo. Estos voltajes son con respecto a una referencia de tierra común. Para las señales de control, la condición de encendido es con un nivel alto de voltaje, y la de apagado con un nivel bajo. Para los datos, el "0" binario se representa con un nivel alto de voltaje, y el "1" binario se representa con un nivel bajo. El margen de voltaje es suficientemente amplio para adaptarse a las fuentes de alimentación de los dispositivos, y para permitir la pérdida por la impedancia en los cables y por la carga. La máxima velocidad permitida en esta interfaz es 20 kbps.

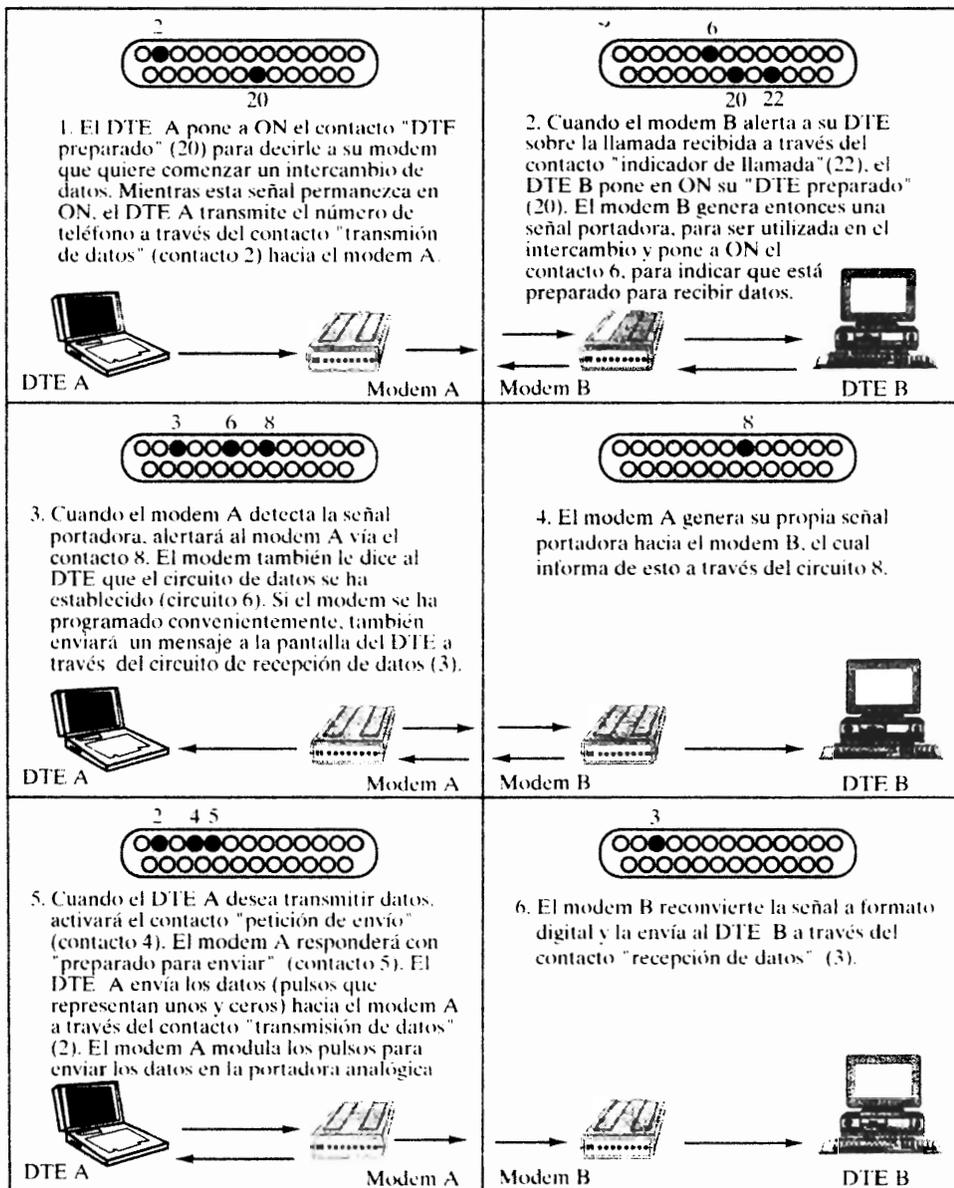
Las características funcionales especifican cuatro grupo de señales para esta interfaz : datos, control, temporización y tierra. La existencia de un circuito de datos primario en cada sentido permite el funcionamiento full duplex. Existe un circuito de datos secundario en cada sentido para el funcionamiento semiduplex. De las 15 señales de control, 6 son para la transmisión asíncrona, 3 para la transmisión síncrona, 3 son secundarias y 3 son para pruebas. Las señales de temporización son relojes de sincronización para la transmisión síncrona, y la señal de tierra sirve de referencia común para los otros circuitos. La explicación detallada de cada señal se indica en la Tabla I, así como la asignación de pines en los diferentes conectores. Se puede notar que para los conectores DB-9 y RJ-45, no se utilizan señales secundarias y sólo se usan las señales de control para transmisión asíncrona.

Las características de procedimiento indican la secuencia de eventos en que las diferentes señales se encenderán o se apagarán para permitir el flujo de información, tal como se detalla en la figura No. 2-5

**TABLA I ASIGNACIÓN DE LOS TERMINALES DE CONTACTO PARA INTERFAZ RS- 232.<sup>(1)</sup>**

| V.24                            | EIA-232 | DB-25 | DB-9 | RJ-45 | Nombre   | Dirección hacia: | Función   |
|---------------------------------|---------|-------|------|-------|--|------------------|---|
| <b>SEÑALES DE DATOS</b>         |         |       |      |       |  |                  |   |
| 103                             | BA      | 2     | 3    | 3     | Transmisión de datos                               | DCE              | Transmitidos por el DTE   |
| 104                             | BB      | 3     | 2    | 4     | Recepción de datos                                 | DCE              | Recibidos por el DTE  |
| 118                             | SBA     | 14    |      |       | Transmisión de datos secundario                    | DCE              | Transmitidos por el DTE   |
| 104                             | SBB     | 16    |      |       | Recepción de datos secundario                      | DTE              | Recibidos por el DTE  |
| <b>SEÑALES DE CONTROL</b>       |         |       |      |       |  |                  |   |
| 105                             | CA      | 4     | 7    | 6     | Petición de envío                                  | DCE              | El DTE desea transmitir   |
| 106                             | CB      | 5     | 8    | 7     | Preparado para enviar                              | DTE              | El DCE está preparado para recibir, respuesta a la petición de envío                      |
| 107                             | CC      | 6     | 6    | 2     | DCE preparado                                      | DTE              | El DCE está preparado para funcionar  |
| 108.2                           | CD      | 20    | 4    |       | DTE preparado                                      | DCE              | El DTE está preparado para funcionar  |
| 125                             | CE      | 22    | 9    |       | Indicador de llamada                               | DTE              | El DCE está recibiendo la señal de llamada por la línea                                   |
| 109                             | CF      | 8     | 1    |       | Detector de señal recibida                         | DTE              | El DCE está recibiendo una señal dentro de los límites apropiados por la línea            |
| 110                             | CG      |       |      |       | Detector de señal de calidad                       | DTE              | Indica si la propiedad de error es alta en los datos recibidos                            |
| 111                             | CH      |       |      |       | Selector de la razón de datos de la señal          | DCE              | Selecciona una de entre dos razones de datos  |
| 112                             | CI      |       |      |       | Selector de la razón de datos de la señal          | DTE              | Selecciona una de entre dos razones de datos  |
| 133                             | CJ      |       |      |       | Preparado para recibir                             | DCE              | Control de flujo ON/OFF   |
| 120                             | SCA     | 19    |      |       | Petición de envío secundaria                       | DCE              | El DTE desea transmitir en el canal   |
|                                 |         |       |      |       | Preparado para enviar secundario                   | DTE              | El DCE está preparado para recibir por el canal reverso                                   |
| 122                             | SCF     | 12    |      |       | Detector de señal recibida secundario              | DTE              | Igual que el 109, pero por el canal reverso   |
| 140                             | RL      | 21    |      |       | Bucle remoto                                       | DCE              | Solicita al DCE remoto que devuelva las señales recibidas                                 |
| 141                             | LL      | 18    |      |       | Bucle local  | DCE              | Solicita al DCE que devuelva las señales recibidas  |
| 142                             | TM      | 25    |      |       | Modo de test                                       | DTE              | El DCE se pone en modo de test  |
| <b>SEÑALES DE TEMPORIZACIÓN</b> |         |       |      |       |  |                  |   |
| 113                             | DA      |       |      |       | Temporización del elemento de señal de transmisión | DCE              | Señal de reloj: aparecen transiciones a ON y OFF en el centro de cada elemento de señal   |
| 114                             | DB      |       |      |       | Temporización del elemento de señal transmitido    | DTE              | Señal de reloj: tanto el 113 como el 114 están relacionados con la señal del circuito 103 |
| 115                             | DD      | 17    |      |       | Temporización del elemento de señal recibido       | DTE              | Señal de reloj para el circuito 104.  |
| <b>TIERRA</b>                   |         |       |      |       |  |                  |   |
| 102                             | AB      | 7     | 5    | 5     | Señal de tierra/retorno circuitos                  |                  | Referencia de tierra común para todos los circuitos                                       |

<sup>(1)</sup> Tomado del libro "Comunicaciones y Redes de Computadores", William Stallings, 5ª Edición, Página 149, Tabla 5.1



**Figura No. 2-5 Procedimiento de llamada en Interfaz RS-232<sup>(2)</sup>**

<sup>(2)</sup> Tomado del libro "Comunicaciones y Redes de Computadores", William Stallings, 5ª Edición, Página 153, Figura 5-7

## **2.7 Resumen**

La comunicación de datos, en una configuración simple, comprende el intercambio de información entre dos dispositivos conectados a través de algún medio de transmisión punto a punto.

Los datos, como son los portadores de información, requieren ser codificados en señales. Los datos analógicos son aquellos que pueden tener cualquier valor dentro de un intervalo continuo, los digitales toman valores discretos y tienen un número finito de formas de información, los binarios son convenientes para transmitirlos y almacenarlos.

En un sistema de comunicaciones, los datos se propagan de un punto a otro mediante señales eléctricas ya sean analógicas o digitales, para transmitirlos en forma analógica podemos usar un módem, y transmitirlos en forma digital se los representa por niveles de voltaje como por ejemplo los niveles TTL.

La modulación afecta a uno o más parámetros característicos de la señal portadora teniendo las modulaciones ASK, FSK y PSK.

GMSK es una modulación de fase continua, poseen una envolvente constante y excelentes características espectrales, esta es un tipo especial de modulación FSK que usa un filtro premodulador pasabajos, su función de transferencia es en forma de campana, de aquí el nombre de GMSK, es usada en radios móviles.

Hay dos formas de transmisión de datos en forma serial, síncrona y asíncrona; en la transmisión síncrona se puede transmitir en cadenas largas de bits, denominadas tramas, debiendo ser sincronizadas para poder realizar los muestreos de los bits transmitidos; la transmisión asíncrona se transmite en cadenas cortas de bits, llamadas caracteres, su sincronización se la hace al principio de cada carácter, mientras no se transmite ningún carácter la línea permanece en reposo, además este tipo de transmisión requiere de que por cada carácter se transmitan 2 bits adicionales, bit de inicio y bit de parada, reduciendo la eficiencia de la comunicación.

La interfaz RS-232 actualmente conocida como EIA-232 posee cuatro aspectos: mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento.

Las características mecánicas se refieren esencialmente a la distribución de los pines en el conector, otras especificaciones mecánicas son que tipo de conector posee el equipo, longitud máxima del cable, y capacitancia máxima del cable.

Las características eléctricas indican que codificación a usar, en este caso la NRZ-L o la velocidad máxima permitida en esta interfaz.

Las características funcionales especifican cuatro grupos de señales para esta interfaz: datos, control, temporización y tierra.

Las características de procedimiento indican la secuencia de eventos de las diferentes señales.

# **CAPÍTULO 3**

## **3 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA INSTALADO**

El Scorpio 2000, un sistema de enlace de datos multipunto, conformado por una estación transmisora, la cual es un helicóptero tipo Bell 230, y seis estaciones receptoras, denominadas estaciones base, que son corbetas misileras clase "ESMERALDAS", ha sido diseñado e instalado en estas unidades por la empresa inglesa Caledonian Airborne Systems.

El sistema obtiene los datos de posición de un posible blanco a través de un sistema de radar y navegación, instalado en el helicóptero. Esta información recibida es transformada a señales de radio UHF y transmitida por enlace de radio a las corbetas. En la misma, se transforman a señales digitales y luego la información es procesada y presentada en forma de texto en una pantalla de tubo de rayos catódicos (CRT) de 9".

Este sistema tiene actualmente deficiencias que no permiten explotar sus capacidades para agilizar el lanzamiento transhorizonte de misiles EXOCET

MM-40 de las corbetas, por lo que se requiere hacer un análisis del sistema para determinar los problemas que presenta para luego buscar soluciones.

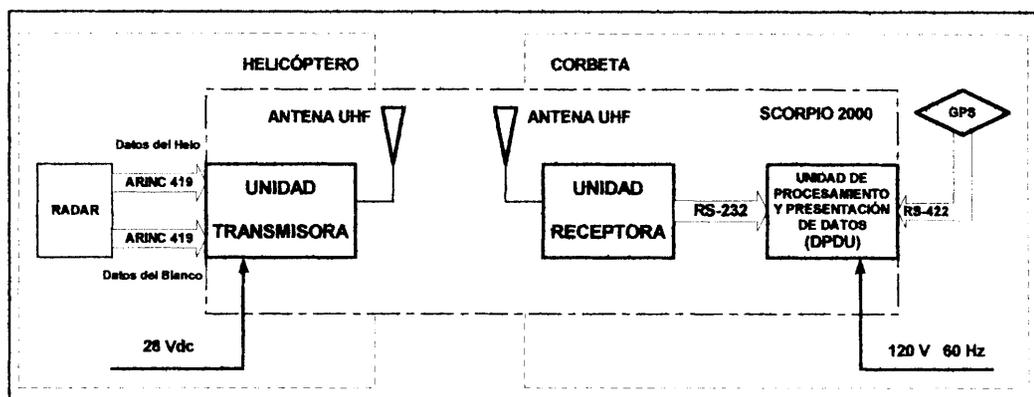
Es necesario estudiar los sistemas de posicionamiento global (GPS), la Instalación de Tiro Ligero (ITL) y el Indicador Panorámico Naval (IPN-10) existente en las corbetas para poder tener una idea clara antes de presentar las alternativas de solución.

### 3.1 Componentes del Sistema

**TABLA II**  
**COMPONENTES DEL SISTEMA "SCORPIO 2000"**

| <b>Componentes</b> | <b>Ubicación</b> | <b>No. de parte</b> |
|--------------------|------------------|---------------------|
| Unidad Transmisora | Helicóptero      | 066-0000-006        |
| Tray Assembly      | Helicóptero      | 066-0000-304        |
| Antena UHF         | Helicóptero      | --                  |
|                    |                  |                     |
| Unidad Receptora   | Estación Base    | 066-0000-003        |
| DPDU               | Estación Base    | 066-0000-002        |
| Antena UHF         | Estación Base    | 066-0000-005        |

Un diagrama de bloques del sistema "SCORPIO 2000" se puede observar en la figura No. 3-1.



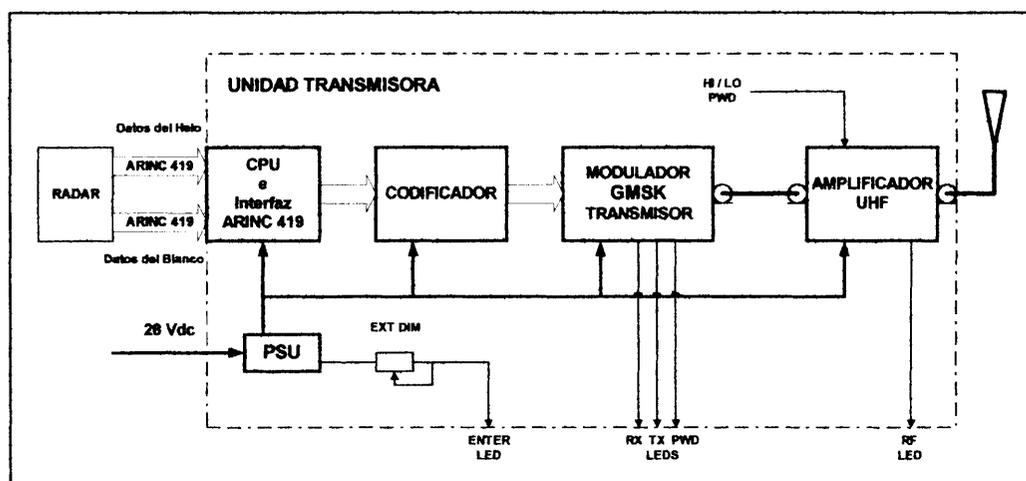
**Figura No. 3-1 Diagrama de bloques del sistema "SCORPIO 2000"**

### 3.1.1 Unidad Transmisora

La Unidad Transmisora toma el poder de alimentación requerido por sus componentes de la toma de 28 Vdc suministrada por el helicóptero, el cual puede ser aislado a través un interruptor en el panel frontal. La presencia de la entrada e integración del suministro de 12 Vdc interno, es indicada por la iluminación de la lámpara PWR.

Las entradas de datos del sistema de radar y navegación que contienen la información del helicóptero y del blanco designado, son etiquetados y transformados como una simple secuencia de datos seriales de longitud fija para la transmisión a través del enlace. Esta secuencia de datos es un arreglo que consiste de tres paquetes de datos idénticos, donde cada paquete es

precedido por un caracter preámbulo, y con un caracter separador entre cada palabra de datos. El mensaje completo es empaquetado por caracteres de inicio y fin, luego codificados, transformados a señales UHF con modulación GMSK, y amplificados para poder ser transmitidos a las estaciones base. Un diagrama de bloques de esta unidad puede observarse en la figura No. 3-2.



**Figura No. 3-2 Diagrama de bloques de la Unidad Transmisora**

Las características técnicas de la unidad transmisora las tenemos en la tabla III.

TABLA III

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA UNIDAD TRANSMISORA

| CARACTERÍSTICA           | VALOR  |
|--------------------------|--|
| Voltaje de entrada       | 28 Vdc   |
| Corriente de consumo     | 7.5 Amp  |
| Peso                     | 2.4 kg   |
| Dimensiones              | 322 x 93 x 198 mm  |
| Envoltura                | ARINC 404A 3/8 ATR                                       |
| Temperatura de operación | -10 a + 55 ° C   |
| Potencia de RF nominal   | 3W en modo potencia alta<br>300 mW en modo potencia baja |
| Banda de RF              | UHF  |
| Duración de Transmisión  | 200 ms   |

## 3.1.2 Unidad Receptora

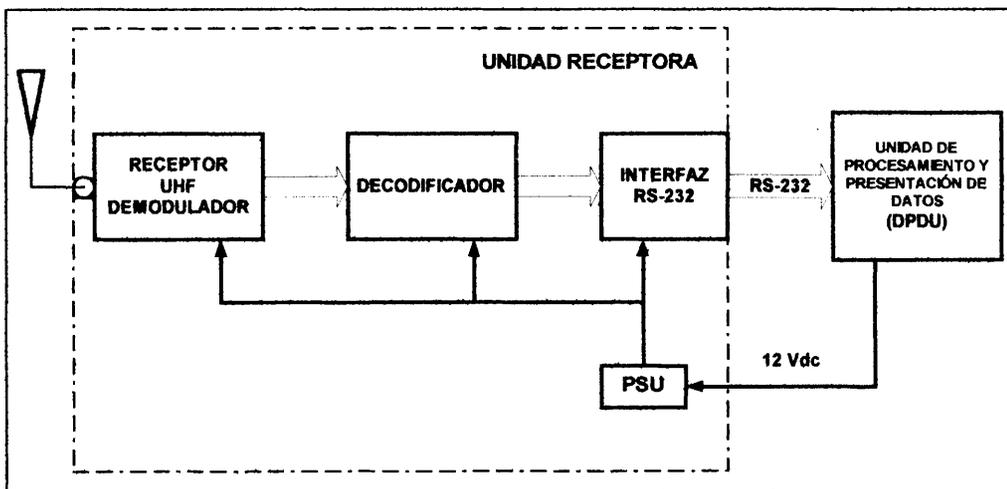
La Unidad Receptora está instalada en las estaciones base, en la parte interior del mástil y presenta un sellado hermético, lo que permite que no le influyan las interferencias electromagnéticas. Toma el poder de alimentación de 12 Vdc suministrado por el DPDU.

La unidad receptora recibe automáticamente cualquier transmisión UHF realizada por un helicóptero equipado con la unidad transmisora del Scorpio, recuperando los datos,

convirtiéndolos al formato de la interfaz EIA RS-232 y se transfieren al DPDU.

**TABLA IV**  
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA UNIDAD RECEPTORA**

| CARACTERÍSTICA           | VALOR                     |
|--------------------------|---------------------------|
| Voltaje de entrada       | 12 Vdc                    |
| Corriente de consumo     | 100 mA                    |
| Peso                     | 1.2 kg                    |
| Dimensiones              | 210 x 80 x 60 mm          |
| Envoltura                | ARINC 404A 3/8 ATR        |
| Temperatura de operación | -10 a + 55 ° C            |
| Sensitividad             | -118 dbm                  |
| Protocolo de entrada     | EIA RS-232 a 2400 baudios |



**Figura No. 3-3 Diagrama de bloques de la Unidad Receptora**

### 3.1.3 DPDU

La Unidad de Procesamiento y Presentación de Datos (DPDU - Data Processor and Display Unit) toma el poder de alimentación requerido por sus componentes del suministro de 115Vac 60 Hz de la estación base. Se encuentra montada en el COC<sup>(1)</sup> de las corbetas, sobre la ubicación del operador de guerra electrónica de la consola horizontal del IPN-10. La DPDU en sí es un computador industrial basado en el microprocesador 486 que recibe los datos enviados por el helicóptero a través de la unidad receptora. El sistema está diseñado para recibir los datos del GPS para obtener la posición del buque propio y con toda esa información calcular la marcación y distancia desde el buque propio al helicóptero y al blanco. Todos los datos y resultados son presentados en una pantalla de color de 9".

El sistema permite ingresar manualmente los datos de posición de cualquiera de las tres unidades, para que, en caso de que no se reciba alguna información, se puedan realizar los cálculos.

---

<sup>(1)</sup> COC es la abreviatura usado en la Armada del Ecuador para definir al Centro de Operación de Combate de las Corbetas, donde se procesa toda la información recibida por los sensores y se disparan las armas.



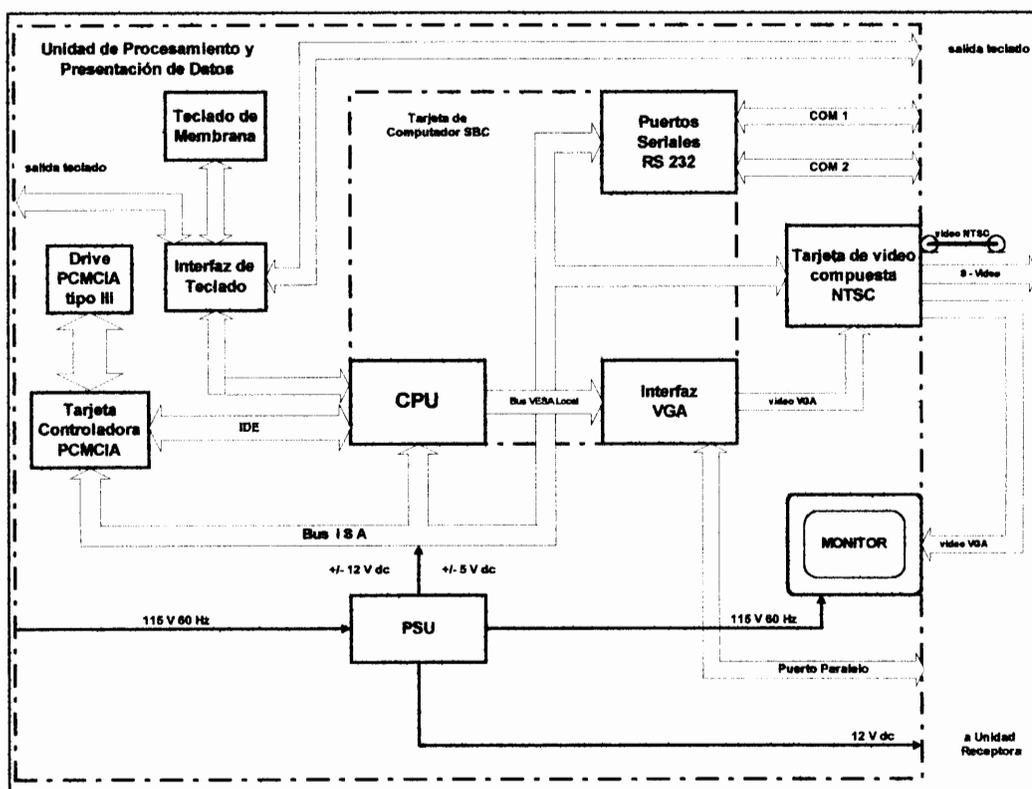
**Figura No. 3-4 El DPDU en el COC de la Corbeta**

**TABLA V**

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL DPDU**

| <b>CARACTERÍSTICA</b>    | <b>VALOR</b>              |
|--------------------------|---------------------------|
| Voltaje de entrada       | 90–135 V ac, 47–63 Hz     |
| Potencia de consumo      | 310 watts máximo          |
| Peso                     | 30 kg                     |
| Dimensiones              | 504 x 286 x 460 mm        |
| Temperatura de operación | 5 a + 55 ° C              |
| Datos de entrada COM1    | EIA RS-232 a 2400 baudios |
| Datos de entrada COM2    | EIA RS-422 a 4800 baudios |
| Procesador               | 486 DX4 – 100 MHz         |
| Memoria                  | 8 MB RAM, 128 kB caché    |
| Monitor                  | 9" SVGA                   |

Un diagrama de bloques de la unidad de procesamiento y presentación de datos se puede verificar en la figura No. 3-5.



**Figura No. 3-5 Diagrama de bloques de la DPDU**

Las partes que componen el DPDU son las siguientes :

- 01 chasis contra interferencias electromagnéticas
- 01 tarjeta backplane para bus ISA de 10 slots
- 01 fuente de poder (PSU) de +/- 5 V dc y +/- 12 V dc
- 01 tarjeta SIMM de 16 MB de SDRAM

- 01 Interfaz para teclado
- 02 puertos seriales basado en interfaz RS232 (COM1 y COM2)
- 01 Puerto paralelo
- 01 Interfaz para video VGA
- 01 Tarjeta de video compuesta
- 01 Monitor CRT de 9"
- 01 Tarjeta Interfaz de PCMCIA
- 01 Drive PCMCIA
- 01 Disco duro PCMCIA

### **3.2 Operación del Sistema**

El helicóptero detecta con su radar a un buque enemigo, con un joystick se ubica sobre el blanco y presiona un botón. Al hacer esto, la información de la posición del helicóptero en coordenadas terrestres (latitud y longitud), así como su rumbo y velocidad, y la posición del blanco en marcación y distancia con respecto al blanco y en latitud y longitud, es pasada al CPU de la unidad transmisora del SCORPIO 2000. En la unidad transmisora, los datos se convierten a señal de radiofrecuencia en la banda UHF como se explicó anteriormente, y esta señal es captada por la unidad receptora de la corbeta, la cual la transforma a señales digitales que son pasados al DPDU. El software del DPDU recibe estas señales, las convierte a datos y las interpreta,

para presentar en pantalla las posiciones geográficas del helicóptero y del blanco, y esperando el ingreso de la posición del buque propio (corbeta), para resolver el cálculo de la marcación y distancia al blanco con respecto al buque propio. Estos datos también son presentados en pantalla.

### **3.3 Deficiencias del Sistema**

El sistema Scorpio 2000 debe recibir la información de la posición del blanco transmitida por el sistema de radar y navegación del helicóptero, y del buque propio enviada por el Sistema de Posicionamiento Global GPS MAGNAVOX, sin embargo esta última información debe ser ingresada al sistema en forma manual, por lo cual el software no puede realizar el cálculo de la marcación y la distancia al blanco automáticamente.

El sistema Scorpio 2000 no tiene interfaces con la Instalación de Tiro Ligero (ITL) ni con el sistema de Comando y Control IPN-10, por lo que el cálculo que realiza tiene que ser ingresado manualmente a cualquiera de estos dos sistemas para realizar el disparo transhorizonte del misil.

Todos estos ingresos manuales provocan pérdida valiosa de tiempo en el proceso de lanzamiento de los misiles, disminuyendo la eficiencia operativa de la unidad.

**TABLA VI**  
**DEFICIENCIAS DEL SISTEMA "SCORPIO 2000"**

| CAUSA  | EFEECTO  | CONSECUENCIA   |
|--|--|--|
| Sistema actual no acepta el formato del mensaje de posición enviado por el GPS | Impide que el cálculo de la posición relativa del blanco sea automático                      | Pérdida valiosa de tiempo en el proceso de lanzamiento de misiles, disminuyendo la eficiencia operativa de la unidad |
| No existen interfaces con ningún sistema                                       | Dificulta el ingreso de la posición relativa del blanco al sistema de lanzamiento de misiles |  |
| Hardware del DPDU obsoleto   | Impide trabajar en ambiente Windows.   | No se puede utilizar de lenguajes de programación visuales.  |
| Discos duros dañados   | Impide que 2 de las 6 corbetas cuenten con el software del sistema                           | 2 unidades con sistema inoperativo   |

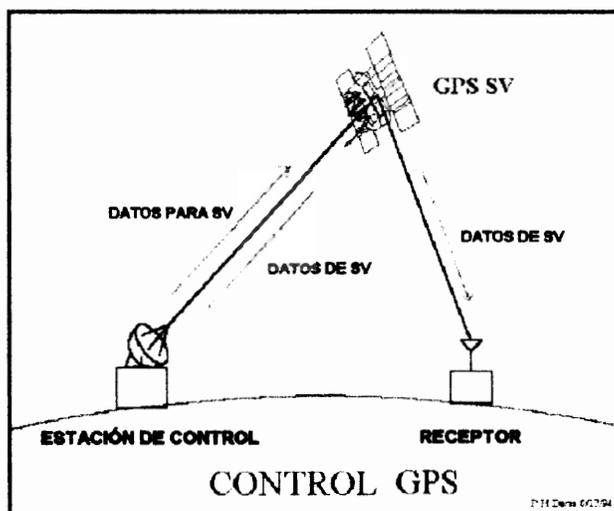
El hardware del DPDU del sistema se basa en el microprocesador 486, el cual ya es obsoleto y no permite trabajar en ambiente Windows. Además los discos duros del sistema están presentando fallas, lo mismo que las tarjetas, y no se tienen los manuales del sistema, ya que la compañía que lo instaló no dejó ninguna documentación del mismo, lo cual no permite su reparación.

En la tabla VI se resumen las deficiencias arriba indicadas.

### **3.4 El Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS - Global Positioning System) es un sistema de navegación y posicionamiento a nivel mundial, que está conformado por una constelación de 24 satélites en constante movimiento en órbitas alrededor de la tierra denominada

NAVSTAR, una red de estaciones de control en tierra y equipos receptores de navegación y posicionamiento para usuarios.

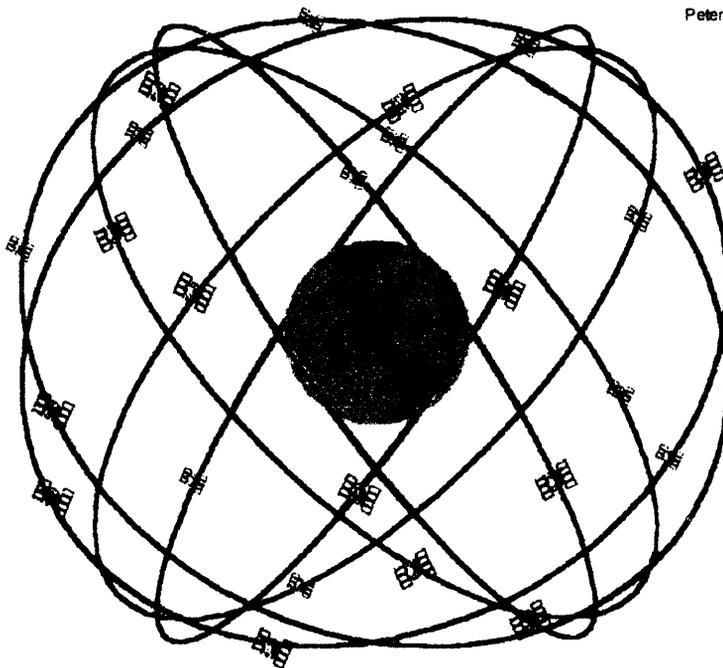


**Figura No. 3-6 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

La constelación NAVSTAR consiste de 24 satélites orbitando el planeta en un tiempo aproximado de 12 horas, en seis planos orbitales, los cuales están a aproximadamente 10900 millas náuticas sobre la tierra, y una declinación de 55 grados desde el ecuador.

Estos satélites transmiten información de tiempo y posición muy precisa, la cual es utilizada por un receptor GPS para triangular un fijo de posición. Para que el receptor determine la posición con respecto a la tierra, requiere conocer la ubicación de por lo menos tres satélites con respecto al receptor. El almanaque interno del receptor indica cuáles satélites están a la vista en una posición dada. Por lo tanto, se requiere ingresar la localización aproximada, fecha y hora, lo cual se

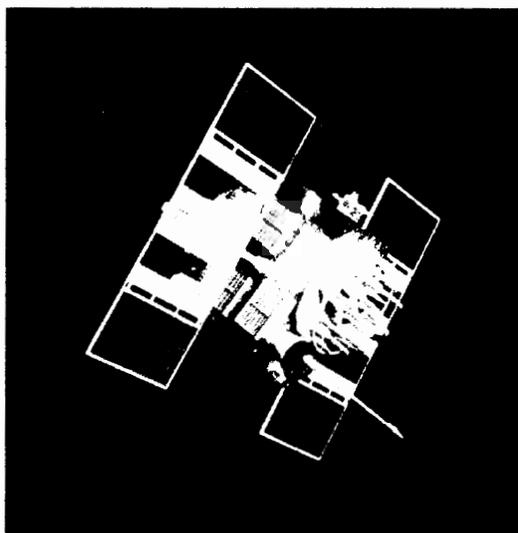
Peter H. Dana 9/22/98



**Figura No. 3-7 Constelación del GPS**

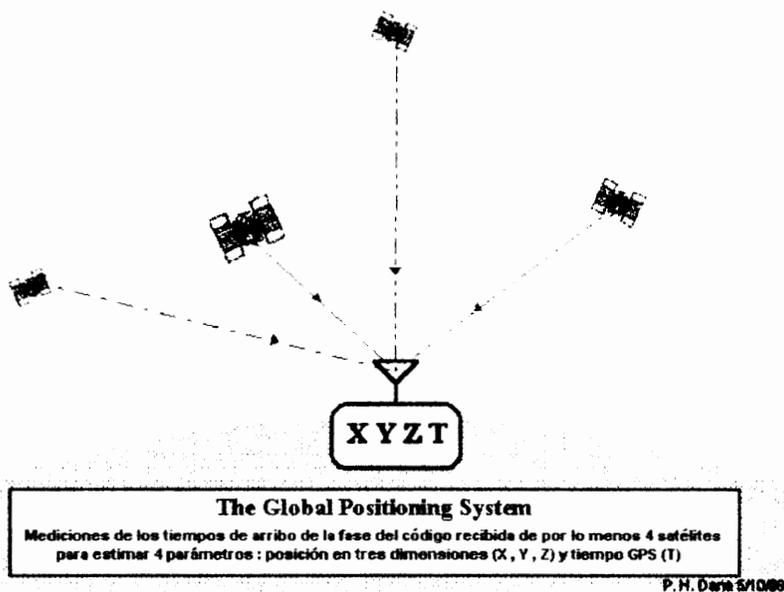
denomina inicializar el receptor, lo cual servirá como punto de referencia para que el receptor seleccione los mejores satélites que pueda utilizar.

Cada satélite transmite su localización precisa en posición y elevación, y el tiempo de inicio de transmisión. Un receptor GPS obtiene esa señal, luego mide el intervalo entre la transmisión y la recepción de la señal para determinar la distancia entre el receptor y el satélite. La posición ( en latitud, longitud y altura) puede ser determinada una vez que el receptor ha calculado la distancia con por lo menos tres



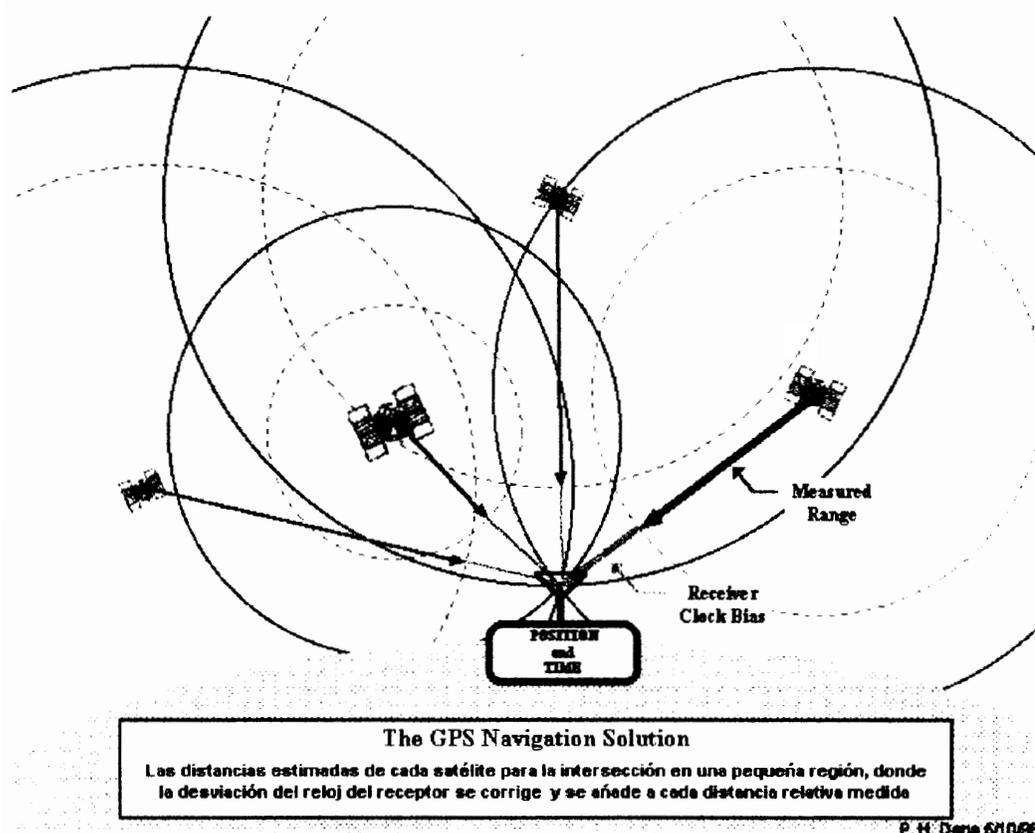
**Figura No. 3-8 Satélite del GPS**

satélites. El sistema provee una cobertura continua, de 24 horas y en 3 dimensiones (posición más elevación), en cualquier lugar de la tierra.



**Figura No. 3-9 (a) Determinación de Fijo de Posición**

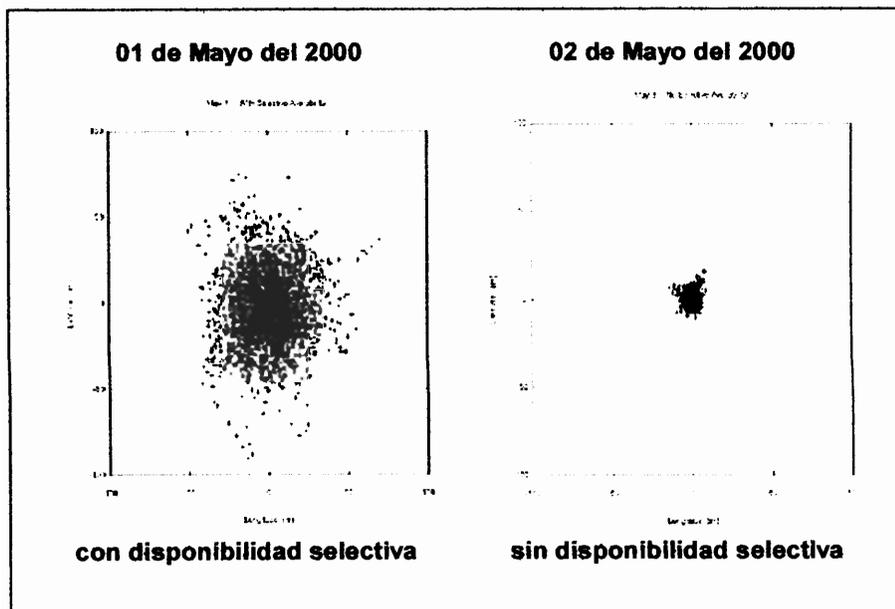
La información de posición entregada por el sistema GPS viene dado en coordenadas geográficas geodésicas, lo cual se explicará con mayor detalle en el anexo "A"



**Figura No. 3-9 (b) Determinación de Fijo de Posición**

El sistema GPS fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD) para proveer una información de navegación confiable y consistente que no es afectado por las rugosidades del terreno ni por el mal tiempo, y es altamente resistente a errores de trayectorias múltiples [multipath] e interferencia. Desde 1996, la Agencia Ejecutiva del GPS administra y controla el Sistema de

Posicionamiento Global. A pesar de que el GPS se desarrolló como un sistema de navegación militar, su uso civil y comercial surgió como una necesidad. Debido a esto, los satélites transmitían en dos códigos, un código encriptado de uso solamente militar (PPS) y un código de acceso civil (Standard Positioning Service - SPS), el cual es menos preciso que el anterior. Todos los GPS comerciales y para usuarios comunes son receptores SPS. Sin embargo, a partir del 02 de mayo del 2000, la disponibilidad selectiva (SA – Selective Availability) que introducía un error en el código SPS, fue apagada y, por lo tanto el error existente de aproximadamente 100 metros, se ha reducido a 10 metros.



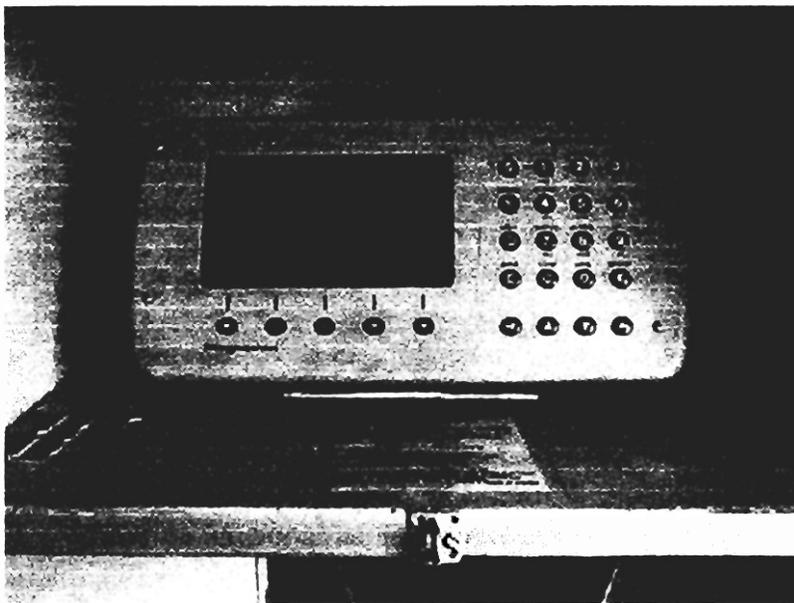
**Figura No. 3-10 Precisión del Sistema GPS**

Cada satélite transmite dos tipos de datos, almanaque y efemérides astronómicas diarias. Datos de almanaque es información general de localización aproximada y estado de cada satélite en la constelación. Esta información puede ser obtenida de cualquier satélite. Un receptor con un almanaque actualizado en su memoria conoce en qué lugar en el cielo buscar los satélites, dada su última posición conocida, la hora y la fecha. Datos de efemérides astronómicas es información de posición precisa de los parámetros orbitales del satélite que es usada para determinación de la distancia. Tanto los datos de almanaque y de efemérides son requeridos por un receptor GPS para localizar y adquirir satélites rápidamente y calcular un fijo de posición.

Las corbetas clase “ESMERALDAS” poseen un receptor de GPS marca MAGNAVOX MX-200, que envía datos de posición a través de dos salidas correspondientes al estándar NMEA 0183<sup>(1)</sup>, las cuales consisten de un par de cables cada una, por donde viajan señales codificadas en ASCII, en transmisión asíncrona, a una velocidad de 4800 bps, con 8 bits de datos, sin bit de paridad y un bit de parada (4800,N,8,1). Una explicación más detallada del estándar NMEA 0183 se detalla en el anexo B.

---

<sup>(1)</sup> El estándar NMEA 0183 fue desarrollado en EE UU para enviar información entre diversos equipos electrónicos, unificando los protocolos.



**Figura No. 3-11 Equipo Receptor GPS MAGNAVOX MX-200**

### **3.5 *La Instalación de Tiro Ligero (ITL)***

La Instalación de Tiro Ligero (ITL) constituye el sistema de armas para los misiles de alcance transhorizonte EXOCET MM-40, fabricados por la compañía francesa AEROSPATIALE.

La Instalación de Tiro Ligero permite iniciar la secuencia de disparo, alimentar a los misiles con todos los datos concernientes a las condiciones de fuego iniciales y realizar el disparo de hasta seis misiles desde las corbetas clase "ESMERALDAS".

La ITL está conformado por los siguientes componentes :

- Panel Comando
- Unidad Central

- Convertidor de Frecuencia
- Unidades de alimentación DC
- Paneles de interconexión
- Unidad de Bloqueo
- Lanzadores

El panel comando cumple las siguientes tareas :

- Poner en funcionamiento la instalación
- Seleccionar los misiles
- Control y presentación de la secuencia de disparo
- Establecimiento y visualización de los parámetros del misil
- Ingresar o ver la información del blanco recibida

La unidad central sirve para :

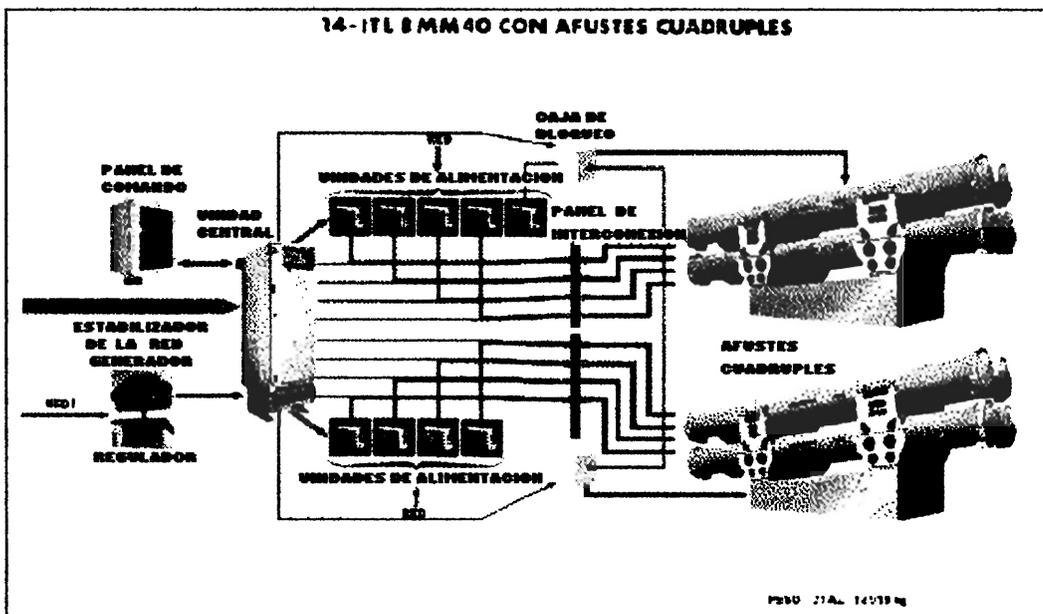
- Distribuir el poder que requieren los demás componentes
- Integrarse con los sistemas de los que recibe información
- Elaboración de la secuencia de disparo de acuerdo a las órdenes recibidas del panel comando
- Enviar y recibir información de los misiles

El convertidor recibe los 440V 60Hz del poder de a bordo y entrega 115V 400Hz trifásico que requiere el sistema.

El panel de interconexión asegura la conexión entre la unidad central, las fuentes de poder y los misiles.

Las unidades de alimentación DC proveen los 27 V dc que requieren la unidad de bloqueo y cada uno de los misiles

La unidad de bloqueo controla un sistema amortiguador que permite que el lanzador esté fijo a la cubierta del buque



**Figura No. 3-12 Diagrama de bloques de la Instalación de Tiro Ligero**

La Instalación de Tiro Ligero tiene dos entradas de señales de sincro de 115V – 400Hz, denominadas DB1 y la DB2, y una entrada manual a través de l panel comando, DB3. Las señales sincro que recibe la ITL entregan dos datos, el de marcación y el de distancia relativas del blanco al que se requiere disparar los misiles con respecto al buque propio. Las señales sincro se explican con mayor detalle en el anexo C.

### **3.6 El Indicador Panorámico Naval (IPN-10)**

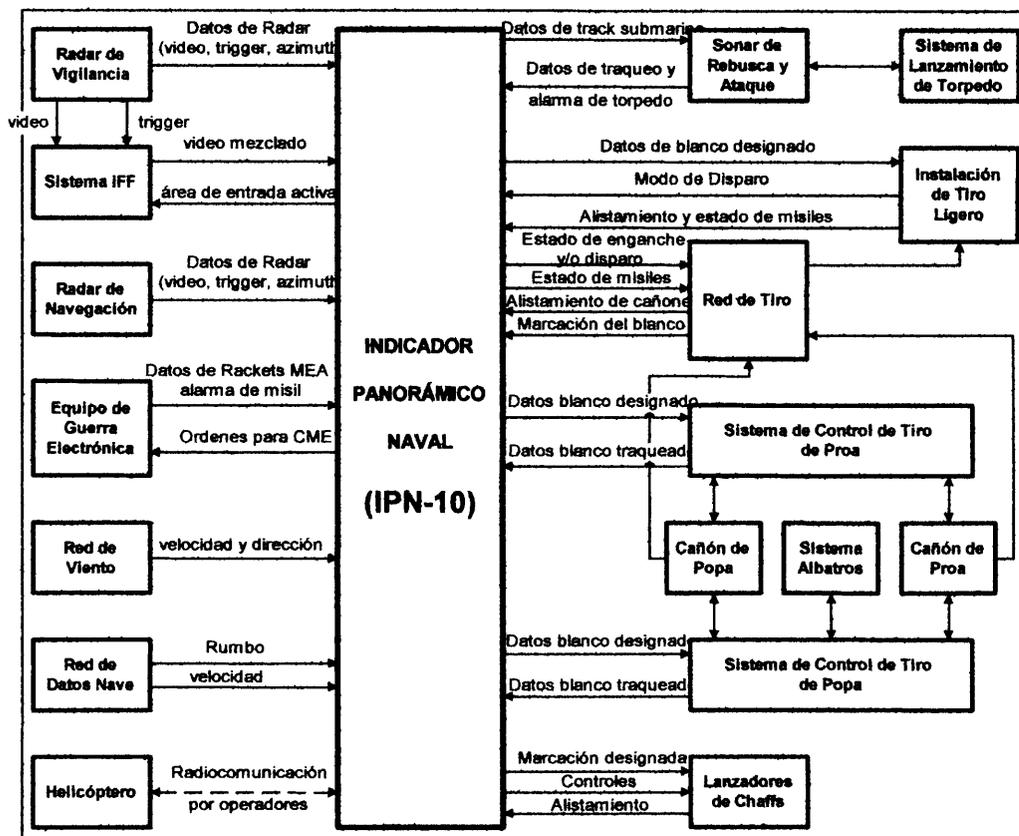
El Indicador Panorámico Naval (IPN-10) es un sistema de comando y control desarrollado por la compañía italiana SELENIA. Este es un sistema automático que procesa todos los datos que envían los sistemas de detección activos y pasivos, los cuales son filtrados, presentados y convertidos a órdenes para coordinar con los sistemas de armas existentes a bordo, lo que permite un corto tiempo de reacción ante la amenaza.

Las funciones fundamentales que realiza este sistema son las siguientes:

- Recibir la información y datos desde los sensores de a bordo o desde cualquier fuente externa posible.
- Proveer a cada instante una presentación clara y completa de la situación táctica, aérea, de superficie y submarina.
- Conseguir una evaluación rápida de la situación presente
- Proveer información apropiada para conducir la navegación.

Un diagrama en bloque del IPN-10 y los sistemas con los que está integrado se detalla en la figura No. 3-13

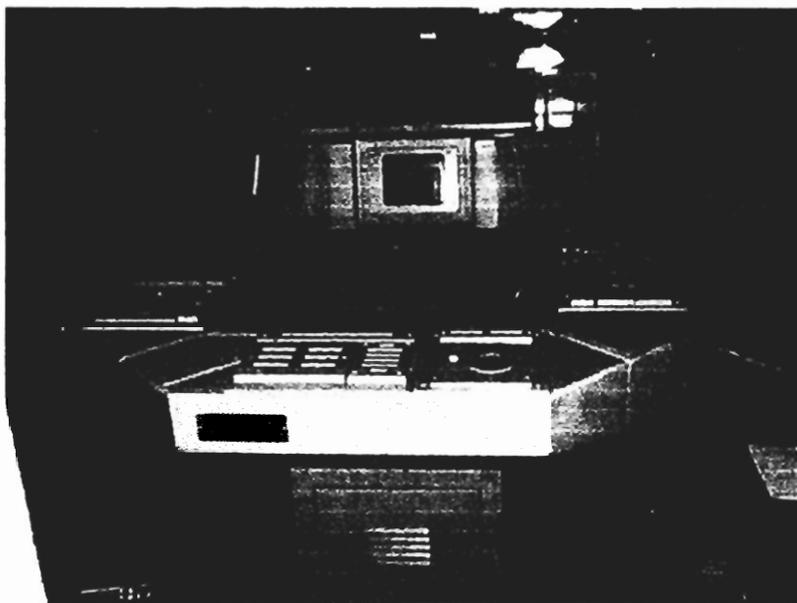
El IPN-10 tiene varias entradas para obtener información de los sensores de a bordo, entre los que se destaca el protocolo NTDS, el cual consiste de señales digitales diferenciales de nivel TTL, las cuales



**Figura No. 3-13 Diagrama de bloques de la interacción del Indicador Panorámico Naval con otros sistemas**

6 pares corresponden a señales de control y 16 pares a bits de datos.

Este protocolo se detalla en el anexo D.



**Figura No. 3-14 El Indicador Panorámico Naval en el COC**

### **3.7 Resumen**

El sistema Scorpio 2000 está instalado en las corbetas clase "ESMERALDAS", este obtiene la posición de un posible blanco a través de un sistema de radar y navegación instalado en el helicóptero, información que es transmitida a la corbeta vía UHF, datos que sirven para el lanzamiento de misiles transhorizonte. El sistema comprende de unidad transmisora (Helo), unidad receptora (corbeta), sus respectivas antenas, y sus unidades de procesamiento (en helo y corbeta).

El helicóptero detecta y captura un posible blanco, los datos son transmitidos a la corbeta donde se procesan y presentan en el DPDU.

El sistema actual no acepta el formato del mensaje enviado por el GPS, no existe interfaces con ningún sistema, lo que ocasiona una perdida valiosa de tiempo en el proceso de lanzamiento de misiles, además el hardware del DPDU se encuentra obsoleto y a empezando a presentar daños.

El GPS es un sistema de navegación y posicionamiento a nivel mundial, desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con el objeto de proveer información de navegación confiable y consistente, este transmite en dos códigos: uno encriptado, uso militar, y uno de acceso civil ; el 02 de mayo del 2000 se abrió al uso civil la señal antes exclusiva de uso militar, por lo cual el error se ha reducido de 100 a 10 metros.

La ITL es el sistema de armas para los misiles transhorizonte EXOCET MM-40, el mismo que alimenta al misil con todos los parámetros necesarios para su lanzamiento.

El IPN-10 es un sistema de comando y control, este recibe la información y datos de los sensores a bordo, provee una presentación clara y completa de la situación táctica, aérea, de superficie y submarina para poder evaluar la situación y conducir la navegación

# CAPÍTULO 4

## 4 DISEÑO DEL PROTOTIPO

Una vez analizado el sistema y verificado sus deficiencias, es necesario plantear lo que se quiere realizar con este trabajo, buscar las posibles soluciones, analiza y escoger la más adecuada.

Se debe diseñar, tanto en hardware como en software, las soluciones que permita optimizar el sistema y que satisfaga los requerimientos del usuario.

### 4.1 *Hipótesis y Alternativas de Solución*

Hipótesis :

***Optimizar el proceso de lanzamiento transhorizonte de los misiles EXOCET MM-40 de las corbetas clase "ESMERALDAS", desarrollando un software de control para el DPDU y las interfaces necesarias que permitan recibir la posición del blanco enviada por el helicóptero, recibir la posición del buque propio entregada por el sistema GPS, procesar estos datos y enviar la***

***información que requiere la Instalación de Tiro Ligero, sin la intervención de operadores.***

De acuerdo a las deficiencias vistas en el capítulo anterior, al problema se lo puede dividir en tres partes:

#### **4.1.1 Integración al GPS**

Aquí tenemos dos alternativas : la primera es utilizar el mismo software MAPS que posee el sistema actualmente, buscando una manera de modificar el formato que envíe el GPS de tal manera que sea aceptado por el sistema. Esto parece sencillo, pero requiere de mucha investigación para determinar los formatos y protocolos, así como realizar diferentes pruebas. Pero hay que considerar que al lograr esto, sólo solucionamos este problema, pero no dejamos alternativa de expandir el sistema para enviar información. Inclusive esta alternativa fue desarrollada, pero no fue adoptada por no ser conveniente, pero el análisis del formato de las señales del GPS sirvieron para ejecutar la siguiente alternativa.

La otra alternativa es realizar un software desarrollado por nosotros, que permita realizar todo lo que el software MAPS hace, es decir, recibir, procesar y presentar la información enviada por el helicóptero y poder realizar ingresos manuales de posición cuando no se reciba información correctamente.

Además, debe recibir y procesar la información de posición propia que envía el GPS y poder ser modificado para enviar información que otros sistemas requieran. Esto requiere de más investigación y pruebas que la opción anterior, pero nos da más opciones a futuro y se elimina la dependencia extranjera en cuanto al software. Un lenguaje de programación que fácilmente nos permitiría realizar este software es el MS Visual Basic, ya que posee ayudas que facilitan la programación. Pero ahí surge otro inconveniente, que necesariamente el hardware del computador debe ser actualizado con procesador Pentium.

#### **4.1.2 Modernización del DPDU**

Del computador que posee actualmente el DPDU no se tiene ningún manual ni configuración interna del mismo, lo que no permite su reparación. Las tarjetas y los discos duros ya están presentando fallas, por lo que deben ser cambiados. Para solucionar esto, tenemos tres alternativas:

Reemplazar el DPDU por un computador personal PC existentes en el mercado interno, los cuales son baratos y con procesadores Pentium III. Además estos computadores existen en el mercado nacional, por lo que su adquisición no toma mucho tiempo. La desventaja es que estos computadores no

soportan las vibraciones y la interferencia electromagnética de los sistemas electrónicos existentes a bordo.

Otro camino es utilizar el mismo computador, pero colocarle discos PCMCIA de mayor capacidad. Pero no se tienen los diagramas ni especificaciones para la configuración de la tarjeta y los discos PCMCIA son costosos. Se intentó utilizar discos duros tipo IDE de mayor capacidad, pero el computador no funcionaba correctamente.

También se puede buscar en el mercado exterior tarjetas de computadores industriales tipo SBC<sup>(1)</sup> como la existente actualmente, pero que sean más avanzadas y permitan trabajar bajo el sistema operativo Windows 95. Estas tarjetas son costosas, pero resistente a vibraciones, y se utiliza el mismo chasis, que atenúa la interferencia electromagnética.

#### **4.1.3 Integración a Otros Sistemas**

Se puede integrar el sistema SCORPIO 2000 a la Instalación de Tiro Ligero, utilizando una interfaz que convierta las señales digitales (la forma que un computador puede enviar señales) a

---

<sup>(1)</sup> SBC es la abreviatura de Single Board Computer, que son computadores industriales que vienen la mayor parte de sus componentes en una sola tarjeta.

señales de sincro (las cuales son recibidas por la ITL) a la entrada DB2 de la instalación y utilizar un conmutador para selección entre NA-21<sup>(1)</sup> y SCORPIO 2000. Para este diseño se necesitan integrados convertidores digital-sincro, los cuales son costosos.

También se puede realizar esta integración utilizando multiplexores para selección entre datos digitales de NA-21 y SCORPIO 2000, antes de la conversión Digital-Sincro que ocurre en la interfaz NA-21 – ITL, pero el inconveniente ahí es que vamos a utilizar circuitos de un sistema (NA-21) que en realidad se pierde la independencia de sistemas, es decir, si es que el sistema NA-21 presenta fallas, no se podría enviar información del sistema SCORPIO a la ITL, a pesar de que estos últimos funcionen correctamente.

Otra alternativa es integrar el sistema SCORPIO 2000 al Indicador Panorámico Naval (IPN-10), el cual es un sistema de comando y control que recibe todas las informaciones de los sensores de abordó y envía información a los sistemas de armas, y como ya existe interfaz entre el IPN-10 y la ITL, se estaría integrando indirectamente el SCORPIO a la ITL. Luego de un análisis de señales y protocolos, se determinó que

---

<sup>(1)</sup> NA-21 es la denominación que tienen las centrales de tiro, las cuales están conformadas por un radar que ilumina al blanco y componentes electromecánicos que hacen las correcciones necesarias para que dicho blanco no salga del haz del radar.

técnicamente la mejor opción es enviar la información del SCORPIO a la IPN-10 utilizando el protocolo NTDS, pero reemplazando a las entradas de los sistemas NA-21. Pero esto operativamente no es factible, ya que no se puede eliminar la integración entre los sistemas NA-21 la IPN-10, que es prioritaria a la SCORPIO – IPN-10.

En la Tabla VII se resume el análisis de las alternativas propuestas.

**TABLA VII**  
**ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

| INTEGRACIÓN AL GPS   |   |   |
|--|---|---|
| ALTERNATIVA  | VENTAJAS  | DESVENTAJAS   |
| Recibir la información del GPS por COM3, modificar el formato de acuerdo al requerido por el software MAPS, y enviarlo al COM2                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No requiere mucha programación</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Al no tener las fuentes de software, no se puede expandir el sistema</li> <li>▪ Se requiere un puerto adicional</li> </ul> |
| Realizar un nuevo software en MS Visual Basic que reciba la información del helicóptero y la del GPS, y calcule la marcación y distancia al blanco | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El software sería realizado por nosotros, lo que permitiría expandir el sistema</li> <li>▪ Visual Basic posee ayudas que facilitan la programación</li> <li>▪ Se elimina dependencia extranjera</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es más complicado</li> <li>▪ Requiere plataforma Windows.</li> <li>▪ Requiere actualización del computador</li> </ul>      |
| MODERNIZACIÓN DEL COMPUTADOR   |   |   |
| Utilizar computadores personales existentes en el mercado interno  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Son económicos</li> <li>▪ El proceso de adquisición es rápido</li> <li>▪ Son de última tecnología</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No son resistentes a las condiciones de a bordo</li> </ul>   |
| Utilizar el mismo computador, pero cambiando los discos PCMCIA con otros de mayor capacidad  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resiste las condiciones de a bordo</li> <li>▪ No es afectado por la interferencia electromagnética</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los discos PCMCIA son muy costosos</li> <li>▪ No se puede reparar computador en caso de que presente problemas</li> </ul>  |

| ALTERNATIVA  | VENTAJAS   | DESVENTAJAS  |
|--|--|--|
| Utilizar el mismo chasis, pero utilizar una tarjeta SBC (Single Board Computer) disponibles en el mercado extranjero | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resiste las condiciones de a bordo</li> <li>▪ No es afectado por la interferencia electromagnética</li> <li>▪ Permite trabajar en ambiente Windows</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El computador es costoso</li> </ul>                         |
| <b>INTEGRACIÓN A OTROS SISTEMAS</b>  |  |  |
| Integrar el sistema a la Instalación de Tiro Ligero con interfaz Digital-Sincro                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No se interfiere con otros sistemas</li> <li>▪ Ofrece el envío directo de información al sistema de armas</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Requiere utilizar componentes costosos</li> </ul>           |
| Integrar el sistema a la Instalación de Tiro Ligero digitalmente en la interfaz NA21-ITL                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ofrece el envío directo de información al sistema de armas</li> <li>▪ La interfaz es totalmente digital</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utiliza circuitos del sistema NA-21</li> </ul>              |
| Integrar el sistema al Indicador Panorámico Naval  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Permite la presentación visual de la posición del blanco en el teatro táctico</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Requiere sacrificar la interfaz con otro sistema</li> </ul> |

#### **4.2 Hardware Requerido**

Como se determinó que deben utilizarse tarjetas SBC para el hardware del DPDU, se buscó en el mercado extranjero a través de Internet este tipo de tarjetas, considerando que deben utilizarse en el chasis existente en cada una de las unidades tipo "Corbeta".

Por su precio y por adaptarse a los requerimientos exigidos, se determinó que la tarjeta NuPRO-590, fabricada por la compañía ADLink Technology Inc. Y distribuida en EE.UU. por la compañía Circuit Specialists.

NuPRO-590 es una tarjeta de computador industrial para procesadores Pentium, diseñada para ambientes industriales rigurosos, la cual posee las siguientes características :

- Procesadores Socket 7
- Velocidad del bus de 66 MHz
- Juego de circuitos integrados Intel 430TX
- Sockets DIMM con capacidad hasta 256 MB de SDRAM
- Integrado C&T 69000 VGA para pantallas de cristal líquido (LCD) y de tubo de rayos catódicos (CRT)
- Puerto serial COM1 basado en interfaz RS232
- Puerto serial COM2 configurable a interfaz RS232, RS422 ó RS485
- Puerto paralelo bidireccional de alta velocidad SPP/ECP/EPP
- Interfaz Ethernet Base-T 10/100 Mbps

Estas características son suficientes para que el software a desarrollar se ejecute sin problemas y permite expandir el sistema posteriormente.



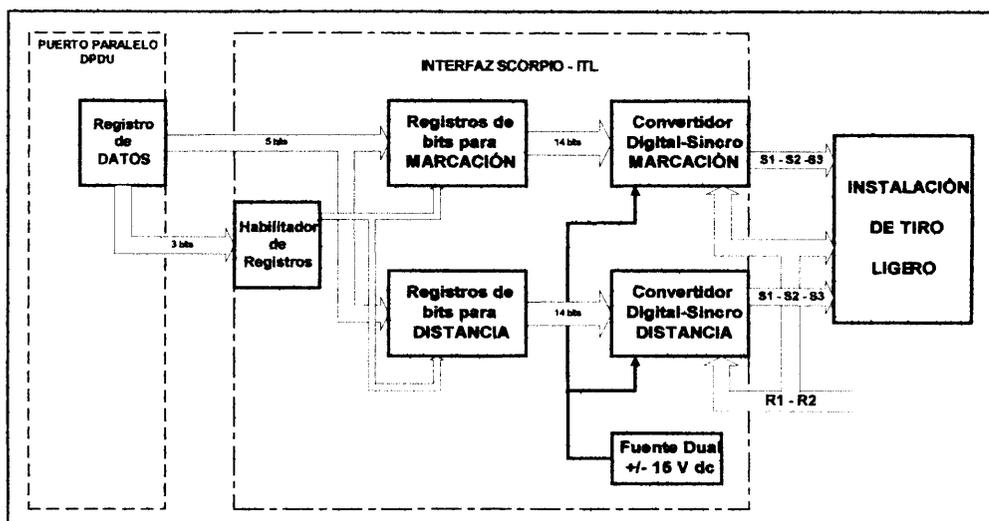
**Figura 4-1 Tarjeta NuPRO-590**

### **4.3 *Diseño de Interfaz DATALINK – ITL***

Para realizar la interfaz con la Instalación de Tiro Ligero, se determinó que debe utilizarse la entrada DB2, la cual recibe señales síncronas, y el computador sólo puede entregar señales digitales, es necesario utilizar dos integrados convertidores Sincro-Digitales, uno para entregar la marcación y otro para la distancia, los cuales cada uno requiere 14 bits para realizar la conversión. En total se requieren 28 bits, por lo que, como se terminó que la mejor opción es utilizar un puerto paralelo, multiplexando los bits y cargándolos en registros.

Los 8 bits del registro de datos se dividieron en 3 de selección y 5 de datos. Los tres bits de selección nos dan 8 combinaciones, lo que nos permitiría utilizar hasta 40 bits. De las 8 combinaciones utilizamos sólo 6, por lo que tenemos 30 bits disponibles. Los bits de selección son utilizados para indicar a cuál de los 6 registros deben cargarse los 5 bits de datos, que llegan a las entradas de todos los registros.

Un diagrama en bloques de la interfaz diseñada puede observarse en la figura No. 4-2



**Figura 4-2 Diagrama en bloques de Interfaz Datalink – ITL**

#### **4.4 Diseño del Software**

Para modernizar el sistema “SCORPIO 2000”, considerando que no se tienen las fuentes del software original, es necesario diseñar un nuevo software que permita controlar los puertos de entrada para recibir los diferentes datos que el sistema requiere, así como la capacidad para poder interpretar la información que contienen los mismos y enviar las señales que otros sistemas requieren para el lanzamiento de misiles.

El software a diseñar debe tener las siguientes características :

- Debe de estar acorde con la tecnología actual (correr en ambiente Windows)
- Debe ser amigable con el usuario.

- Debe permitir visualizar en pantalla todas las posiciones en coordenadas terrestres involucradas en el sistema, es decir del buque propio, del helicóptero y del blanco, así como la marcación y distancia de los dos últimos con respecto al buque propio.
- Debe estar en capacidad de leer dos puertos de comunicaciones para recibir la información enviada por el sistema GPS y la Unidad Receptora.
- Debe poseer un puerto adicional para enviar información a otros sistemas.

Se utilizó como lenguaje de programación al MS Visual Basic 5.0 que permite diseñar el software con las características mencionadas anteriormente y además ofrece las siguientes ventajas :

- Permite desarrollar ambientes visuales con componentes tales como cuadros de texto, cuadros de mensaje, cuadros de gráficos, etc.; sin utilizar mucho código de programación, lo que facilita la programación al diseñador.
- Ofrece una ayuda denominada "Libros en pantalla" [VB OnLine], que da explicaciones claras y detalladas de cómo desarrollar partes del software inclusive con ejemplos, por lo que no se necesita ser un experto programador, sino solamente tener pleno conocimiento de qué es lo que se quiere hacer.
- Posee la ayuda "Asistente para instalar aplicaciones", que explica paso a paso cómo realizar el programa de instalación de software

desarrollado, buscando componentes tales como archivos de sistema que son necesarios para ejecutar el software.

El programa para el sistema "SCORPIO 2000" debe recibir información tanto del GPS (posición del buque propio) como de la unidad receptora (posición del helicóptero y del blanco), además de la plataforma inercial, para así calcular la posición del blanco con respecto al buque propio y enviar esa información a la Instalación de Tiro Ligero (ITL), lo cual es necesario para el lanzamiento de los misiles. Para esto se ha diseñado un formulario principal en Visual Basic 5.0 conformado por varias subrutinas y funciones que cumplen tareas específicas.

#### **4.4.1 Subrutina de Recepción y Conversión de los Datos**

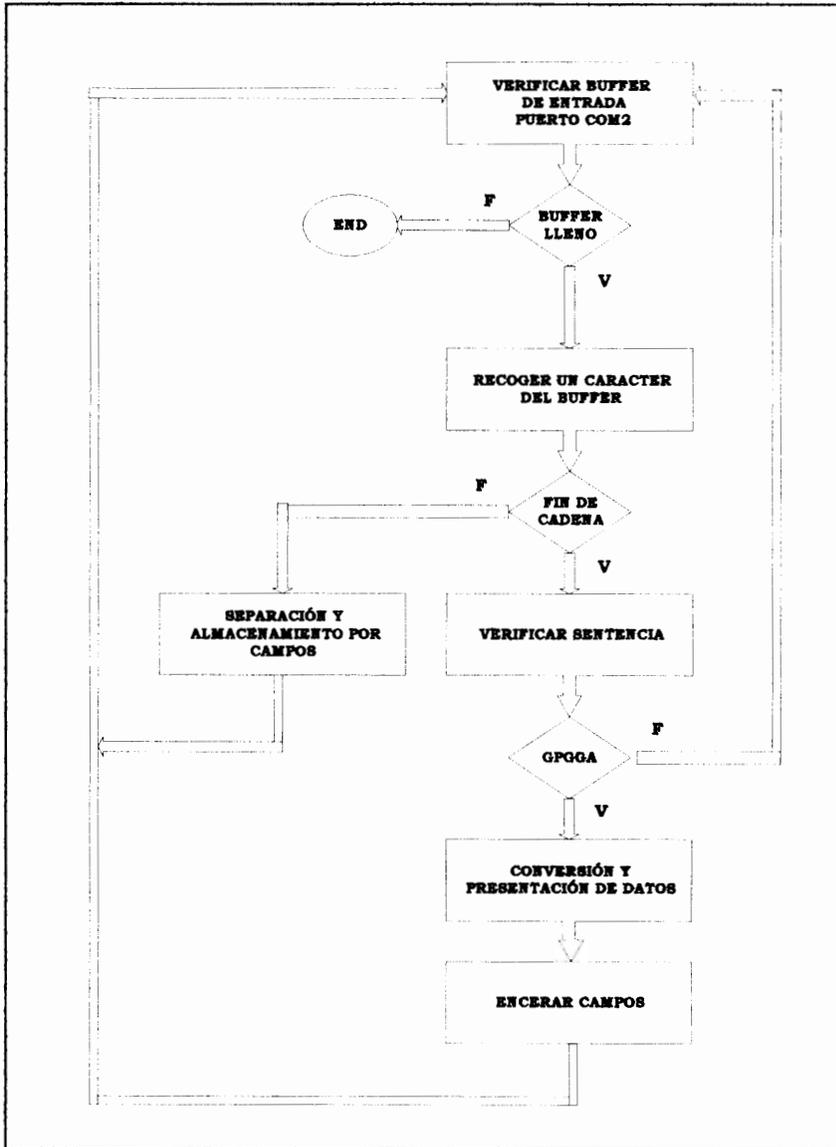
##### **Enviados por el Sistema GPS**

Esta subrutina, llamada GPSdatos, utiliza el control ActiveX de Comunicaciones (Microsoft Comm Control 5.0), el cual permite el manejo adecuado de los puertos de comunicaciones seriales del computador (COM1 y COM2). Es preferible que se utilice un puerto con interfaz RS-422, ya que este estándar considera entradas y salidas diferenciales, y la señal enviada por el GPS es de este tipo. En el computador que vamos a utilizar, el puerto que tiene esta característica es el COM2.

Para obtener la información de la posición del buque propio, se utiliza la sentencia GGA del estándar NMEA 0183, descrito en el

capítulo anterior. Tal como se puede observar en el formato de esta sentencia, los datos correspondientes a cada campo vienen separados por comas. Entonces, la subrutina diseñada para obtener la posición del blanco en latitud y longitud se muestra en el diagrama de flujo de la Figura No. 4-3

Cada vez que se encuentra información en el búfer de recepción del puerto COM2, se leen los caracteres ASCII contenidos en el mismo, y se guardan en una variable llamada RCV, y se envía la misma información por el mismo puerto, para permitir a otros sistemas una conexión indirecta al sistema GPS. Para separar los campos, se han utilizado las variables de campo CERO, UNO, DOS, TRES, etc.; y la variable DATO, la cual sirve para leer, caracter por caracter, la información contenida en la variable RCV. Se verifica si el caracter leído es una coma, si es una coma, se incrementa el puntero J en uno, caso contrario, se añade ese caracter a la variable de campo que apunta J. Si el caracter guardado en DATO es el correspondiente al Chr (10), entonces se convierten los datos de tal manera de obtener la latitud y longitud del buque propio, separada en grados, minutos, segundos y hemisferio.



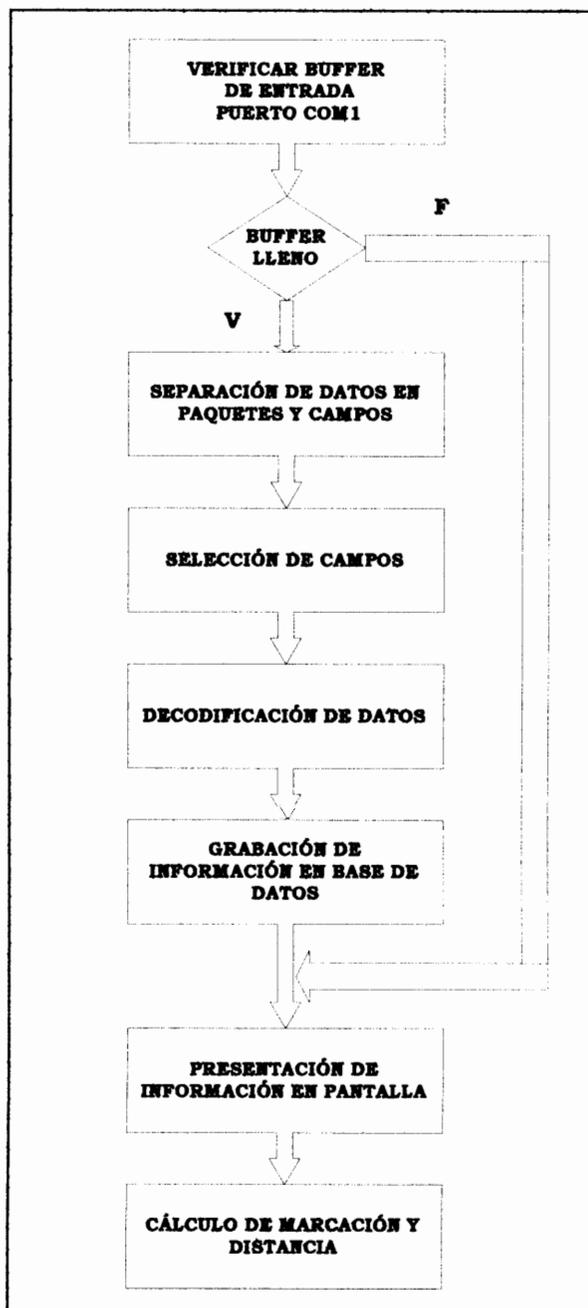
**Figura 4-3 Diagrama de Flujo de la Subrutina GPSdatos**

Además se guarda la latitud y longitud total (en minutos) de tal manera de que sirva para realizar el cálculo de marcación y distancia al blanco. Luego de realizar la conversión, se encera el puntero J y las variables de campo para que estén listas para almacenar nueva información.

#### **4.4.2 Subrutina de Recepción y Conversión de los Datos Enviados por el Enlace de Radio con el Helicóptero**

Al igual que la subrutina anterior, también se utiliza el control ActiveX de Comunicaciones (Microsoft Comm Control 5.0), para obtener la información que envía el helicóptero, a través del módem. En este caso la interfaz que tiene el módem es RS-232, por lo que vamos a utilizar el puerto COM1 para obtener los datos.

Las señales enviadas por el módem de la Unidad Receptora son recibidas por el búfer de recepción del puerto COM1, las cuales tienen un formato codificado, cuyos campos están separados por comas. Es necesario recibir en este caso los caracteres uno por uno, ya que pueden haber caracteres NULL, los cuales no se pueden guardar en variables tipo string, por lo que cada vez que llegue uno de estos caracteres, se lo reemplaza por otro que según un análisis del formato realizado, no puede ser enviado por la Unidad Receptora.



**Figura 4-4** Diagrama de Flujo de la Subrutina HELOdatos

Se utiliza una variable tipo matriz de cadena [string matriz], llamada Campo (I,J), donde I es el número correspondiente al

paquete de información (los cuales son tres), y J es el número del campo correspondiente. Cada carácter recibido es añadido a la cadena del campo y paquete correspondiente. Luego de que se han recibido todos los caracteres, se comparan los mismos campos de cada paquete, y si dos son iguales, se considera ese campo válido. Luego, los campos válidos son transformados a latitud y longitud con una subrutina llamada DECODER, y cada dato transformado es presentado en pantalla y guardado en una base de datos, utilizando el control DATA.

#### **4.4.3 Subrutina de Cálculo de Marcación y Distancia desde el Buque Propio al Buque Blanco o Helicóptero.**

Para realizar el cálculo de marcación y distancia, lo más exacto sería utilizar las coordenadas UTM para el mismo, o en su defecto, utilizar trigonometría esférica; pero al estar nosotros en una localización privilegiada, es decir entre 3° N y 3° S, el error en el cálculo si se utiliza trigonometría plana es mínimo. El error máximo existente al usar trigonometría plana ocurre en la determinación de la diferencia de longitudes, el cual es dado aproximadamente por la fórmula :

$$e = 1 - \cos \text{latitud} \quad (4.1)$$

por lo que, el error a una latitud de 3° es de 0.14%, y a 8° es de 0.97%. Además, al estar solamente en el hemisferio de longitud W, sólo se consideraría este caso.

Lo primero que hace esta subrutina es determinar los casos, dependiendo del hemisferio de la latitud. Luego se calculan las dimensiones de los lados de los triángulos, dependiendo del caso. Para el caso de que el lado correspondiente a la longitud sea cero, se determina si la variable MARCACION es  $000^\circ$  ó  $180^\circ$ , dependiendo de si el blanco está más al Norte o más al Sur del buque propio, respectivamente.

Si hay diferencia de longitud, se determinan si el ángulo de referencia es  $090^\circ$  ó  $270^\circ$ , dependiendo de que si el blanco está más al Este o más al Oeste del buque propio. Luego se calcula el ángulo reducido, aplicando la función de arcotangente y multiplicando por el factor de conversión de radianes a grados. Ese valor se suma o se resta del ángulo de referencia, dependiendo de la latitud del buque propio; determinándose así la variable MARCACIÓN.

Para la variable DISTANCIA, se calcula la hipotenusa del triángulo formado por la diferencia de latitudes y longitudes, las cuales constituyen los catetos del triángulo, aplicando el teorema de Pitágoras.

#### **4.4.4 Subrutina de Envío de Marcación y Distancia a la ITL**

Para enviar la marcación y distancia a la ITL, es necesario utilizar un control ActiveX llamado LPTek, el cual nos permite

manejar los 3 registros del puerto paralelo : datos, estado y control.

De acuerdo a la interfaz diseñada, primero se debe leer el rumbo de la unidad, haciendo 4 lecturas de los 4 bits correspondientes a las posiciones 6, 5, 4 y 3 del registro de estado. Por lo tanto, hay que descartar el bit más significativo, por lo que al valor leído se le resta 128 si el número leído es mayor; y los tres bits menos significativos deben descartarse, por lo que al resultado anterior se lo divide para 8. Luego a este número se le calcula el complemento a 15, porque la lógica utilizada en los convertidores es negativa. Luego a cada lectura se le da su ponderación correspondiente para obtener la palabra de 14 bits en valor decimal y ese resultado se transforma al rumbo, considerando que el bit más significativo del rumbo es  $180^\circ$ .

Para enviar los datos a la ITL se necesitan enviar 14 bits para el dato de marcación y 14 para el dato de distancia, pero como por el registro de datos podemos enviar sólo 8 bits, tres serán de selección de registros y 5 de datos. Para el caso de la marcación, se debe determinar primero la marcación relativa, restando la verdadera del rumbo, y tomando en cuenta que el bit más significativo para el convertidor equivale a  $180^\circ$  y la palabra es de 14 bits, por lo que hay que convertir el valor de la

marcación relativa a una palabra de 14 bits, pero como tenemos 5 bits de datos, convertimos 3 grupos de 5. En cada grupo se le da el valor correspondiente en decimal a los tres bits más significativos que corresponden a la selección. Luego, se verifica si la marcación es mayor que el valor del bit de datos que estamos verificando, y si es así, se le suma al puerto el valor correspondiente ese bit, y se le resta el valor de marcación de ese bit. Se realiza lo mismo con los bits de datos correspondiente a cada grupo y al final, se manda por el puerto paralelo el valor decimal de ese grupo. Se hace lo mismo con cada grupo.

#### **4.5 Resumen**

El diseño comprende obtener soluciones tanto de hardware como de software, para optimizar el lanzamiento transhorizonte de los misiles EXOCET MM-40.

La integración de la señal del GPS al DPDU tubo dos alternativas, modificar el formato que envía el GPS o desarrollar un nuevo software, la segunda opción fue la desarrollada debido a la necesidad de integrar a los demás sistemas, necesidad que con la primera opción no era posible.

El DPDU necesitaba ser modernizado debido a que el hardware ya esta empezando a dar problemas por el tiempo de uso, además su procesador es 486 y no permitió la instalación de Windows 95, sistema

operativo en el que trabaja MS Visual Basic, este lenguaje fue elegido debido a la facilidad de programación.

Para integrar el sistema a la ITL es necesario utilizar una interfaz que convierta las señales digitales, que envía el DPDU a señales sincro, señales que recibe la ITL, para esta solución es necesario usar convertidores Digital-Sincro, utilizando el canal de datos NA-21 - ITL, la selección de datos sería a través de un conmutador (NA-21 o Scorpio 2000),

Otra alternativa era integrar el sistema a la IPN-10 mediante el protocolo NTDS, utilizando el canal de datos NA-21 – IPN-10, solución técnicamente viable pero operativamente no aceptable.

El hardware seleccionado fue la tarjeta NuPRO-590, tarjeta de computador industrial para procesadores Pentium, esta permite ejecutar el software y expandir el sistema posteriormente.

En la interfaz DATALINK – ITL se usará el puerto paralelo del DPDU, multiplexando los bits y cargándolos en registros, las señales de los registros son convertidas de digital a sincro, forma en la cual recibe la ITL (marcación y distancia al blanco), además se determino la necesidad de conocer el rumbo de la unidad debido a que la ITL recibe marcación relativa a la proa del buque , por lo cual se necesita recibir datos de la PL41, para que el DPDU reciba estos datos se debe convertir la señal sincro que entrega la PL41 a digital para poder a

través de los registros de control y estado del puerto paralelo recibir el rumbo de la unidad.

El software a desarrollar debe ser amigable con el usuario, permitiendo visualizar en pantalla la información, manejar los puertos seriales de comunicaciones, y el puerto paralelo para enviar y recibir datos de otros sistemas, por lo cual se eligió MS Visual Basic 5.0 que realiza lo anteriormente mencionado y es fácil de manejarlo.

El software debe tener cuatro subrutinas:

Subrutina de recepción y conversión de datos enviados por el GPS

Subrutina de recepción y conversión de los datos enviados por el enlace de radio con el helicóptero

Subrutina de cálculo de marcación y distancia desde el buque propio al buque blanco o helicóptero

Subrutina de envío de marcación y distancia a la ITL.

# CAPÍTULO 5

## 5 DESARROLLO DEL PROTOTIPO

### 5.1 *Pruebas Realizadas*

En primer lugar, se obtuvo el formato de la sentencia GGA enviada por el GPS a través de un programa llamado PROCOMM, que permite visualizar en caracteres ASCII los datos recibidos por los puertos de comunicaciones. Obtenida esa información, se elaboró la subrutina de recepción y conversión de los datos enviados por el GPS en el laboratorio de correderas de los talleres de DIECAR, obteniéndose resultados satisfactorios.

El siguiente paso fue recibir los datos enviados por el helicóptero y luego demodulados por la Unidad Receptora. Para realizar esto se encontraron dos dificultades. La primera fue la disponibilidad de helicópteros, ya que había que solicitar a la Aviación Naval que disponga que uno de ellos vuelen y transmitan posiciones de diferentes puntos, tanto por el sistema SCORPIO 2000 como por fonía, para así obtener una base de datos que nos permita descifrar el código

de la señal ya demodulada. Luego de un análisis de los datos obtenidos, se obtuvo una primera idea de cómo era el formato de los datos enviados por el helicóptero, y se realizó con el mismo la subrutina de recepción y conversión de los datos enviados por el enlace de datos con el helicóptero, así como la subrutina de cálculo de marcación y distancia, y se integraron en un formulario con la subrutina anterior. Ahí surgió la segunda dificultad, ya que la información que se recibía era incompleta y no permitía la conversión de datos. Se volvió a revisar detalladamente la información levantada, y luego de un profundo análisis se detectó que, bajo ciertas circunstancias, llegan caracteres NULOS, es decir que los ocho bits del mismo son ceros, lo cual no podía ser interpretado por el PROCOMM, y en el caso de la subrutina diseñada, se cortaba la cadena de datos recibida. Además uno de esos caracteres llegaba siempre luego del encabezado del mensaje, por lo que no se recibía información. Para solucionar este problema, hubo que rediseñar la subrutina de recepción y conversión de los datos enviados por el enlace de datos con el helicóptero, haciendo que se reciba la información carácter por carácter, y cada vez que llegaba un carácter NULO, se lo reemplazaba por otro carácter, y así se solucionó el problema. Las pruebas luego de esta corrección fueron satisfactorias

Para integrar el sistema SCORPIO a la Instalación de Tiro Ligero se elaboró un software de prueba que convertía la marcación y la distancia simulados por variables de texto a dos palabras de 14 bits,

los cuales eran transmitidos por el puerto paralelo, a través el registro de datos del mismo, enviando 3 bits para la selección del registro y 5 bits de datos para así obtener los 28 bits necesarios, tal como se describió en el numeral 3.3 del capítulo anterior. Para enviar los bits al registro de datos, se utilizó un archivo tipo dll llamado inpout32.dll, utilizando la dirección del puerto 378h. Esos 6 grupos de 8 bits (3 de selección y 5 de datos) eran enviados al circuito descrito en el numeral antes mencionado, y la salida del mismo son 2 grupos de 14 bits cada uno, los cuales ingresan a los convertidores digital-sincro respectivos. Las salidas de los convertidores (señales sincro S1 – S2 – S3) eran enviadas a un repetidor de giro (marcación) y a un display digital (distancia) para verificar que los valores que mostraban estos equipos correspondían a los ingresados por software. Los valores presentados eran correctos, por lo que nos preparamos para realizar las mismas pruebas a bordo.

Al realizar las pruebas a bordo, conectando las salidas de sincro a la red de tiro, nos dimos cuenta de un inconveniente : la marcación que recibe la ITL es relativa y no verdadera, por lo que se necesita saber el rumbo que lleva el buque.

Para solucionar este inconveniente utilizamos un integrado convertidor sincro-digital, ya que la Plataforma Inercial<sup>(1)</sup> PL-41 envía también este

---

<sup>(1)</sup> La plataforma inercial es un sistema basado en giróscopos que entrega información de la orientación con respecto al Norte Geográfico, así como los ángulos instantáneos de movimiento en los tres ejes.

tipo de señales. Hicimos pruebas nuevamente en laboratorio, donde utilizamos un equipo simulador al que se le ingresa un valor de rumbo y entrega señales sincro. La descripción de este cambio está descrita en el siguiente numeral. Estas pruebas tuvieron éxito y se realizaron las mismas pruebas a bordo, donde ya no hubieron inconvenientes, y el circuito diseñado es el que se describe en el numeral 4-3. Se mandó entonces a Nivel III<sup>(2)</sup> la confección de la tarjeta.

Una vez confeccionada la tarjeta, se realizaron nuevamente pruebas a bordo, donde se determinó que la tarjeta funcionaba correctamente.

## **5.2 Implementación Final**

El programa diseñado comprende 8 formularios, tal como se detalla a continuación :

- frmLogin : Formulario de ingreso de usuario y contraseña
- frmSplash : Formulario de presentación de la carátula
- frmPpal : Formulario Principal
- frmHelo : Formulario de ingreso manual de posición del helicóptero

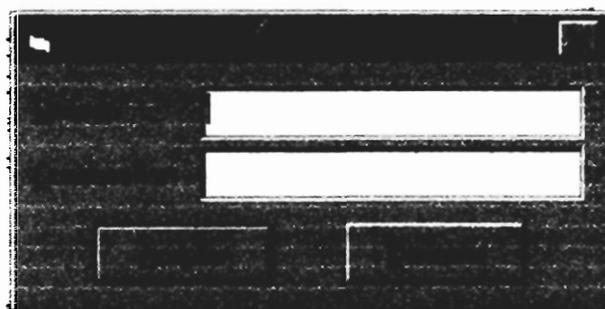
---

<sup>(2)</sup> Nivel III es un departamento de la Dirección de Electrónica, Comunicaciones y Armamento de la Armada destinado al diagnóstico, reparación, diseño y manufacturación de tarjetas electrónicas

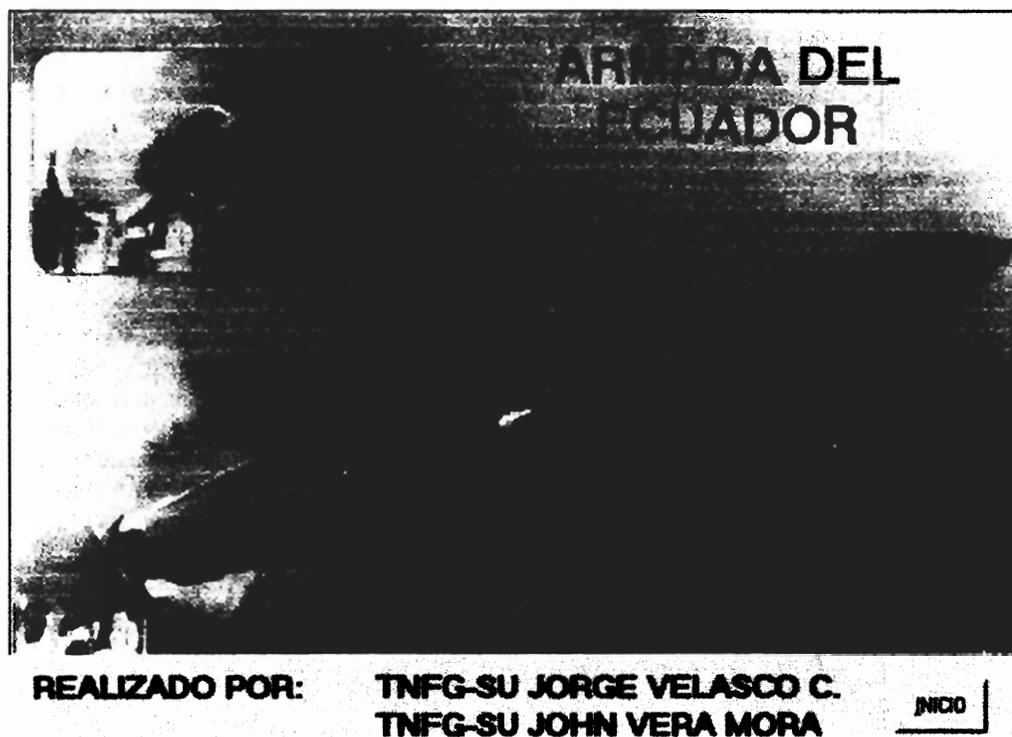
- frmBlanco : Formulario de ingreso manual de posición del blanco
- frmPropio : Formulario de ingreso manual de posición del buque propio
- frmPasado : Formulario de envío de datos pasados
- frmSecun : Formulario Secundario

El formulario frmLogin se carga al iniciar el programa, para lo cual se debe colocar el nombre del usuario y una contraseña que, si es la correspondiente, permite el acceso al programa, cargándose el formulario frmSplash; caso contrario, sale del mismo.

Al cargarse el formulario frmSplash, aparece una carátula de presentación, además posee un botón de Inicio que al presionarlo, da acceso al formulario principal frmPpal



**Figura 5-1 Formulario de Ingreso de Usuario y Contraseña**



**Figura 5-2 Formulario de Presentación de Carátula**

Las subrutinas explicadas en el numeral 4.4 del capítulo anterior se encuentran todas en el formulario principal.

Los formularios frmHelo, frmBlanco y frmPropio serán utilizados para ingresar manualmente la posición correspondiente, en caso de que el enlace de datos o GPS tengan fallas. Para ingresar a estos formularios, se debe presionar las teclas funcionales F2 (Helicóptero), F3 (Blanco) ó F4 (Propio), que se encuentran en la parte inferior del formulario principal. El formulario, una vez cargado, presenta una

apariencia como se puede observar en la figura No. 5-3. Estos formularios utilizan etiquetas [Label] para los símbolos y frases;

**Figura 5-3 Formulario de Modo Automático e Ingreso Manual de Posición del Blanco**

cuadros de texto [TextBox] para el ingreso de grados, minutos y segundos, tanto de la latitud como de la longitud de la posición correspondiente; y un botón Aceptar [Command Button] para validar los datos, el cual también funciona con la tecla ENTER.

Cada cuadro de texto permite solamente el ingreso de números, y para mayor facilidad, al cargar el formulario, en los cuadros de texto

aparece el número que se encontraba en su etiqueta correspondiente en el formulario principal. Si se ingresan números superiores a los permitidos, sale un cuadro de mensaje [MsgBox] que dice "NUMERO NO PERMITIDO", al querer validar los datos.

Al apretar el botón Aceptar del formulario (o presionar la tecla ENTER), los datos ingresados pasan a llenar las etiquetas correspondientes del formulario secundario (de Modo Manual), ya que el formulario principal es usado cuando todos los ingresos de datos son automáticos y el secundario cuando alguno no lo es.

| DATOS DEL BUQUE                     | DATOS DEL HELO         | DATOS DEL BLANCO       |
|-------------------------------------|------------------------|------------------------|
| LAT 00.15.47.0                      | LAT 00.10.00.0         | LAT 00.10.00.0         |
| LON 113.07.00.0                     | LON 113.07.00.0        | LON 113.07.00.0        |
| 28.0.0.0                            | 28.0.0.0               | 28.0.0.0               |
| RUMBO<br>000.0                      | MARCACION<br>284.6 GRA | MARCACION<br>284.6 GRA |
| HORA Y FECHA<br>08:26:54 26/10/2000 | DISTANCIA<br>28.47 MN  | RELATIVA<br>284.6 GRA  |
| HELO                                | BLANCO                 | PROPIO                 |
| ENLACE ITL                          | <b>DATOS PASADOS</b>   | ENCERRAR               |
|                                     |                        | FIN                    |

**Figura 5-4 Formulario de Modo Manual**

El formulario principal y el secundario son similares, apareciendo las posiciones geográficas en la parte superior : la del buque propio del lado izquierdo, la del helicóptero en el centro y la del buque blanco en el lado derecho. En la parte inferior, al lado izquierdo aparece el rumbo del buque propio, en el centro la posición relativa (marcación y distancia) del helicóptero con respecto al buque

propio, y en el lado derecho la posición relativa (marcación y distancia) del buque blanco con respecto al buque propio; tal como se puede observar en la figura No. 5-4. Más abajo aparecen botones para seleccionar las opciones para pasar a los otros formularios. En el formulario secundario, los datos que se obtienen automáticamente se presentan en color amarillo, y los que se ingresan manualmente se presentan en color celeste.

En lo referente a la interfaz una vez realizadas las pruebas a bordo, se determinó que la marcación que requiere la ITL es relativa, mientras que la proveniente del cálculo de posiciones geográficas es verdadera, por lo que se necesita conocer el rumbo que lleva la corbeta, lo cual puede ser leído de las señales que llegan al repetidor de giro de la plataforma inercial PL41, las cuales también son síncronas. Por lo tanto se requiere un integrado convertidor Sincro-Digital, los cuales entregan 14 bits. Para que el computador reciba estos bits, podemos utilizar 2 bits del registro de control (salida) para selección y 4 bits del registro de estado (entrada) para los datos. Los 2 bits de selección

nos dan 4 combinaciones, por lo que utilizando 4 multiplexores 4 a 1, podemos leer 16 bits. Un bit más del registro de control es para enviar una señal IINH que requiere el convertidor sincro-digital. Además al mismo repetidor llega la referencia de voltaje de 115V 400Hz, que puede ser utilizado por los convertidores Digital-Sincro.

Un diagrama de bloques de la interfaz definitiva puede observarse en la figura No. 5-5

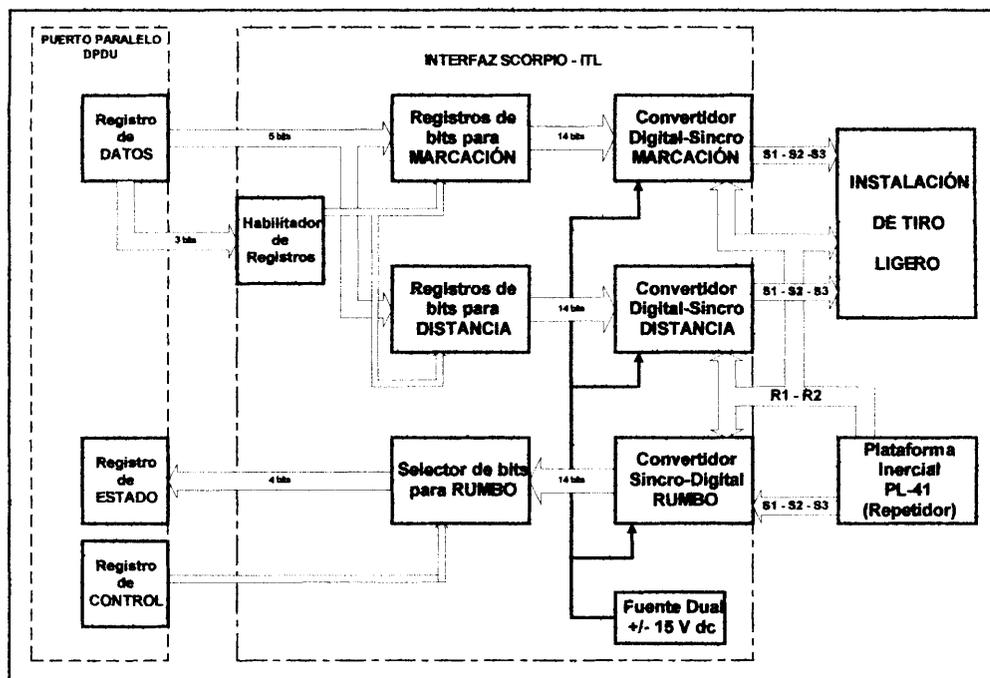


Figura 5-5 Diagrama en bloques de Interfaz Datalink - ITL

### **5.3 Instalación y Pruebas En Corbeta**

#### **5.3.1 Instalación de la tarjeta del SBC del DPDU**

Primero se colocó el microprocesador Intel Pentium MMX – 233 MHz en el Socket 7 de la tarjeta, levantando la palanca del socket perpendicularmente al mismo, colocando el microprocesador verificando que la esquina con muesca coincida con la esquina del mismo tipo en el socket, y bajando la palanca, asegurándola debajo de una viñeta.

Luego se configuró la tarjeta de acuerdo al procesador utilizado. De acuerdo a las instrucciones del manual, el switch S1 debe ser colocado en OFF – OFF – ON – ON ; y para el voltaje del CPU el switch S3 en OFF – OFF – OFF – ON y el jumper JP5 debe ponerse entre los pines 1 y 2.

En la configuración para el CMOS, el jumper JP6 debe colocarse entre los pines 2 y 3 para que opere en modo normal.

Para el slot 4 del bus PCI, los jumpers JP8 y JP9 deben ser colocados entre los pines 1 y 2 para que este bus sea esclavo, ya que el backplane del chasis es de bus ISA.

Los jumpers JP2 y JP4 no interesan donde se coloquen porque no vamos a usar pantalla LCD ni Disk On Chip, pero de todas maneras se los colocó entre los pines 2 y 3, y los jumpers JP3 y JP4 entre los pines 1 y 2.

Una vez configurada la tarjeta, se la colocó en el slot 02 del backplane del chasis, verificando que entre por el canal y asegurándola con un tornillo por la parte posterior. Luego se colocó los cables de los puertos seriales en los conectores CN6 para COM1 y CN5 para COM2, instalando la placa con los conectores DB-9M y asegurándola. Se puso también el cable del puerto paralelo en el conector CN3, asegurando también la placa del conector DB-25F.

Luego se encendió el computador y se verificó la configuración del BIOS, actualizando la fecha y hora, quedando lo demás como vino de fábrica.

### **5.3.2 Instalación del Software**

Se formateó el disco duro tipo IDE en otra computadora, copiándole los archivos de sistema, instalando el Windows 95 y luego se lo colocó en el DPDU. Además se instaló un driver de 3 ½ " para realizar otras instalaciones.

El software de control para el sistema es el descrito en el numeral 5.2. Para instalar el software se utilizó el asistente para instalar aplicaciones de Visual Basic, el cual verifica todos los archivos de sistema que el software realizado necesita, y crea discos de instalación. Nuestro software originó cuatro discos de

instalación, los cuales fueron copiados al disco duro instalado en el DPDU, y luego se ejecutó el programa SETUP, para que se instale la aplicación en un directorio del disco.

Una vez instalado el software, se retiró el driver de 3 ½ " , se cerró el DPDU y se colocó el mismo en su calzo existente en el COC.

### 5.3.3 Instalación de la interfaz SCORPIO-ITL

Para instalar la interfaz SCORPIO – ITL, se mandó a confeccionar una caja a la compañía OTESA para la tarjeta de interfaz diseñada por nosotros y manufacturada por Nivel III, las dos tarjetas con convertidores digital-sincro, y la tarjeta convertidora sincro-digital. Esta caja será colocada sobre el DPDU.

## 5.4 Costo De Los Equipos Instalados

**TABLA VIII**  
**COSTO DE LOS EQUIPOS INSTALADOS**

| No. | Componente                                | Costo Unitario | Costo Total |
|-----|---|----------------|-------------|
| 01  | Tarjeta SBC con microprocesador y memoria | \$ 551.87      | \$ 551.87   |
| 01  | Disco Duro IDE                            | \$ 128.80      | \$ 128.80   |
| 02  | Convertidores Digital-Sincro              | \$ 771.95      | \$ 1543.90  |

| <b>No.</b> | <b>Componente</b>                             | <b>Costo Unitario</b> | <b>Costo Total</b> |
|------------|---|-----------------------|--------------------|
| 01         | Convertidor Sincro-Digital                    | \$ 839.61             | \$ 839.61          |
| 01         | Tarjeta Interfaz                              | \$ 68.71              | \$ 68.71           |
| 01         | Caja Interfaz Datalink-ITL                    | \$ 136.50             | \$ 136.50          |
| 01         | Fuente dual +/- 15 V                          | \$ 54.88              | \$ 54.88           |
| 01         | Repuestos para modificación en la red de tiro | \$ 119.40             | \$ 119.40          |
|            | <b>TOTAL</b>                                  |                       | <b>\$ 3 443.67</b> |

## 5.5 *Resumen*

En talleres de DIECAR se obtuvo el formato enviado por un GPS mediante un puerto serial de comunicaciones de un computador y un software de comunicaciones, además se desarrolló en MS Visual Basic el software para manejar esta información.

Se solicitó a la Aviación Naval el vuelo del Helicóptero para que transmita datos y poder decodificar la información, luego de varios intentos se tuvo éxito en la decodificación usando un puerto serial de comunicaciones y un software desarrollado en MS Visual Basic.

Para integrar la señal a la ITL se desarrollo un software que reciba señales de datos de la PL41 a través del puerto paralelo mediante los registros de estado y control, los cuales obtienen esa información de la interfaz desarrollada, el DPDU con la información recibida de la PL41, helicóptero y GPS hace el cálculo de marcación relativa y distancia al blanco, esos datos son transmitidos a la ITL por el puerto paralelo a través de los registros de datos, luego de lo cual mediante una interfaz, la ITL capta y presenta la información transmitida.

Se realizaron pruebas en laboratorio de la interfaz obteniendo resultados satisfactorios

El software presenta ocho formularios:

- Formulario de ingreso de usuario y contraseña
- Formulario de presentación de carátula.
- Formulario principal
- Formulario de ingreso manual de posición del helicóptero
- Formulario de ingreso manual de posición del blanco
- Formulario de ingreso manual de posición de buque propio
- Formulario de envío de datos pasados
- Formulario secundario

Se instaló la tarjeta del SBC del DPDU configurándola de acuerdo a sus dispositivos y a las necesidades. Se instaló el software diseñado en un disco duro tipo IDE. Se instaló la interfaz SCORPIO-ITL. Luego de lo cual se realizaron pruebas en la corbeta logrando buenos resultados.

Los costos del proyecto disminuyeron debido al uso de convertidores digital-sincro y sincro-digital, componentes de gran valor, de un stock de repuestos de un sistema dado de baja en la Armada.

# CAPÍTULO 6

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 *Conclusiones*

La modernización del sistema SCORPIO 2000 que permite la integración de la posición propia obtenida por el GPS y de la información obtenida por el enlace de radio con el helicóptero, así como la integración de este sistema a la Instalación de Tiro Ligero, ha permitido la disminución considerable de tiempo en el proceso de lanzamiento de misiles, aumentando la eficiencia operativa de la unidad.

La integración de la señal del GPS a un sistema es un proceso que tiene varias aplicaciones, ya que en muchos campos, tanto militarmente como en el ámbito comercial, es necesario conocer la posición en la que nos encontramos, o en la que buques y otros medios de transportes se encuentran.

El uso de interfaces RS-232 en un computador permite obtener información de cualquier tipo, ya que muchos enlaces de comunicaciones utilizan este tipo de interfaz.

El estudio realizado de las señales sincro, las cuales son de uso muy frecuente en los buques de guerra, así como el uso de los convertidores sincro-digital y digital-sincro, facilita la realización de futuras interfaces de los sistemas que tienen este tipo de señal con otros sistemas en los buques de la Armada.

El uso de computadores industriales existentes en el mercado, permite conservar características de resistencia de los computadores militares, con la ventaja de que son más económicos y más fáciles de conseguir, además que se encuentran de tecnología muy actualizada.

El desarrollo de software de control para sistemas existentes a bordo es un punto de partida para la disminución de la dependencia tecnológica del extranjero, considerando que en estos tiempos, casi todo tiene sistemas de control basados en computadora, ya que un software permite realizar tareas sin la necesidad de muchos equipos sofisticados, y la tecnología en lo que respecta a la computación está casi a la par que en el extranjero.

## **6.2 Recomendaciones**

Implementar el sistema SCORPIO 2000 en las seis corbetas.

Dedicarse al desarrollo de diversas aplicaciones que requieran posicionamiento de estaciones remotas, especialmente para el campo comercial, que daría mayores beneficios a la Armada.

Utilizar en diversos proyectos la interfaz RS-232 para la obtención de datos.

Emplear las interfaces para las señales sincro utilizadas en este proyecto para integrar diversos sistemas a bordo de los buques de guerra.

Invertir en computadores industriales para modernizar los sistemas de a bordo, ya que ofrecen muchas ventajas en comparación a los computadores normales y son más económicos que los computadores militares, ya que estos últimos vienen con sistemas incluido.

Incentivar el desarrollo de software para diversas aplicaciones que permitan eliminar la dependencia tecnológica del extranjero.

### **6.3 *Proyectos a Futuro***

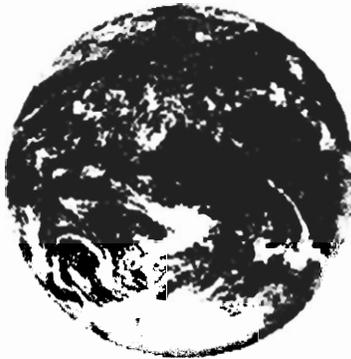
El sistema modernizado podría integrarse al C3I (Comando, Control, Comunicaciones e Inteligencia) el mismo que transmitiría a todos sus usuarios la posición del posible blanco, haciendo más fácil su evaluación de contacto valido.

El sistema C3I es usado por la Fuerza Naval para el control de posición de las unidades de la Armada y más contactos en el Teatro de Operaciones Marítimo ( TOM ) mediante enlaces de radio, además sirve para ingresar datos obtenidos a través de Inteligencia, logrando dar a todos los usuarios una información más completa de la situación en el TOM y así lograr un eficiente Comando.

Esta modernización permitió integrar un sistema de armas (ITL), una falencia del C3I, por lo cual es una base para el desarrollo de un sistema más completo, que además de integrar todos los sistemas de armas de la unidad permitiría mediante desarrollo de software el despliegue en una carta digitalizada del TOM, logrando hacer más eficiente el Comando Operativo de las unidades que posean este sistema.

# **Anexo “A”**

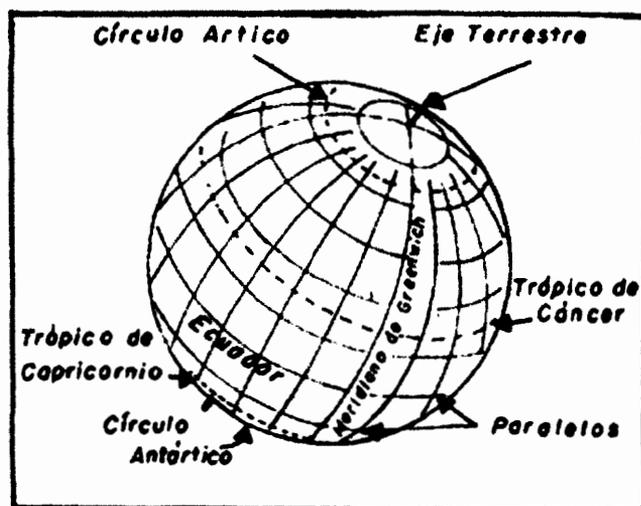
## **LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS**



**Figura No. A-1 El planeta Tierra**

Considerando que nuestro planeta tiene un radio aproximado de 6 370 km, una circunferencia de 40 000 km y una superficie de 510 millones de km<sup>2</sup> , para determinar un lugar en tan amplia superficie es necesario dar puntos de referencia que permitan localizarlo en un mapa geográfico. Para esto se han trazado sobre la tierra líneas imaginarias horizontales y verticales que son trazadas con respecto a dos líneas principales: la línea equinoccial (horizontal) y el meridiano de Greenwich (vertical). La línea equinoccial divide a la tierra en dos

: hemisferio Norte y hemisferio Sur, mientras que el meridiano de Greenwich la divide en hemisferio Oriental y hemisferio Occidental.



**Figura No. A-2 Líneas de Referencia en la Tierra**

Cualquier punto sobre la superficie de la tierra puede ser localizado a manera de coordenadas rectangulares con respecto a la línea equinoccial y el meridiano de Greenwich, mediante una red de líneas imaginarias, en donde las líneas verticales se llaman meridianos y las líneas horizontales paralelos. Los paralelos son circunferencias formadas por la intersección entre la superficie de la tierra y planos paralelos con respecto al plano que forma la línea equinoccial. Los meridianos son un conjunto de circunferencias que pasan por los polos de la tierra. Tanto a los meridianos como a los paralelos se los identifica con un valor de ángulo dado en grados, minutos y segundos. Este sistema de posicionamiento se denomina Coordenadas Geográficas.

Las coordenadas geográficas de cualquier punto sobre la superficie de la tierra comprenden tres parámetros : latitud, longitud y altitud. La latitud de un punto geográfico está dada por el paralelo que lo contiene, la longitud por el meridiano, y la altitud por la distancia perpendicular entre una esfera o elipsoide de referencia y el punto.

**Latitud ( $\phi$ ).**- Es la distancia angular entre la perpendicular a la superficie de la tierra desde el punto considerado y el plano formado por la línea equinoccial.

**Longitud ( $\lambda$ ).**- Es la distancia angular entre el plano que contiene al punto y el plano formado por la línea equinoccial.

**Altitud ( $h$ ).**- Es la distancia perpendicular entre el punto y la superficie del elipsoide de referencia.

Existen dos tipos de coordenadas geográficas :

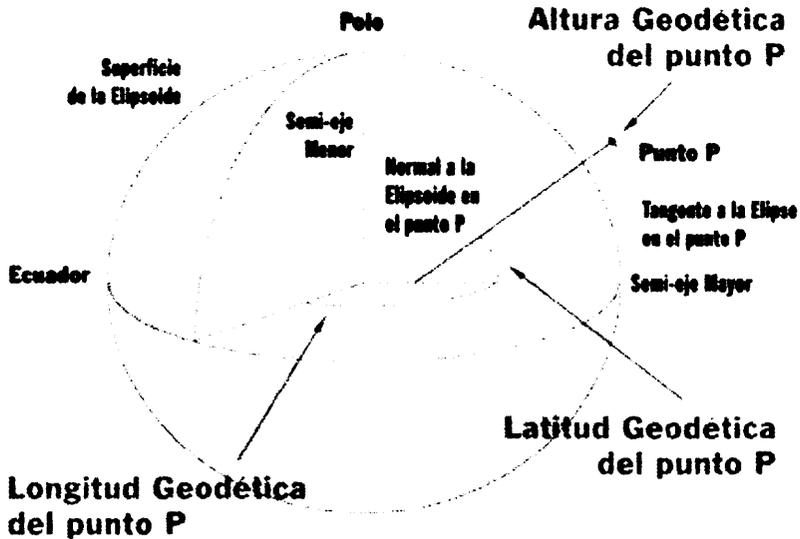
**Coordenadas Geográficas Geocéntricas**, que representan la posición de los puntos de la superficie con respecto al centro de la tierra.

**Coordenadas Geográficas Geodésicas**, que dependen de la forma y dimensiones de la tierra, determinándose con respecto a un elipsoide de referencia y ciertos parámetros, que en su conjunto forman un **DATUM**.

El **DATUM** es un modelo matemático que intenta aproximar la forma de la superficie de tierra, generalmente a un elipsoide, para calcular posiciones y áreas de una manera consistente y precisa.

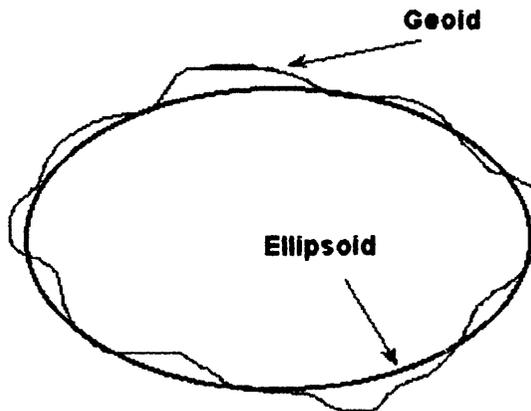
Un datum está conformado por :

- un elipsoide que se aproxima a la forma de la tierra,



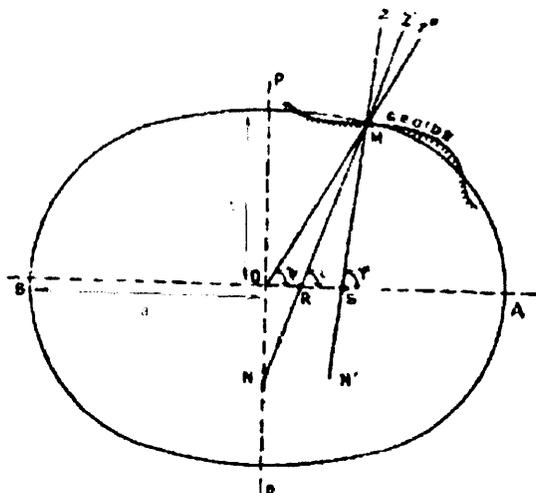
**Figura No. A-3 Coordenadas Geográficas de un punto P**

- un "Punto Fundamental", en el cual el elipsoide y la tierra son tangentes, las verticales de los mismos y las coordenadas astronómicas (del elipsoide) y las coordenadas geodésicas (de la tierra) coinciden.



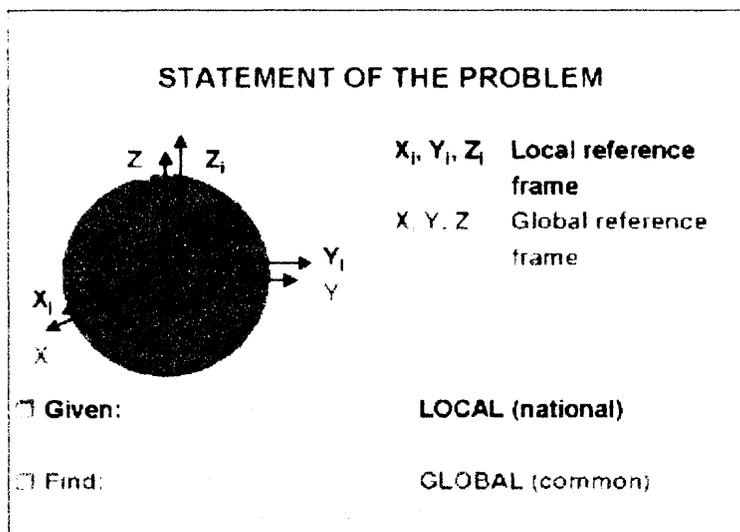
**Figura No. A-4 Datum**

Para casos científicos, se utilizan las coordenadas geográficas geodésicas, un determinado DATUM de acuerdo a la región.



**Figura No. A-5 Elipsoide del Datum**

El sistema GPS utiliza el datum WGS-84 para dar la posición del lugar en donde se encuentra el receptor, pero en muchos de ellos puede convertirse



**Figura No. A-6 Conversión de Coordenadas**

automáticamente en tiempo real esta posición a otra referida con un datum específico, lo cual puede ser configurado mencionado receptor.

Las cartografía náutica elaborada por el Instituto Oceanográfica de la Armada está basada en el datum SAD-56, por lo que al receptor del GPS utilizado en las unidades de la Armada es necesario configurarlo para ese datum. Si no realizamos esto, los puntos de posición obtenidos en el GPS estarán desplazados con respecto a su posición en la carta náutica. Entre las posiciones referidas al WGS-84 y SAD-56 existen errores aproximadamente de  $\pm 300$  m. Sin embargo, en las cartas náuticas viene escrito en la parte inferior de la misma la corrección necesaria para convertir las coordenadas WGS-84 a SAD-56.

## Anexo "B"

### EL ESTÁNDAR NMEA 0183

El estándar NMEA 0183 es dado por la Asociación Electrónica Marítima Nacional de los Estados Unidos (NMEA - National Maritime Electronics Association), el cual es utilizado para enviar información entre diversos equipos electrónicos. El estándar NMEA 0183 define los requerimientos de las señales eléctricas, el protocolo de transmisión de datos y los formatos de sentencias específicas. Los datos son transmitidos en transmisión asíncrona, a una velocidad de 4800 baudios, 8 bits de datos, sin paridad, y un bit de parada (4800, 8, N, 1). Esta configuración es aceptada por diferentes equipos y aplicaciones de software.

Hay diversos mensajes en el estándar NMEA 0183, cada uno de los cuales tiene diferentes aplicaciones. Estos mensajes se denominan sentencias, las cuales son abreviadas con tres letras. Las sentencias más utilizadas de este formato y el significado de cada campo de las mismas, son las siguientes :

Sentencia GGA      Posición GPS en latitud y longitud y calidad

**\$GPGGA,191722,0215.78,S,07954.64,W,1,6,01.3,0010.0,M,0011.1,M,,**

Primer campo : Sentencia  
 Segundo campo : Hora UTC de la posición  
 Tercer campo : Latitud  
 Cuarto campo : Hemisferio Latitud  
 Quinto campo : Longitud  
 Sexto campo : Hemisferio Longitud  
 Séptimo campo : Indicador de calidad  
                   0 = fijo no disponible o no válido  
                   1 = fijo GPS  
                   2 = fijo DGPS

Octavo campo : Número de satélites en uso  
 Noveno campo : Dilución horizontal de precisión  
 Décimo campo : altura de antena sobre o bajo el nivel del mar  
 Decimoprimer campo : Unidades de altura de antena  
 Decimosegundo campo : Separación geoidal  
 Decimotercer campo : Unidades de separación geoidal  
                           M = metros

Decimocuarto campo : edad en segundos de datos DGPS

Sentencia GLL      Posición en latitud y longitud derivada del GPS

**\$GPGLL,0215.786,S,07954.645,W,191722,A**

Primer campo : Sentencia  
 Segundo campo : Latitud

Tercer campo : Hemisferio Latitud  
 Cuarto campo : Longitud  
 Quinto campo : Hemisferio Longitud  
 Sexto campo : Hora UTC de la posición  
 Séptimo campo : Estado (A = dato válido)

Sentencia VTG Velocidad y rumbo sobre tierra

**\$GPVTG,101,T,101,M,00.0,N,00.0,K**

Primer campo : Sentencia  
 Segundo campo : Rumbo en grados  
 Tercer campo : T = verdadero  
 Cuarto campo : Rumbo en grados  
 Quinto campo : M = magnético  
 Sexto campo : velocidad  
 Séptimo campo : N = nudos  
 Octavo campo : velocidad  
 Noveno campo : K = kilómetros por hora

Sentencia ZDA Fecha , Hora y Zona

**\$GPZDA,191723,06,07,2000,005,00**

Primer campo : Sentencia  
 Segundo campo : Hora UTC  
 Tercer campo : Día  
 Cuarto campo : Mes

Quinto campo : Año  
Sexto campo : Huso Horario  
Séptimo campo : ???

Sentencia ZLZ      Tiempo y hora de zona

**\$GPZLZ,191723,141723,005**

Primer campo : Sentencia  
Segundo campo : Hora UTC  
Tercer campo : Hora de Zona  
Cuarto campo : Huso Horario

# **Anexo “C”**

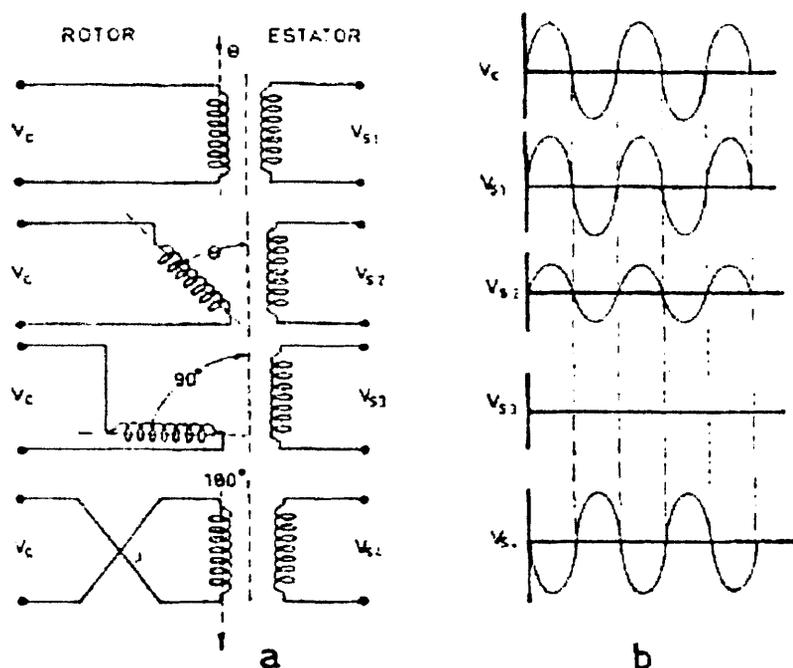
## **LAS SEÑALES SINCRÓ**

Los sincros son dispositivos electromecánicos que transforman señales eléctricas en un ángulo de rotación. Los sincros son muy utilizados en los buques de guerra para transmitir eléctricamente datos angulares con alto grado de precisión, debido a la poca vulnerabilidad a las interferencias electromagnéticas.

Los sincros consisten básicamente en transformadores en los que el acoplamiento entre las bobinas del primario y del secundario puede variarse mediante la rotación de uno de ellos. Los sincros parecen pequeños motores eléctricos en los que el primario es el rotor, el cual se alimenta mediante anillos y escobillas, mientras que el secundario constituye el estator, si el sincro es transmisor. Si el rotor se alimenta con un voltaje alterno de referencia, sobre el estator se induce una tensión cuya amplitud es proporcional al coseno del ángulo formado por los ejes de ambos devanados.

*Si se hace girar el rotor continuamente se obtiene como salida una forma de onda representada en la figura No. B-1, cuya ley de variación es:*

$$V_s = KV_e \cos \theta$$



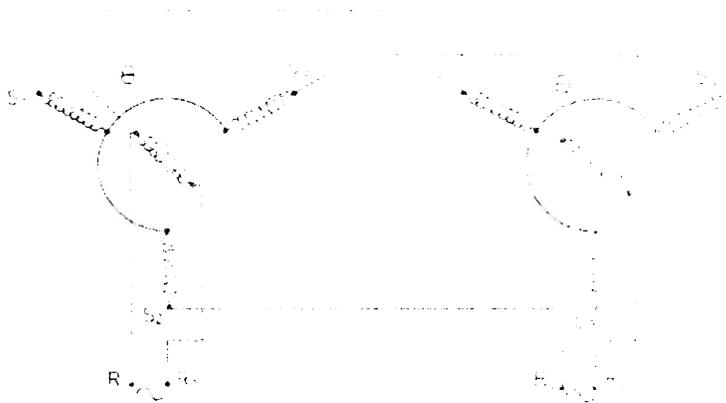
**Figura No. C-1 Principio de Funcionamiento del Sincro**

En el caso de los sincros receptores, el primario es el estator y el secundario es el rotor.

Los sincros transmisores de torsión están constituidos por un devanado monofásico en el rotor y un estator que comprenden tres devanados conectados en estrella y con sus ejes separados 120 grados uno de otro.

Si el devanando del rotor se alimenta con corriente alterna, las tensiones inducidas en cada uno de los devanados del estator dependen del coseno del ángulo formado por sus ejes con el del rotor. La tensión entre cada par, de

devanados del estator es la suma o la diferencia, dependiendo de la fase de las tensiones inducidas en cada devanado. Por consiguiente, la posición del rotor queda identificada por las tres tensiones desarrolladas sobre los terminales del estator.



**Figura No. C-2 Sincro-Transmisor conectado con un Sincro-Receptor**

Si uno de estos sincros se conectan con otro igual y que toma el nombre de sincro receptor, en la forma indicada en la figura No. B-2, las tensiones generadas sobre el estator del sincro transmisor producen corrientes que circulan a través del estator del receptor determinando en él un campo magnético idéntico en posición al del transmisor. Si se hace girar el rotor del transmisor se excita utilizando la misma fuente que para el transmisor se alineará, bajo la influencia del campo magnético, formando el mismo ángulo que el del transmisor.

Un par de sincros utilizados de, esta forma, se comportan en la misma forma que lo haría un eje flexible entre dos puntos, permitiendo la transmisión de movimientos angulares por medios eléctricos. Un solo transmisor puede

alimentar simultáneamente a varios receptores, pudiendo tenerse la misma información en diferentes puntos.

Las señales eléctricas que requieren los sincros para rotar se denominan *señales sincro*. Estas señales son de corriente alterna trifásicas, conformadas por tres señales de fase (S1 – S2 – S3) y dos señales de referencia (R1 – R2).

# Anexo “D”

## EL PROTOCOLO NTDS

El protocolo NTDS (Naval Tactical Data System) ha sido muy utilizado en las unidades navales de la década de los 70. Las interfaces para el protocolo NTDS pueden ser paralelas o seriales. Estas han ido evolucionando a través de los años, por lo que existen 4 tipos de interfaces paralelas y 5 seriales. Además existen 3 diferentes categorías del protocolo NTDS. Los tipos definen las características de la interfaz eléctrica, mientras que la categoría describe la secuencias de señales del protocolo usada para las operaciones de intercambio de información.

Los tipos de interfaz NTDS son los siguientes :

### **Interfaces paralelas :**

#### **NTDS Tipo A (SLOW)**

Transferencia de datos paralelos hasta 41 667 palabras por segundo.

Niveles de voltaje : 0 Vdc para 1 binario y -15 Vdc para 0 binario.

**NTDS Tipo B (FAST)**

Transferencia de datos paralelos hasta 250 000 palabras por segundo.

Niveles de voltaje : 0 Vdc para 1 binario y -3 Vdc para 0 binario.

**NTDS Tipo C (ANEW)**

Transferencia de datos paralelos hasta 250 000 palabras por segundo.

Niveles de voltaje : 0 Vdc para 1 binario y +3 Vdc para 0 binario.

**NTDS Tipo H (HIGH THROUGHPUT)**

Transferencia de datos paralelos hasta 500 000 palabras por segundo.

Niveles de voltaje : 0 Vdc para 1 binario y +3 Vdc para 0 binario.

**Interfaces seriales :****NTDS Tipo D (SERIAL)**

Transferencia de datos seriales asíncronos a 10 Mbps

Codificación de datos : NRZ

Cable coaxial de 75 ohm

Niveles de voltaje bipolar nominal : +/- 3.25 V

Modo de transferencia : palabra simple

**NTDS Tipo E (LOW LEVEL SERIAL)**

Transferencia de datos seriales asíncronos a 10 Mbps

Codificación de datos : NRZ

Cable triaxial de 50 ohm

Niveles de voltaje bipolar nominal : +/- 0.6 V

Modos de transferencias : palabra simple y "burst"

### NTDS Tipo F

Adaptación de la Marina de los EE. UU. con multiplexación en el tiempo de las especificaciones del bus de datos serial

### NTDS Tipo G (RS-449)

Adaptación de la Marina de los EE. UU. de la interfaz RS-449 compatible con la interfaz RS-232C.

### NTDS Tipo J (FIBER OPTIC LOW LEVEL SERIAL)

Implementación en fibra óptica del NTDS tipo E.

Los puertos de la interfaz NTDS pueden ser configurados individualmente para operar como computador o periférico. Esto permite un adaptador de interfaz simple para operar en alguna de las siguientes tres categorías :

- Categoría I      Computador a periférico
- Categoría II     Computador a computador (intercomputador)
- Categoría III    Periférico a periférico (interperiférico)

En la categoría II en cada computador, el puerto de salida opera como periférico y el puerto de entrada opera como computador, mientras que para la categoría III el puerto de salida trabaja como computador y el de entrada como periférico.

En el Apéndice 1 se encuentran una descripción del funcionamiento del protocolo NTDS en el IPN-10

## **Apéndice 1 al Anexo “D”**

### **FUNCIONAMIENTO DEL PROTOCOLO NTDS DEL IPN-10**

El IPN-10 utiliza el protocolo NTDS tipo C categoría II, con el cual se comunica con el sistema de control de Tiro NA-21.

Siempre que un búfer de función externa (EF) ha sido establecido (función externa activada) en el computador transmisor por un canal, el computador transmisor y el computador receptor transfieren palabras de control como sigue :

- a) Cuando el computador receptor está listo para aceptar la palabra de control EF, el computador receptor, bajo control del programa, setea la línea EIE.
- b) En concordancia con la prioridad interna, el computador transmisor detecta el seteo de la línea EIE (la cual será reconocida como línea EFR).
- c) El computador transmisor coloca la palabra de control en las líneas OD. La palabra de control es mantenida en las líneas de datos hasta que el computador receptor setee la línea RESUME (ODR) o hasta que el programa del computador transmisor intervenga para resolver una condición NO-RESUME (NTDS Controller Time-Out).
- d) El computador transmisor setea la línea EFA para indicar que la palabra de control EF está en las líneas OD.
- e) En concordancia con las prioridades internas, el computador receptor detecta el seteo de la línea EFA en el computador receptor (la cual será reconocida como línea EIR).

- f) El computador receptor muestrea las líneas ID.
- g) El computador receptor resetea la línea EIE.
- h) El computador receptor setea la línea IDA.
- i) El computador transmisor detecta el seteo de la línea IDA del computador receptor (el cual será reconocida como la línea RESUME (ODR)).
- j) El computador transmisor resetea la línea EFA antes de colocar la siguiente palabra en las líneas OD y el computador receptor resetea la línea IDA antes de leer la siguiente palabra en las líneas ID.

Los computadores transmisores y receptores repiten esta secuencia para cada palabra de control sucesiva hasta que ellos hayan transferido el bloque de palabras de control especificados por las palabras de control del bufer EF del computador transmisor .

Siempre que el computador transmisor no tenga la línea EFR o el computador receptor no tenga la línea EIE, entonces una palabra de control sería transferida forzosamente.

Siempre que la instrucción común del programa del computador transmisor es un EF forzado, el computador transfiere una simple palabra de control al otro computador como sigue :

- a) El computador transmisor coloca una palabra de control EF en las líneas OD. La palabra de control EF es mantenida en las líneas de datos hasta que el computador receptor setee la línea RESUME (ODR) o hasta que el

programa del computador transmisor intervenga para resolver la condición NO-RESUME

- b) El computador transmisor setea la línea EFA para indicar que una palabra de control EF está en las líneas de datos.
- c) En concordancia con las prioridades internas, el computador receptor detecta el seteo de la línea EFA en el computador receptor (la cual será reconocida como línea EIR).
- d) El computador receptor muestrea las líneas ID.
- e) El computador receptor setea la línea IDA.
- f) El computador transmisor detecta el seteo de la línea IDA del computador receptor (el cual será reconocida como la línea RESUME (ODR)).
- g) El computador transmisor resetea la línea EFA antes de colocar la siguiente palabra en las líneas OD y el computador receptor resetea la línea IDA antes de leer la siguiente palabra en las líneas ID.

# **Anexo “E”**

## **LA INTERFAZ DATALINK-ITL**

La interfaz desarrollada en este trabajo para enviar la información desde el sistema SCORPIO 2000 a la Instalación de Tiro Ligero está conformada por :

- 02 Convertidores Digital-Sincro
- 01 Convertidor Sincro-Digital
- 01 Tarjeta Interfaz
- 01 fuente de alimentación de  $\pm 15$  Vdc
- 01 bornera para la alimentación de 5 y 12 Vdc
- 02 ventiladores de 12 Vdc

Todos estos componentes se encuentran en una caja de acero inoxidable confeccionada en el país.

La finalidad de esta interfaz es la de convertir las señales sincro recibidas de otros sistemas a señales digitales que puedan ser leídas por el computador, y de convertir las señales digitales que envía el computador a señales sincro que puedan ser interpretadas por los otros sistemas.

Los convertidores sincro-digital y digital-sincro cumplen básicamente esta función, convirtiendo las señales sincro en palabras de 14 bits y 14 bits enviados por el computador en señales sincro. Debido a la cantidad de bits que se deben manejar se requiere que la información sea controlada para que el computador sepa lo que está leyendo o para enviar los datos correspondientes a las entradas sincros de los otros sistemas. Además, como utilizamos el puerto paralelo, es necesario multiplexar esta información para poder leer o enviar todos los bits requeridos. Para realizar esto, diseñamos la tarjeta interfaz, la cual fue manufacturada en los laboratorios de Nivel III de la Dirección de Electrónica, Comunicaciones y Armamento de la Armada.

En el Apéndice I se encuentra información técnica de la tarjeta interfaz diseñada. Mencionada documentación fue elaborada por la División ORCAD del Nivel III.

## **Apéndice I al Anexo “E”**

**PROYECTO N°** : 071  
**EQUIPO** : ITL  
**NOMBRE DE LA TARJETA** : INTERFAZ DATALINK-ITL  
**NUMERO DE PARTE** : NIVELIII.PROY071

### **ARCHIVOS RELACIONADOS**

**ARCHIVO ESQUEMA ELECTRICO:** DATALINK.SCH  
**ARCHIVO DISEÑO CIRCUITO IMPRESO:** DATALINK.BD1  
**ARCHIVO ESQUEMA TOPOLOGICO:** DATALINK.BD1  
**ARCHIVO REFERENCIA DE MATERIALES:** DATALINK..XRF  
**ARCHIVO NETLIST:** DATALINK.NET  
**ARCHIVO LISTA DE MATERIALES:** DATALINK.BOM  
**ARCHIVO REGLAS ELECTRICAS:** DATALINK.ERC  
**ARCHIVO VALOR DE MODULO Y CONEXIONES:** DATALINK.RPT



**LISTA DE PARTES**

**TARJETA DATALINK**

**P/N:NIVELIII.PROY071**

| <b>SIMBOLO</b>               | <b>DESCRIPCION</b> | <b>TIPO</b> |
|------------------------------|--------------------|-------------|
| U1                           | CIRCUITO INTEGRADO | 54LS04      |
| U2, U10, U14                 | CIRCUITO INTEGRADO | LM555       |
| U3                           | CIRCUITO INTEGRADO | 74LS85      |
| U4, U5                       | CIRCUITO INTEGRADO | 54LS175     |
| U6, U7                       | CIRCUITO INTEGRADO | 54LS153     |
| U8                           | CIRCUITO INTEGRADO | 54LS138     |
| U9                           | CIRCUITO INTEGRADO | 54LS14      |
| U11, U12, U13, U15, U16, U17 | CIRCUITO INTEGRADO | 54LS374     |
| R12, R14                     | POTENCIOMETROS     | 10K         |
| R5                           | RESISTENCIA        | 1K 1/4W     |
| R3, R4                       | RESISTENCIA        | 560 1/4W    |
| R1, R2                       | RESISTENCIA        | 100 1/4W    |
| C6                           | CAPACITOR          | 100Pf       |
| C5                           | CAPACITOR          | 10uF        |
| C3                           | CAPACITOR          | 300Pf       |
| C2, C4                       | CAPACITOR          | 1n          |
| C1                           | CAPACITOR          | 470Pf       |



**DEFINICIONES Y APLICACIONES DE LOS ARCHIVOS CONTENIDOS EN  
ESTE PROYECTO**

| <b>ARCHIVO CON EXTENSION</b> | <b>DEFINICIÓN</b>  | <b>APLICACION</b>   |
|------------------------------|--|---|
| <b>*.XRF</b>                 | MUESTRA CADA REFERENCIA DE LAS PARTES DE LOS COMPONENTES                           | SE LO PUEDE LEER BAJO DOS Y DENTRO DE CUALQUIER VENTANA DEL ORCAD.  |
| <b>*.NET</b>                 | ENLAZA LOS COMPONENTES DEL ESQUEMATICO CON LOS PUNTOS REFERENCIADOS EN EL IMPRESO. | SE LO PUEDE LEER BAJO DOS Y DENTRO DE CUALQUIER VENTANA DEL ORCAD.  |
| <b>*.BOM</b>                 | LISTA DE ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL ESQUEMATICO.                                   | SE LO PUEDE LEER BAJO DOS Y DENTRO DE CUALQUIER VENTANA DEL ORCAD.  |
| <b>*.ERC</b>                 | NOS DA LAS FALLAS DEL ESQUEMA ELECTRICO SEGÚN LAS REGLAS ELECTRICAS.               | SE LO PUEDE LEER BAJO, DOS Y DENTRO DE CUALQUIER VENTANA DEL ORCAD. |



|       |   |  |
|-------|---|--|
| *.RPT | COMPARA EL NETLIST DEL ESQUEMATICO CON EL LAYOUT                              | SE LO PUEDE LEER BAJO DOS Y DENTRO DE CUALQUIER VENTANA DEL ORCAD. |
| *.STF | ENLAZA LAS LIBRERIAS DEL ELECTRICO CON LAS UTILIZADAS EN EL CIRCUITO IMPRESO. | SE LO PUEDE LEER BAJO DOS Y DENTRO DE CUALQUIER VENTANA DEL ORCAD. |
| *.SCH | SE DESARROLLA EL ESQUEMA ELECTRICO DE ESTE PROYECTO.                          | SOLO SE PUEDE LEER BAJO LA VENTANA DEL ESQUEMATICO DEL ORCAD.      |
| *.BD1 | SE DESARROLLA EL FORMATO DEL TAMAÑO DE LA TARJETA DE ESTE PROYECTO.           | SOLO SE PUEDE LEER BAJO LA VENTANA DEL PC BOARD LAYOUT DEL ORCAD.  |





**ORCAD**

**PROYECTO N°.**

**071**

*Proyecto de Mantenimiento Electrónico*



Archivo :

ORCAD\_PROY071



**OrCAD**

# ESQUEMA ELECTRICO



Archivo :

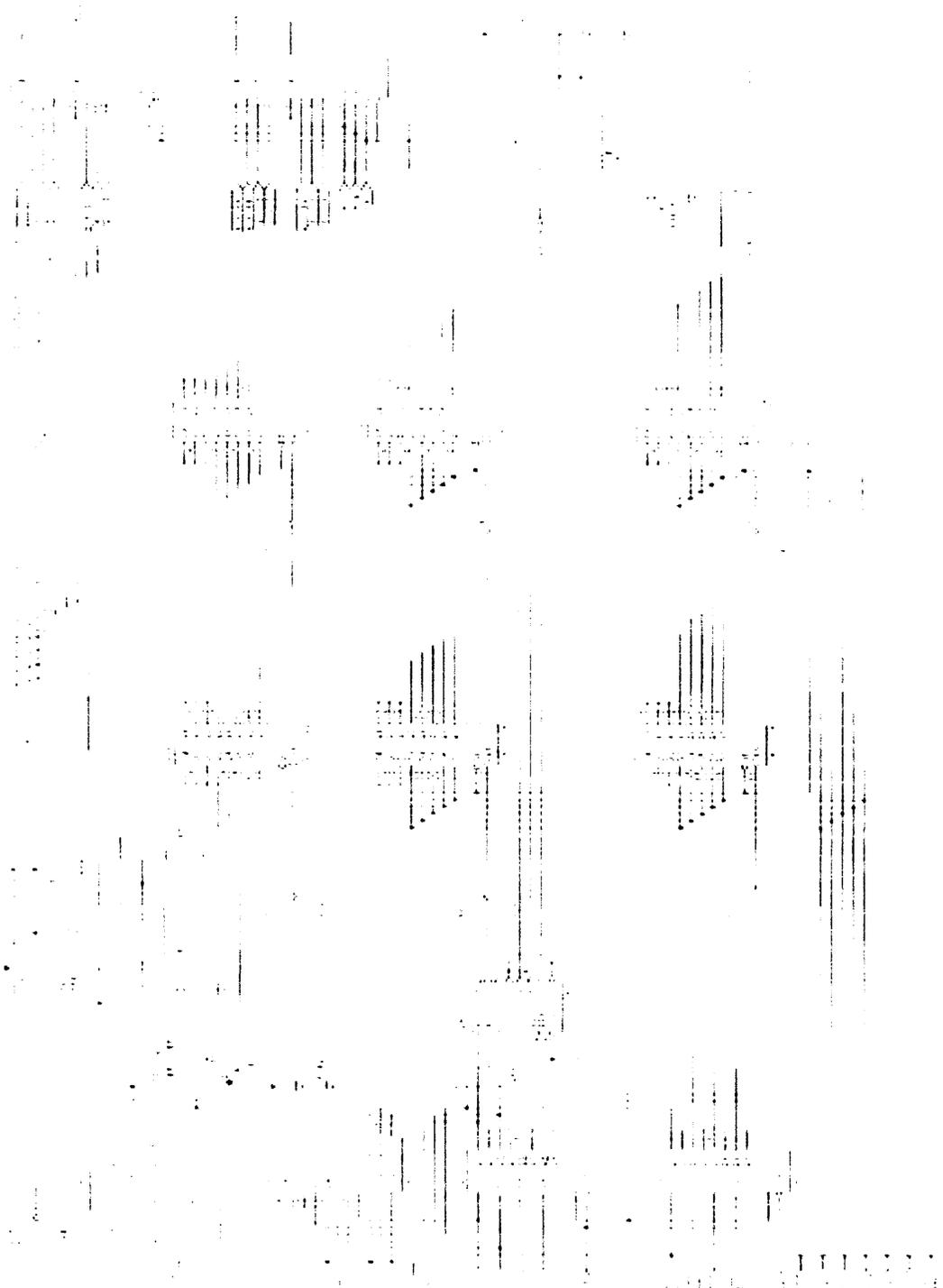
ORCAD\_PROY071



**NIVEL III**

**MANTENIMIENTO  
ELECTRONICO**

# OrCAD

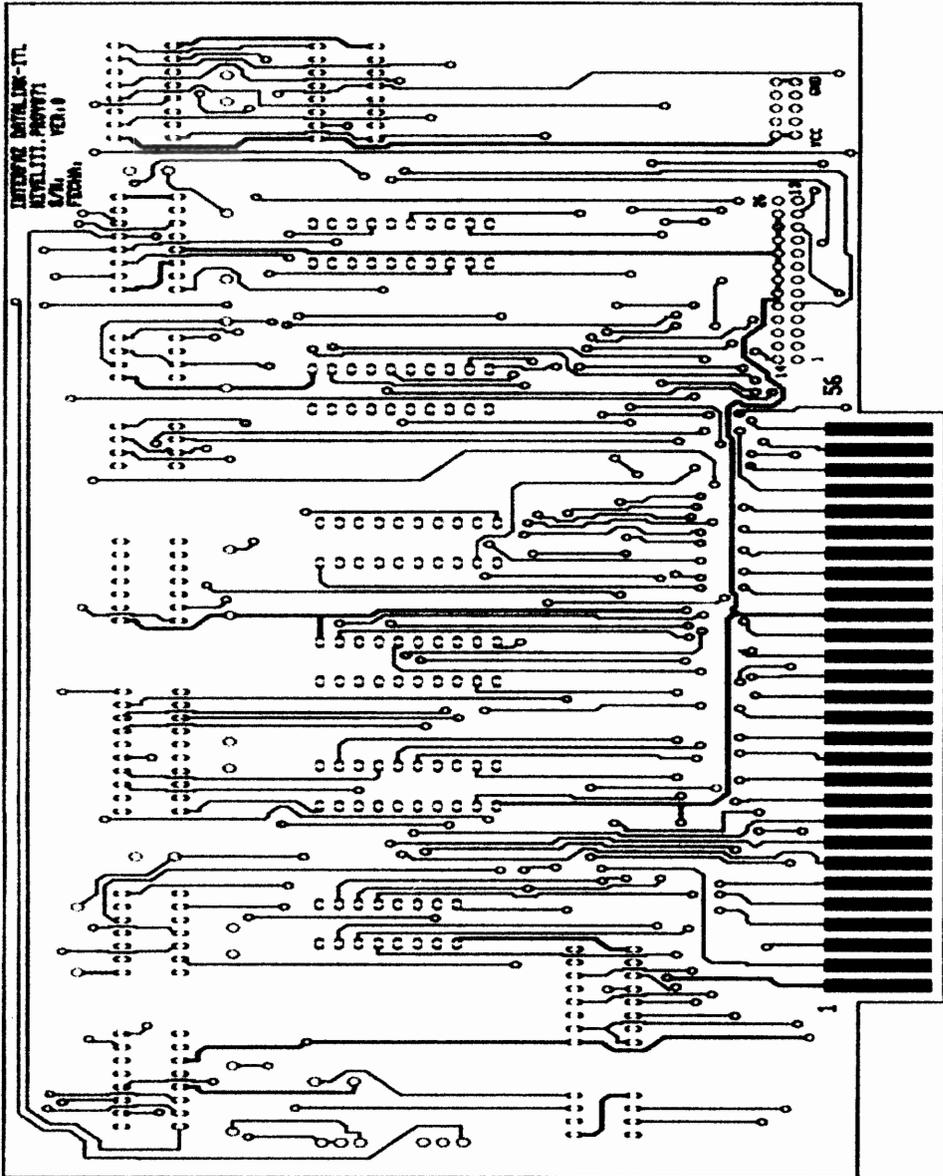


Archivo :

**ORCAD\_PROY071**

## PROYECTO N° 071

### CAPA DE COBRE / LADO DE COMPONENTES



**OrCAD**

PROYECTO N°. 071

# **CAPA DE COBRE**

## **/ LADO DE**

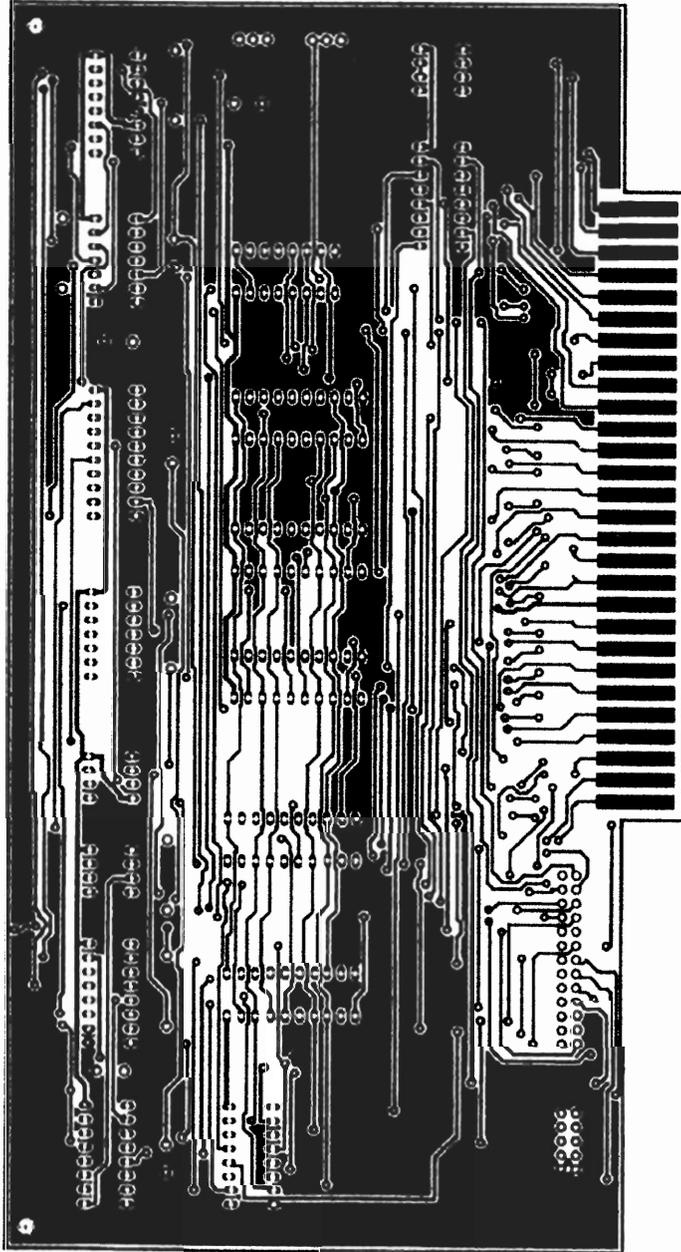
# **SOLDADURA**

Archivo : **ORCAD\_PROY071**



**NIVEL III**  
MANTENIMIENTO  
ELECTRONICO

# OrCAD

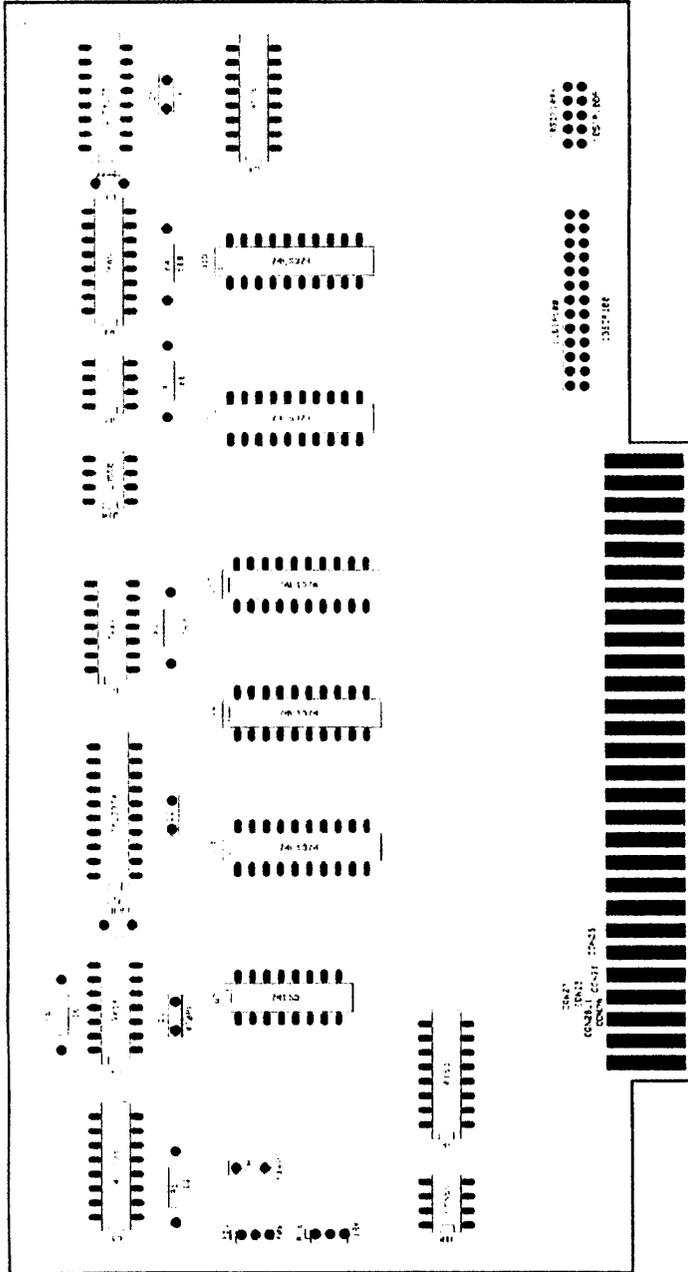


Archivo :

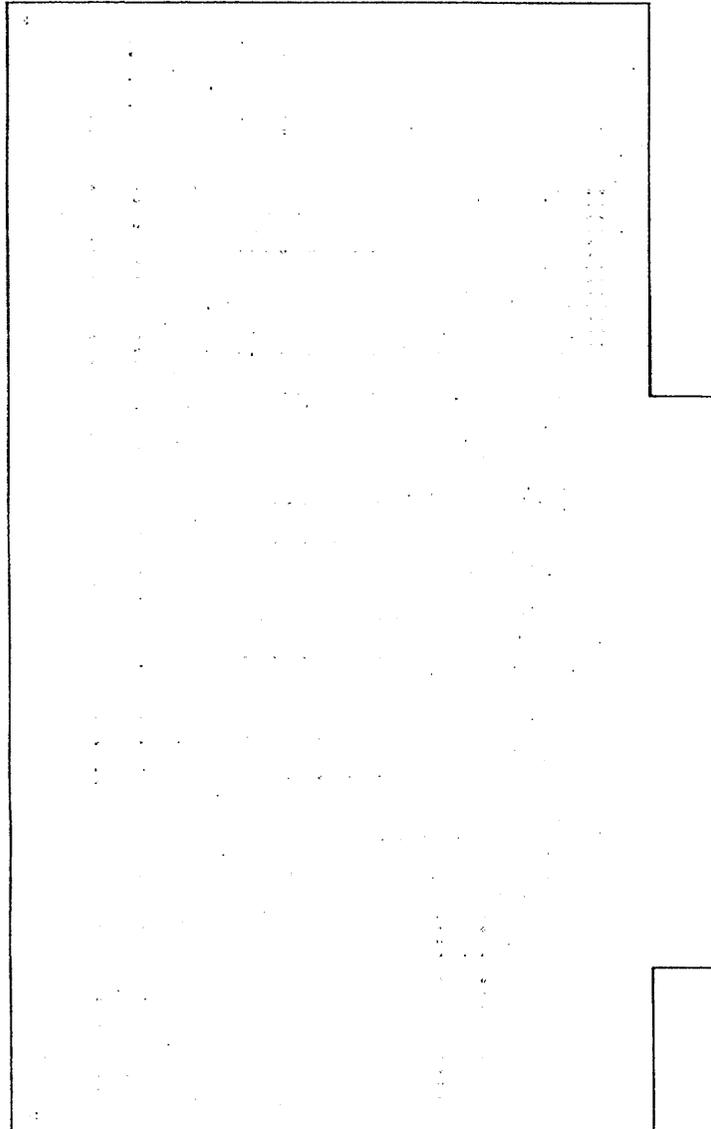
ORCAD\_PROY071

## PROYECTO N° 071

### ESQUEMA TOPOLOGICO / UBICACIÓN DE COMPONENTES



**PROYECTO N° 071**  
**DISEÑO DE LAS PERFORACIONES**



# BIBLIOGRAFÍA

1. W. Stallings, Comunicaciones y Redes de Computadores ( 5ta Edición, Madrid : Prentice Hall Iberia, 1997), pp. 34 – 155
2. Stüber Gordon, Principles of Mobile Communication ( 1ra Edición, Massachussets: Kluwer Academic Publishers, 1996 ), pp. 143 - 210
3. B.P. Lathi, Introducción a la Teoría y Sistemas de Comunicación ( 1ra Edición, México : Editorial Limusa S.A. , 1980), pp 375-400
4. J. Dvorak, Telecomunicaciones para PC, ( 1ra Edición, Madrid: McGraw-Hill, 1992), pp 21 – 31, 333 – 367+
5. Magellan, NAV 6500 User's Manual, (New Jersey : Magellan)
6. <http://www.ecs.soton.ac.uk/publications/rj/1995-1996/comms/cp93r/rep3.htm>
7. [http://www.phptr.com/ptrbooks/ptr\\_0130220299.html](http://www.phptr.com/ptrbooks/ptr_0130220299.html)
8. <http://www-mobile.ecs.soton.ac.uk/books/qambook.html>
9. [http://www.mxcom.com/prod\\_info/pi909A-2.htm](http://www.mxcom.com/prod_info/pi909A-2.htm)
10. <http://jennifer.mehaffey.com/uscg.html>
11. <http://www.picmg.org/gabout.htm> comp
12. [http://www.bcs.org.uk/review/2000/html/corp\\_27\\_industrial.html](http://www.bcs.org.uk/review/2000/html/corp_27_industrial.html)
13. <http://www.adlink.com.tw/>
14. <http://www.cir.com/>
15. <http://www.web-tronics.com/>