



TRABAJO FIN DE GRADO

Curso 2016 - 2017

Estándar de comunicación en un buque

Tutor/es: Salvador Gómez Soler

Alumno: Jonathan García Álvarez

Grado en Ingeniería Radioelectrónica Naval

RESUMEN

El objetivo del trabajo va a ser exponer al lector la gran importancia de la comunicación entre los equipos a bordo. Para ello se hará una introducción a los estándares más importantes en la actualidad, y que por lo tanto que nos encontraremos más en el ámbito laboral. Empezaremos con los estándares universales, NMEA 0183 y NMEA 2000, para luego ir viendo estándares más específicos creados por fabricantes del sector para la conexión de sus equipos.

En cada capítulo tendremos una breve introducción del estándar, seguido por sus características físicas y sus limitaciones a la hora de su instalación. Acabaremos cada capítulo con un apartado sobre los accesorios necesarios para la conexión de diferentes redes, que son de gran importancia. Hoy en día lo más común es encontrarnos con dos tipos de redes en un buque, y debemos saber qué accesorios nos van a permitir compartir información entre ellas.

Por último tendremos un capítulo que nos mostrara el futuro del sector y de los estándares. Podremos ver cómo se va a producir la transición y que Ethernet será la piedra angular del avance.

ABSTRACT

The objective of the work is to expose to the reader the great importance of communication between the on-board equipments. This will make an introduction to the most important standards today, and therefore we will find ourselves more in the workplace. We will start with the Universal Standard, NMEA 0183 and NMEA 2000, then go on to see more specific standard created by industry manufacturers for the connection of their equipment.

In each chapter we will have a brief introduction of the standard, followed by its physical characteristics and its limitations at the time of its installation. We will finish each chapter with a section on the necessary accessories for the connection of different networks, which are of great importance. Today the most common is to find two types of nets on a ship, and we must know that accessories will allow us to share information between them.

Finally we will have a chapter that will show us the future of the industry and the standard. We can see how the transition is going to happen and that Ethernet will be the cornerstone of the advance.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Capítulo 1. Introducción	9
Capítulo 2. NMEA 0183	10
2.1 Introducción	10
2.2 Elementos físicos	10
2.2.1 Talker	11
2.2.2 Listener.....	13
2.3 Características y estructura del mensaje	14
2.4 Accesorios	17
2.4.1 Multiplexores.....	17
2.4.2 Buffer	19
2.4.3 Cables optoacopladores para PC	20
2.4.4 Convertidores NMEA 0183 – NMEA 2000	20
Capítulo 3. NMEA 2000	21
3.1 Introducción	21
3.2 Elementos físicos	22
3.2.1 Cable NMEA 2000	23
3.2.2 Longitud	24
3.2.3 Alimentación	26
3.3 Estructura del mensaje	28
3.4 Métodos de transmisión	32
Capítulo 4. SimNET	33
4.1 Introducción	33
4.2 Elementos físicos	34
4.2.1 Alimentación	35
4.3 Plug and Play software	39
4.3.1 Problemas comunes y soluciones	42
4.4 Accesorios	43
4.4.1 Convertor AT10 SimNet – NMEA 0183.....	43
4.4.2 Convertor SimNet – NMEA 2000.....	44

Capítulo 5. SeaTalk	45
5.1 Introducción	45
5.2 SeaTalk 1	45
5.3 SeaTalk ^{ng}	48
5.3.1 Elementos físicos	48
5.3.2 Alimentación	49
5.4 Accesorios.....	51
5.4.1 NMEA 0183 / 2000 a SeaTalk ^{ng}	52
5.4.2 SeaTalk 1 - SeaTalk ^{ng}	52
Capítulo 6. Futuro y nuevas tecnologías	53
5.1 Introducción.....	53
5.2 OneNet.....	53
5.3 Simrad Ethernet	55
5.5 SeaTalk HS	56
Conclusiones	58
Bibliografía de contenido	60
Bibliografía de figuras y tablas.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Talker NMEA 0183 RS-422	11
Figura 2.2 NMEA 0183 RS-232.....	12
Figura 2.3 Listeners con optoacopladores	13
Figura 2.4 Caracteres ASCII reservados	15
Figura 2.5 Multiplexor NMEA 0183	17
Figura 2.6 Buffer NMEA 0183.....	19
Figura 2.7 Cable con conector DB9 optoacoplador	20
Figura 2.8 Convertidor NMEA 0183 - NMEA 2000	20
Figura 3.1 Cable NMEA 2000.....	23
Figura 3.2 Longitud de una red NMEA 2000.....	24
Figura 3.3 Longitud total de los cables drop	25
Figura 3.4 Alimentación en un extremo	26
Figura 3.5 Alimentación central	27
Figura 3.6 Composición de un paquete de información CAN.....	30
Figura 3.7 Prioridad con bit dominante y bit recesivo	31
Figura 4.1 Tipos de montajes en una red SimNet	34
Figura 4.2 Sistema mediano	37
Figura 4.3 Sistema grande	38
Figura 4.4 Tabla de DataTypes.....	41
Figura 4.5 AT10.....	44
Figura 4.6 Cable conversor SimNet - NMEA 2000.....	44
Figura 5.1 Conector "T" SeaTalk 1.....	46
Figura 5.2 Cable SeaTalk 1	46
Figura 5.3 Red encadenada con doble conexión a alimentación	47
Figura 5.4 Ejemplo de una red SeaTalk ^{ng}	49
Figura 5.5 Sistema balanceado	50
Figura 5.6 Conexión NMEA 0183 - SeaTalk ^{ng} con NGW-1-STNG.....	52
Figura 5.7 Kit convertidor	52
Figura 6.1 Ejemplo de red mixta NMEA 0183 - NMEA 2000 - OneNet.....	54
Figura 6.2 NEP-2.....	55
Figura 6.3 GoFree WIFI-1.....	56
Figura 6.4 SeaTalk HS Network Switch	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Características de transmisión NMEA 0183.....	14
Tabla 2.2 IDs de los talkers	18-19
Tabla 3.1 Comparativa NMEA 0183 - NMEA 2000.....	22
Tabla 4.1 Sistema Clase 1	41
Tabla 4.2 Sistemas Clase 2.....	43
Tabla 5.1 Características de una red SeaTalk 1	47
Tabla 5.2 Sistemas balanceados	50
Tabla 5.3 Sistemas desbalanceados	51

Capítulo 1. Introducción

La incorporación de equipos electrónicos destinados a la ayuda a la navegación ha sido un gran avance en el sector náutico. Equipos como el RADAR, GPS, radio, sonar, y AIS entre otros han ayudado a hacer más segura y más eficiente la vida laboral en el mar.

El siguiente paso lógico, ya sea en el ámbito náutico o en cualquier otro, es intentar comunicar los equipos entre sí y transferir su información de unos a otros. De esta manera ahorraríamos recursos, tantos económicos como de espacio. Imaginemos que tenemos un GPS y una radio VHF con sus respectivas pantallas. Compartiendo los datos de la posición y mostrándolos en pantalla del VHF nos daría la posibilidad de eliminar el interface del GPS, ahorrando así recursos.

Desde los años 80, con la creación del estándar NMEA 0180, se ha mostrado a los fabricantes de equipos náuticos el camino a seguir, aunque los orígenes eran un poco limitados como veremos en el próximo capítulo

Con la creación y puesta en práctica del estándar NMEA 2000, la transferencia de datos cambió para siempre. Un solo bus de datos en el que se encuentran todos los datos de los equipos, y de donde cualquier equipo puede tomarlos. Esto abrió la puerta a nuevos equipos destinados a la visualización de los datos que teníamos en el bus. Por ejemplo, con un equipo multifunción podemos tener cartas electrónicas con imagen superpuesta del radar, los ecos del AIS, la posición actual, etc. Contamos con una centralita donde podemos observar todo lo que ocurre en nuestro buque y a sus alrededores, sin necesidad de más pantallas.

Como veremos en los capítulos de este trabajo, dada las ventajas que presenta el estándar NMEA 2000, muchos fabricantes han creado su propio estándar basándose en él.

Capítulo 2. NMEA 0183

2.1 Introducción

National Marine Electronics Association (NMEA) es una asociación que fue creada en 1957 con un objetivo claro, unificar la comunicación entre equipos de diferentes empresas en el ámbito náutico. Las primeras versiones del estándar de comunicación fueron NMEA 0180 y NMEA 0182 pero no fue hasta el año 1983 cuando surgió una versión que incluso a día de hoy se sigue usando, NMEA 0183. Junto con su sucesor, NMEA 2000, posiblemente es el estándar de comunicación más común que nos podremos encontrar a bordo de un buque hoy en día. Las empresas del sector náutico suelen incluir en sus equipos dos o varias entradas de datos, una entrada para su estándar específico destinado a conectar un equipo de la misma empresa, y otra entrada NMEA para conectar otro equipo de una empresa totalmente diferente, como por ejemplo un GPS externo, sonda u cualquier otro equipo que pueda transmitir datos NMEA (1).

2.2 Elementos físicos

Los principales elementos que encontraremos en una red NMEA 0183 son: un único elemento de transmisión de datos, denominado **TALKER**, y uno o varios equipos receptores denominados **LISTENER**. Ejemplos de talkers podrían ser un GPS dando la posición, una sonda proporcionando la profundidad actual o un gyrocompass dando el rumbo. Por otro lado ejemplos de listener tenemos a un radar, que puede recoger la información del rumbo o de la posición o una DSC radio, la cual necesita la posición proporcionada por el GPS, entre otros. La conexión entre los dos elementos principales seguía el interfaz RS-232, pero a partir de Enero de 1992 se actualizó al RS-422, con la versión NMEA 0183 2.0 y siguientes. La diferencia más importante entre los dos interfaces son el voltaje y la corriente. RS-232 es un interfaz bipolar y su principal problema es la sensibilidad al ruido, mientras que RS-422 es un interfaz que se baja en la comparación de voltajes y reduce en gran medida el problema del ruido de su predecesor.

2.2.1 Talker

Las señales de datos procedentes del talker NMEA 0183 2.0+ (RS-422) vienen definidas como “A”, “B” y la tierra, “SHIELD”, esta última conectada al chasis del propio talker. En la figura 2.1 podemos ver un ejemplo de un talker NMEA 0183 2.0.

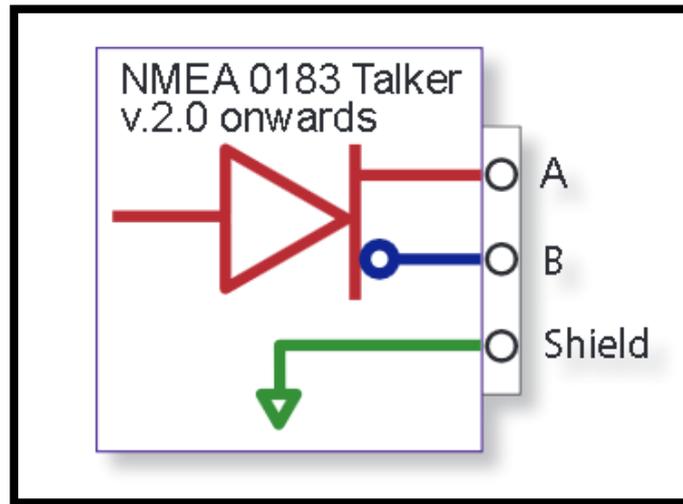


Figura 2.1 Talker NMEA 0183 RS-422 [1]

El envío de la información está controlado por un bit de parada que viene definido por el voltaje presente en las líneas “A” y “B”. A partir del NMEA 0183 2.0, dado que usan el interfaz RS-422, usan 5V o 0V para señalar el estado del bit de parada. Como podemos apreciar la salida “A” es una salida normal del amplificador, mientras que la salida “B” es una salida invertida. Partiendo de ello podemos encontrarnos con dos situaciones:

1. Off o bit de parada es cuando el voltaje de la línea “A” es 0 y el voltaje en “B” son 5V.
2. On o bit de comienzo es cuando el voltaje de la línea “A” es 5V y el voltaje en “B” son 0V

En equipos más antiguos que no siguen el interfaz RS-422, sino el interfaz RS-232, los talkers solo cuentan con una salida de información y usan la tierra como la otra línea, como podemos ver en la Figura 2.2.

El rango de voltaje del interfaz RS-232 va desde $\pm 15V$ (2). En este caso para definir el estado del bit de parada los rangos de la línea de salida son:

1. Off o bit de parada es cuando el voltaje de la línea de datos está entre $-15V$ y $+0,5V$.
2. On o bit de comienzo es cuando el voltaje de la línea de datos está entre $+4V$ y $+15V$.

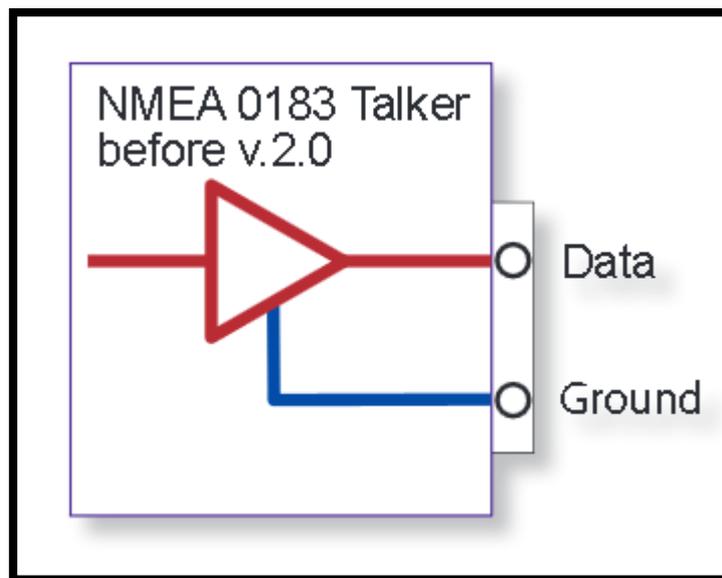


Figura 2.2 NMEA 0183 RS-232 [2]

La limitación más importante del NMEA 0183 “talker” es la imposibilidad de recibir datos o apagar el puerto. Por lo tanto el NMEA 0183 “talker” está transmitiendo de forma constante. Podemos deducir que en una red NMEA 0183 de una sola línea de datos solo puede existir un “talker”, ya que si pusiéramos dos, estarían constantemente transmitiendo, y al no estar sincronizados intentarían ambos transmitir al mismo tiempo.

Por último, a partir de 1992 todos los talkers deben de ser RS-422, pero se puede llegar al caso donde un talker pueda llegar a funcionar bajo el interfaz RS-232, conectando solo la salida de datos “A” y dejando “B” sin conectar (3).

2.2.2 Listener

Desde las primeras versiones del NMEA se ha recomendado que los listeners estén aislados tanto de la tierra del barco como de las señales de retorno. Para ello hacen uso de **optoacopladores**, que no es más que un elemento formado por un LED y un fototransistor. La corriente de la señal procedente del talker deberá ser tal que pueda encender el LED, y por lo tanto saturar al fototransistor. El LED y el fototransistor están completamente aislados entre si eléctricamente. Se suele usar la resistencia en serie con el LED para su protección. El equipo receptor debería de poder trabajar con una diferencia mínima de 2.0 V y una corriente máxima de 2.0 mA. En la Figura 2.3 podemos ver un ejemplo de dos listener en paralelo con optoacopladores (4).

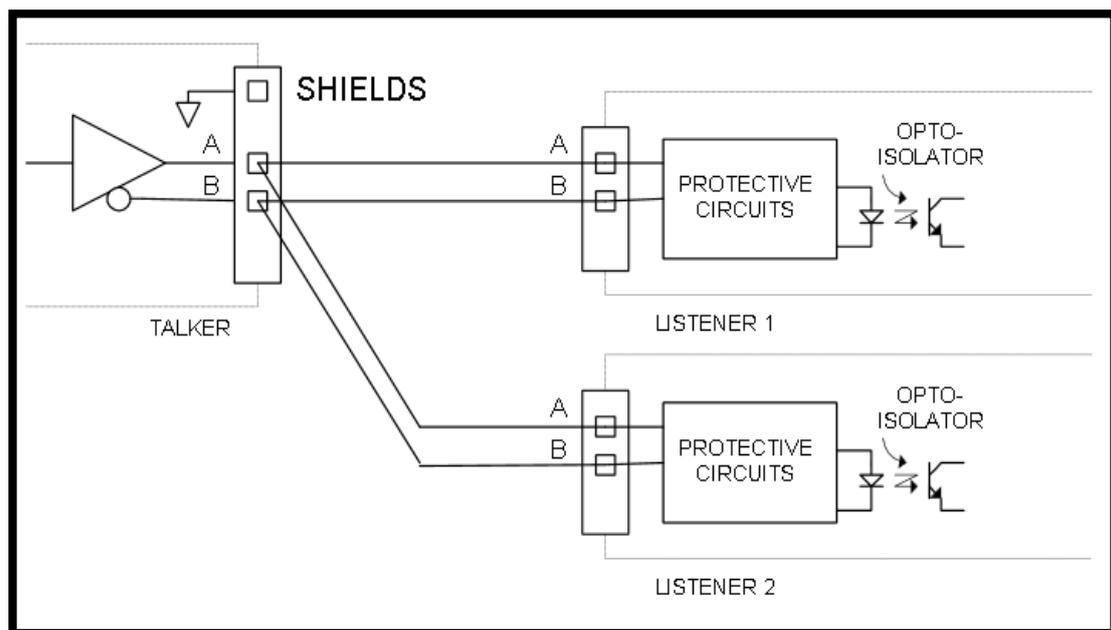


Figura 2.3 Listeners con optoacopladores [3]

2.3 Características y estructura del mensaje

Hemos comentado anteriormente los elementos físicos más importantes en el estándar NMEA 0183 para enviar la información de un equipo a otro. Ahora nos centraremos en el mensaje propiamente dicho, el cual está regido por una serie de variables. Primero tendremos la velocidad de transmisión, la cual puede verse modificada en algunos equipos, como el AIS, pero cuyo estándar son **4800 baud /s**. Por otro lado contaremos con un número de 8 bits, sin bit de paridad, y con un bit de parada, que ya hemos visto como se rige según el interfaz y versión del NMEA 0183. En resumen, las características de transmisión son:

Tasa de baudios / s	4800
Bits de información	8
Paridad	Ninguna
Bit de parada	1
Caracteres por segundo	450

Tabla 2.1 Características de transmisión NMEA 0183 [4]

Hay equipos que requieren de un ancho de banda más amplio, para los cuales se utiliza una versión de alta velocidad de transmisión, **NMEA 0183-HS**. La diferencia con lo anteriormente expuesto es su tasa de baudios, que pasa a ser de **38400**, y como consecuencia, los caracteres por segundo pasan a ser **3600**.

Debido a la diferencia de velocidad, no puede existir intercambio de información entre equipos que usen NMEA 0183-HS y NMEA 0183. Como equipo más común que hace uso de esta versión de alta velocidad del protocolo tenemos al AIS (Automatic Identification System).

El mensaje que contiene la información que deseamos transmitir de un equipo a otro consta de una estructura cuya base son los caracteres imprimibles ASCII. Esta situación nos limita a los caracteres que podemos usar a un total de 95. Por otro lado hay un grupo de ellos reservados que cumplen una función determinada y que se describen en la Figura 2.4.

ASCII	Hex	Dec	Use
<CR>	0x0d	13	Carriage return
<LF>	0x0a	10	Line feed, end delimiter
!	0x21	33	Start of encapsulation sentence delimiter
\$	0x24	36	Start delimiter
*	0x2a	42	Checksum delimiter
,	0x2c	44	Field delimiter
\	0x5c	92	TAG block delimiter
^	0x5e	94	Code delimiter for HEX representation of ISO/IEC 8859-1 (ASCII) characters
~	0x7e	126	Reserved

Figura 2.4 Caracteres ASCII reservados [5]

Cada mensaje tiene una longitud máxima de 82 caracteres, en lo que el primero siempre será el mismo, “\$”. A continuación tendremos dos caracteres que representarán el equipo que está transmitiendo la información, es decir, el “talker”. En la tabla 2.2 podemos ver las diferentes IDs y el equipo al que corresponde dentro del estándar NMEA (5).

En el estándar NMEA 0183 existen tres clases de mensajes básicos: mensajes de los talkers, mensajes propios de la empresa del equipo y mensajes de los listeners pidiendo algún tipo de datos en concreto. La estructura de los mensajes de transmisión de un talker es la siguiente:

\$yyXXX,.....*xx<CR><LR>

Siendo:

- YY nos muestra de que instrumento es la información
- XXX muestra el tipo de dato.
- Después de la coma, nos muestra el contenido del dato, que irá cambiando a lo largo del tiempo según se vaya monitorizando la fuente del dato.
- XX son dos dígitos de comprobación, checksum.
- Por último tendremos <CR> <LF> que no es más que el comienzo de línea para un nuevo mensaje.

Un ejemplo práctico de un mensaje NMEA 0183 de un talker sobre el dato de la temperatura actual del agua sería:

\$YXMTW,22.5,C*4D<0D><0A>

La temperatura actual es 22.5 grados centígrados.

Los mensajes de la propia empresa comienza con “\$P” seguidos por tres letras que representan una ID, seguido de la información y terminando con el correspondiente checksum y <CR><LF>. Por ejemplo, a continuación tenemos la estructura de una sentencia de la empresa Garmin destinada a posibilitar la activación o desactivación de determinados mensajes.

\$PGRMO,<1>,<2>*hh<CR><LF>

El último tipo de mensaje básico que veremos relacionado con NMEA 0183 es el mensaje transmitido desde un listener a un talker, pidiendo información sobre un tipo de dato concreto. Para ello el listener en cuestión deberá de poder actuar como talker (6). El formato del mensaje es el siguiente:

\$AABBQ,dato,*hh<CR><LF>

Siendo:

- AA la ID del listener que pide la información
- BB la ID del talker al que se le pide la información.
- Q, define el mensaje como una petición de datos.
- Luego contamos con los datos que se piden y los correspondientes checksum, <CR> y <LR>.

2.4 Accesorios

2.4.1 Multiplexores

Una de las limitaciones de los talkers, es que nunca pueden dejar de transmitir. Por esta razón solo puede existir un talker en un canal de comunicación. Para poder tener información de varios talkers debemos de usar un **multiplexor**. Su función es la de combinar la información que recibe de varios equipos y transmitirla por un solo canal de información hacia los listeners (7).

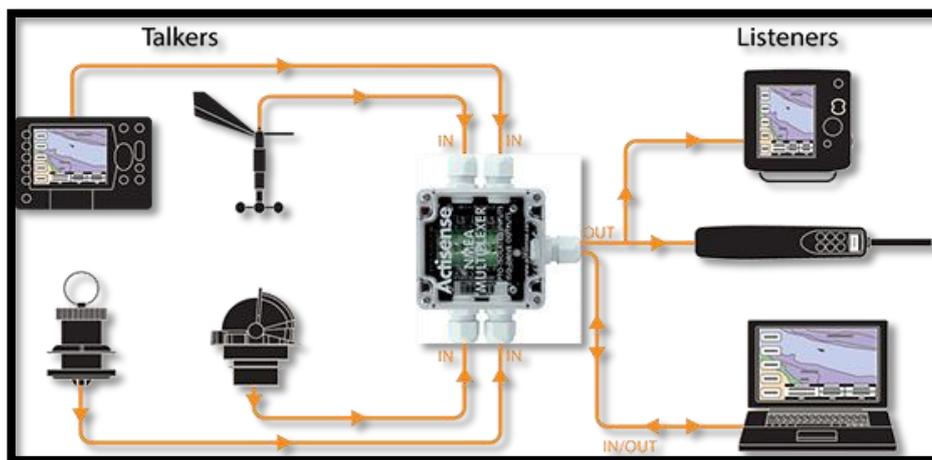


Figura 2.5 Multiplexor NMEA 0183 [7]

AB	Independent AIS Base Station
AD	Dependent AIS Base Station
AG	Autopilot - General
AP	Autopilot - Magnetic
BN	Bridge Navigational watch alarm system
CD	Communications – Digital Selective Calling (DSC)
CS	Communications – Satellite
CT	Communications – Radio – Telephone (MF/HF)
CV	Communications – Radio – Telephone (VHF)
CX	Communications – Scanning Receiver
DF	Direction Finder
DU	Duplex reapeper station
EC	Electronic Chart Display & Information System (ECDIS)
EP	Emergency Position Indicating Beacon (EPIRB)
ER	Engine Room Monitoring Systems
GP	Global Positioning System (GPS)
HC	Heading – Magnetic Compass
HE	Heading – North Seeking Gyro
HN	Heading – Non North Seeking Gyro
II	Integrated Instrumentation
IN	Integrated Navigation
NL	Navigation Light Controller
RA	Radar and/or ARPA
SD	Sounder, Depth
SS	Sounder, Scanning
TI	Turn Rate Indicator
TR	TRANSIT Navigation System
UP	Microprocessor Controller
VD	Velocity Sensor, Doppler, other / general

Tabla 2.1 IDs de los talkers [6]

DM	Velocity Sensor, Speed Log, Water, Magnetic
VW	Velocity Sensor, Speed Log, Water, Mechanical
WI	Weather Instruments
YX	Transducer
ZA	Timekeeper – Atomic Clock
ZC	Timekeeper – Chronometer
ZQ	Timekeeper – Quartz
ZV	Timekeeper – Radio Update, WWV or WWVH

Tabla 2.2 IDs de los talkers [6]

2.4.2 Buffer

En casos donde debamos conectar varios listeners a un talker, es posible que la corriente del talker no sea suficiente para comunicarse con más de 2, por lo tanto es muy recomendable usar un **buffer**, cuya misión es amplificar la señal del talker y asegurar que llega con suficiente nivel de corriente a todos los listeners.

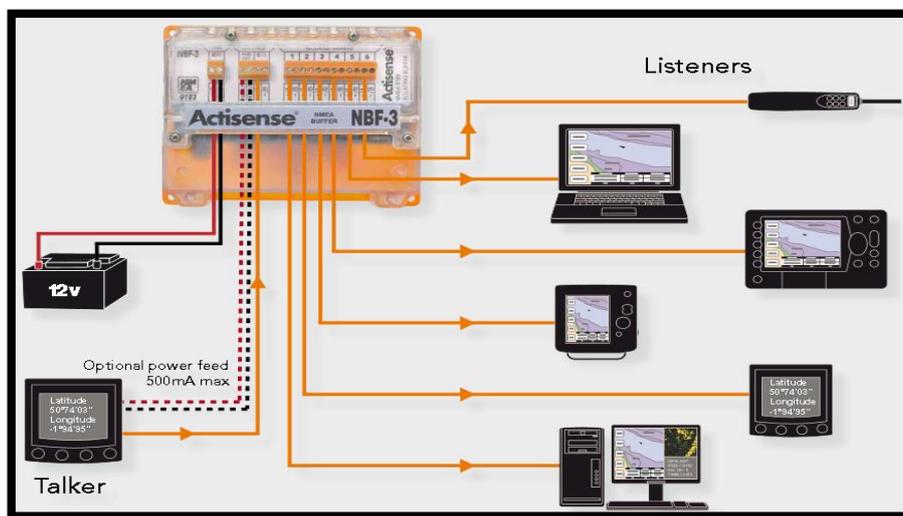


Figura 2.6 Buffer NMEA 0183 [8]

2.4.3 Cables optoacopladores para PC

Una forma de detectar si nuestro talker está emitiendo información sería conectarlo a nuestro ordenador y ver si recibimos datos con el software apropiado. Para llevar esto a cabo podemos hacerlo mediante cables optoacopladores, con conector DB9, los cuales protegerán nuestro PC de subidas de tensión repentinas que lo puedan dañar. También podemos encontrar en el mercado cables optoacopladores con conector USB

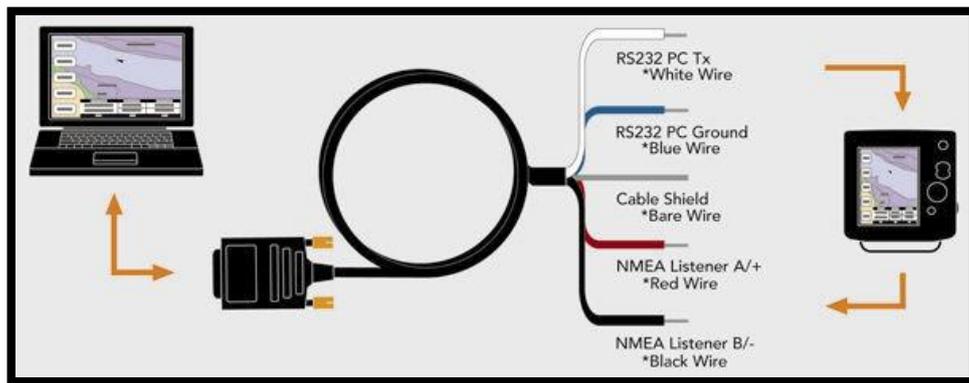


Figura 2.7 Cable con conector DB9 optoacoplador [9]

2.4.4 Conversores NMEA 0183 – NMEA 2000

Uno de los elementos más útiles debido a la actualización progresiva del sector. Nos ayudara a conservar los equipos cuyos datos todavía funcionen bajo el estándar NMEA 0183, mientras el resto de nuestra red es NMEA 2000.



Figura 2.8 Convertidor NMEA 0183 - NMEA 2000 [10]

Capítulo 3. NMEA 2000

3.1 Introducción

Como hemos visto en el capítulo anterior, con NMEA 0183 podías transmitir información de un talker a un listener con tan solo la ayuda de dos cables. Podemos tener, por ejemplo, a un GPS dando información de la posición a una radio, a un piloto automático y a un radar. Vemos como la información es unidireccional. Los listeners no pueden responder ni enviar información. Se puede apreciar el problema del NMEA 0183, y darnos cuenta de que no tenemos una red de información, simplemente una comunicación entre dos equipos en una sola dirección.

Para intentar solucionar esta situación, en el año 2000 aparece en el mercado el NMEA 2000. Un estándar “**Plug-and-Play**” que se basa en la **comunicación bidireccional** de los equipos, creando de esta manera una red de datos de multi-talkers y multi-listeners. NMEA 2000 trajo consigo especificaciones sobre los cables y conectores que debemos usar adoptados del estándar DeviceNet, lo que facilitó en gran medida la conexión de varios equipos de distintas empresas que cumplan con el estándar.

NMEA 2000 se basa en la transmisión de datos mediante un protocolo de comunicación denominado **CAN (Controller Area Network)** procedente de la industria automovilística. Simplifica la instalación y la distribución de información dado que lo hace mediante un solo cable, llamado **backbone**, el cual llevara información a los equipos conectados a él. Se puede conectar hasta un máximo de 50 equipos a la backbone, a través de cables llamados **drop**, en donde cada uno de ellos puede dejar o tomar información del bus de datos. Por otro lado tenemos un gran avance en lo que a velocidad de transmisión se refiere, llegando a ser 50 veces más rápido NMEA 2000 que su predecesor.

A continuación podemos ver una tabla con las principales diferencias entre los dos estándares.

Estándar	NMEA 0183	NMEA 0183-HS	NMEA 2000
Conectores	Específicos de cada marca	Específicos de cada marca	Comunes para todas las marcas.
Protocolo	ASCII	ASCII	Binario
Comunicación	Único talker, varios listeners	Único talker, varios listeners	Varios talkers, varios listeners
Velocidad	4,8 Kb / sec	38,4 Kb / sec	250 Kb / sec
Límite de equipos	Hasta 5	Hasta 5	Hasta 50
Ventajas	Aplicaciones simples	Uso para el AIS	Versátil y fácil de instalar

Tabla 3.1 Comparativa NMEA 0183 - NMEA 2000 [11]

3.2 Elementos físicos

Todos los elementos físicos de la red, tanto conectores como cables, están basados en el estándar DeviceNet. Antes de la aparición de NMEA 2000 ya era un estándar bastante común en las industrias del automóvil y la agricultura, probándose como un sistema bastante robusto y adecuado para el entorno náutico. Como hemos comentados con anterioridad, el estándar NMEA 2000 puede soportar la conexión de hasta 50 equipos actuando como talkers / listeners. Sobre el papel puede parecer una tarea complicada teniendo en cuenta lo que sabemos sobre el NMEA 0183 RS-422 en donde necesitábamos dos cables para la transmisión de datos entre talker y listener. Nada más lejos de la realidad. Hemos visto como el principal elemento físico en una instalación NMEA 2000 es la backbone, nuestro bus de datos, en cuyas terminaciones tendremos una resistencia de 120 ohmios, una macho y otra hembra.

Al tener dos resistencias de 120 ohmios en los extremos, esto se traduce en que la backbone tendrá una impedancia de 60 ohmios, destinada a mantener la integridad de la señal en la red. La backbone también contará con una fuente de alimentación de 12V conectada a través de un cable drop. Existe un cable de alimentación especial, que hace la función de alimentación y terminación resistiva de la red. Por último tendremos los ya mencionados cables drop que conectarán los equipos a la backbone a través de conectores “T” (8).

3.2.1 Cable NMEA 2000

Contamos con 3 tipos de cables que podemos usar en una instalación NMEA 2000, cuya única diferencia es la corriente que pueden llegar a soportar y su uso según la longitud total de la instalación. Cada cable NMEA 2000 tiene en su interior cinco cables: dos para la señal, dos para la alimentación y la malla. La malla protege a nuestro cable contra la radiofrecuencia externa y ayuda a reducir las interferencias de radiofrecuencia del propio cable.

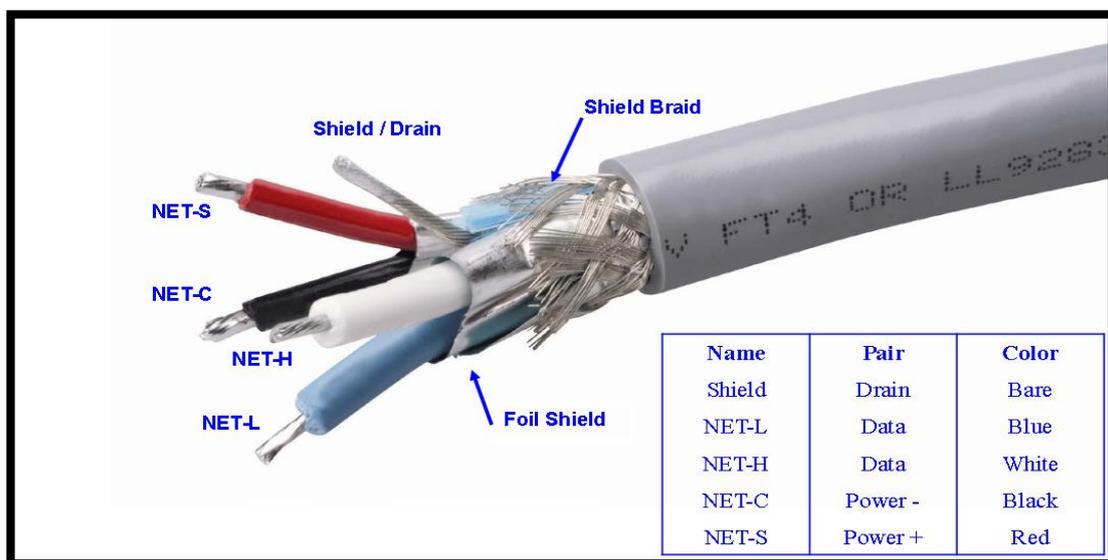


Figura 3.1 Cable NMEA 2000 [12]

Las tres opciones de cables disponibles son:

- **Mini:** Se suele usar como backbone ya que de las tres opciones es la que mayor capacidad de corriente tiene, 8 amperios. Se usan en instalaciones que van desde los 100 metros hasta los 250 metros. También se pueden usar como drop.
- **Mid:** Se suele usar como backbone o drop para instalaciones en las que podemos combinar Mid / Mini y llegar a situarnos en longitudes entre los 100 y 250 metros. Es capaz de soportar 4 amperios de corriente, lo mismo que los cable tipo “micro”, pero la ventaja con respecto a estos últimos es que en situaciones en las que se requiere mayor longitud, la caída de voltaje de los cables Mid es menor, debido a su mayor diámetro.
- **Micro:** Se suelen usar como cables drop, aunque se pueden llegar a ver como backbone en instalaciones menores de 100 metros. Es capaz de soportar 4 amperios y cuenta con una gran flexibilidad gracias a su menor diámetro.

3.2.2 Longitud

Anteriormente hemos mencionado que para instalaciones con cables micro, la longitud total debe de ser menor a 100 metros, mientras que para mid / mini o simplemente mini, la instalación puede llegar hasta los 250 metros. La medición de la longitud se hace desde dos puntos cualesquiera, ya sean dispositivos o terminales, y no deben de exceder esos números según los cables usados.

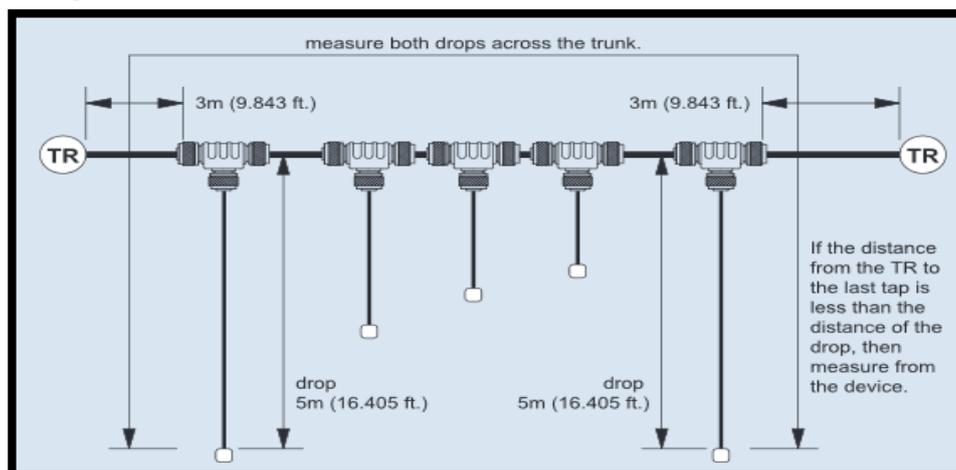


Figura 3.2 Longitud de una red NMEA 2000 [13]

En los casos donde la distancia entre un conector “T” y la resistencia terminal de 120 ohms sea menor que la distancia entre ese conector “T” y el dispositivo al que está conectado, se deberá de tomar esta última distancia para el cálculo de la distancia total. Por ejemplo en la figura 3.3, tomaríamos los 5 metros que van desde el conector “T” hasta el dispositivo, en vez de los 3 metros que van desde el conector “T” hasta la resistencia terminal.

Los cables drop deben cumplir dos requisitos en cuanto a la longitud se refiere:

1. La longitud de un solo cable drop no debe superar los 6 metros.
2. La suma total de todas las longitudes de los cables drop no debe superar los 78 metros.

En algunas instalaciones es muy fácil equivocarse ya que hay que tener en cuenta los drop que pueden llegar a existir a partir de un multipuerto. Como podemos ver en la figura 3.3, tenemos dos multipuertos con sus respectivos drop, cuya distancia tenemos que tener en cuenta para el cálculo total y no exceder los 78 metros de límite. En este caso la distancia máxima son 37 metros (9).

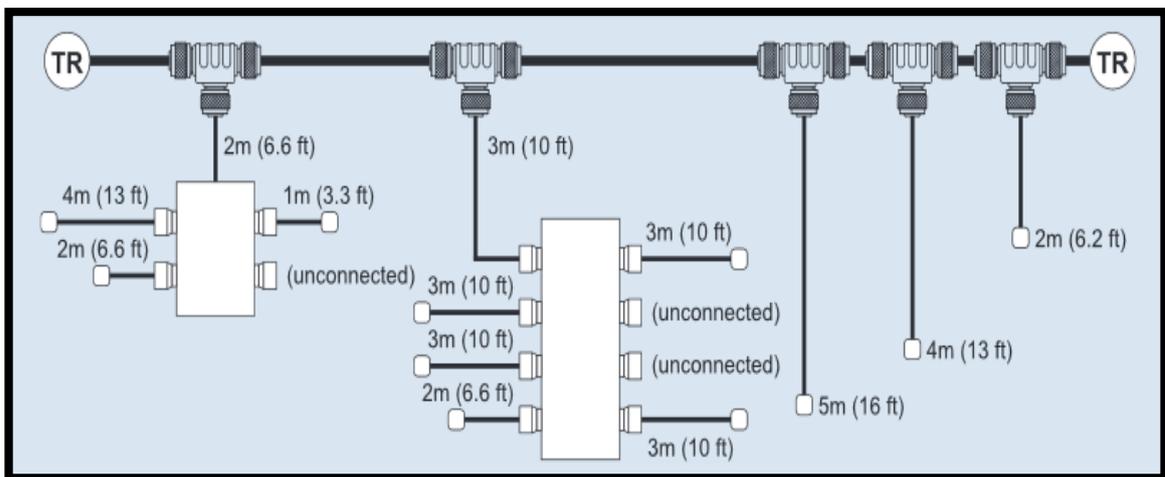


Figura 3.3 Longitud total de los cables drop [14]

3.2.3 Alimentación

La red NMEA 2000 debe de ir alimentada a 12V y se debe de conectar mediante el cable destinado a ello. Los equipos que estén conectados a la red deberán de trabajar entre un intervalo de 9V a 16V, con una tensión nominal de 12V. Podemos alimentar la red desde diferentes lugares. Para localizar el lugar más óptimo debemos de hacer un estudio sobre las caídas de tensión que se producen en nuestra red. La red NMEA 2000 solo va a trabajar correctamente si existe una caída de tensión entre la fuente y el equipo más alejado menor de 3V. Para ello debemos usar la siguiente ecuación:

Caída de tensión: Resistencia del cable x Distancia x Carga de la red x 0.1

Siendo:

- Resistencia del cable en ohms / metro.
- Distancia desde la fuente hasta el equipo más alejado, en metros.
- Carga de la red, es la suma de todos los *Load Equivalent Numbers* (LEN) de todos los equipos entre la fuente y el equipo de referencia.

En la figura 3.4 podemos ver un ejemplo de una red NMEA 2000 alimentada por un extremo y procederemos a calcular la caída de tensión para poder juzgar si el diseño es correcto o no.

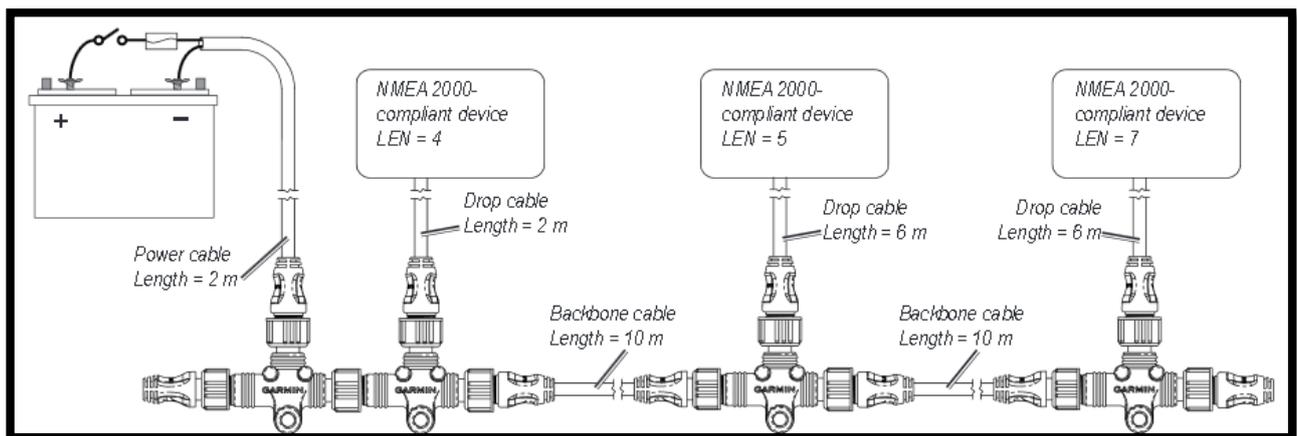


Figura 3.4 Alimentación en un extremo [15]

Tomaremos como resistencia del cable 0,053. Por lo tanto tendremos:

$$\text{Caída de tensión: } 0,053 \times (2 + 10 + 10 + 6) \times (4 + 5 + 7) \times 0.1 = 2,37 \text{ V}$$

Dado que nos ha dado un valor inferior a 3V podemos decir que el diseño anterior es correcto.

Si añadimos 10 metros de backbone la caída de tensión sería mayor a 3V, como podemos comprobar:

$$\text{Caída de tensión: } 0,053 \times (2 + 10 + 20 + 6) \times (4 + 5 + 7) \times 0.1 = 3,22 \text{ V}$$

Para solucionar este problema debemos de alimentar nuestra red desde un lugar más centrado como se muestra en la figura 3.5.

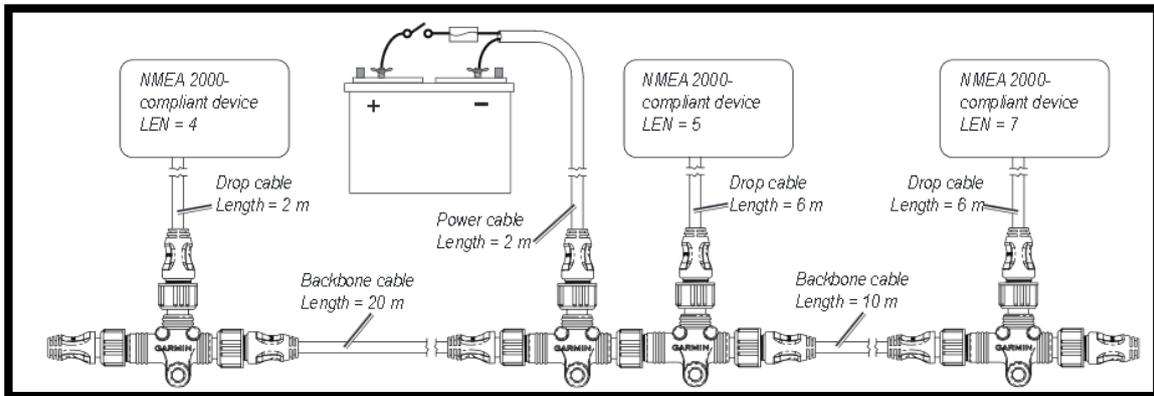


Figura 3.5 Alimentación central [16]

La forma de calcular la caída de tensión varía. En este tipo de casos debemos calcular tanto la caída de tensión a la derecha como la caída de tensión a la izquierda del conector “T” por el cual entra la tensión a la red. En este caso concreto, al estar la “T” de la alimentación conectada directamente a otra “T” con un equipo en ella, debemos contar con el LEN del equipo para calcular la caída de tensión a la izquierda de la fuente. Por lo tanto nos quedaríamos con:

$$\text{Caída de tensión izquierda: } 0,053 \times (2 + 20 + 2) \times (4 + 5) \times 0.1 = 1,145 \text{ V}$$

$$\text{Caída de tensión derecha: } 0,053 \times (2 + 10 + 6) \times (5 + 7) \times 0.1 = 1,145 \text{ V}$$

Comprobamos como ahora el diseño está correcto, ya que en ambos lados de la alimentación, la caída de tensión es menor a 3V. Este tipo de casos donde la alimentación debe de ir más centrada son los más comunes en instalaciones de gran longitud (10).

3.3 Estructura del mensaje

El NMEA 2000 está basado en un protocolo conocido como CAN (Control Area Network), que encuentra sus orígenes en la industria automovilística. La razón por la cual se ha escogido este sistema es la garantía de que el mensaje se va a entregar. Por ejemplo, contamos con un mensaje importante en nuestro bus de datos, relacionado con la posición de GPS. CAN garantiza que incluso aunque la red esté a su máxima capacidad, el mensaje llegará a su destino, usando un sistema de prioridades. Otras de las ventajas con las que cuenta CAN son:

- Configuración sencilla.
- Detección de errores.
- Reenvío de mensajes fallidos.
- Desconexión automática de los nodos defectuosos.

Existen cuatro tipos de paquetes que se pueden enviar con CAN:

- **Paquetes de información.** Suelen ser los paquetes que transmiten información de un equipo a otro a través del bus de datos.
- **Paquetes remotos.** Si un equipo necesita información de otro, el primero deberá de enviar un paquete remoto al segundo. Existen dos diferencias entre los paquetes de información y los paquetes remotos. Primero, el paquete remoto no cuenta con información y segundo, existe un bit llamado Remote transmission request (RTR) que deberá tener un valor de “0” en los paquetes de información y “1” en los paquetes remotos.
- **Paquete error.** Se transmite cuando un equipo detecta un mensaje de error cuando envía un paquete.
- **Paquetes de sobrecarga.** Es transmitido por un equipo que se encuentra sobrecargado por una gran demanda y al cual se le da más tiempo para la transmisión.

Los datos son enviados en paquetes de información. Las partes más importantes que podemos encontrar en un paquete de información son los 29 bits de identificación y los 8 bytes de información propiamente dicha. Por ejemplo, en caso del GPS tendremos datos referentes a la posición incluidos en esos 8 bytes. En otros sectores industriales donde usan CAN podemos ver como los bits de identificación se ven reducidos a 11 bits, el cual es el formato estándar del CAN, aunque como ya hemos comentado anteriormente en NMEA 2000 siempre serán de 29 bits, conocido por ser el formato extendido del CAN. La composición completa del paquete enviado por CAN la podemos apreciar en la Figura 3.6.

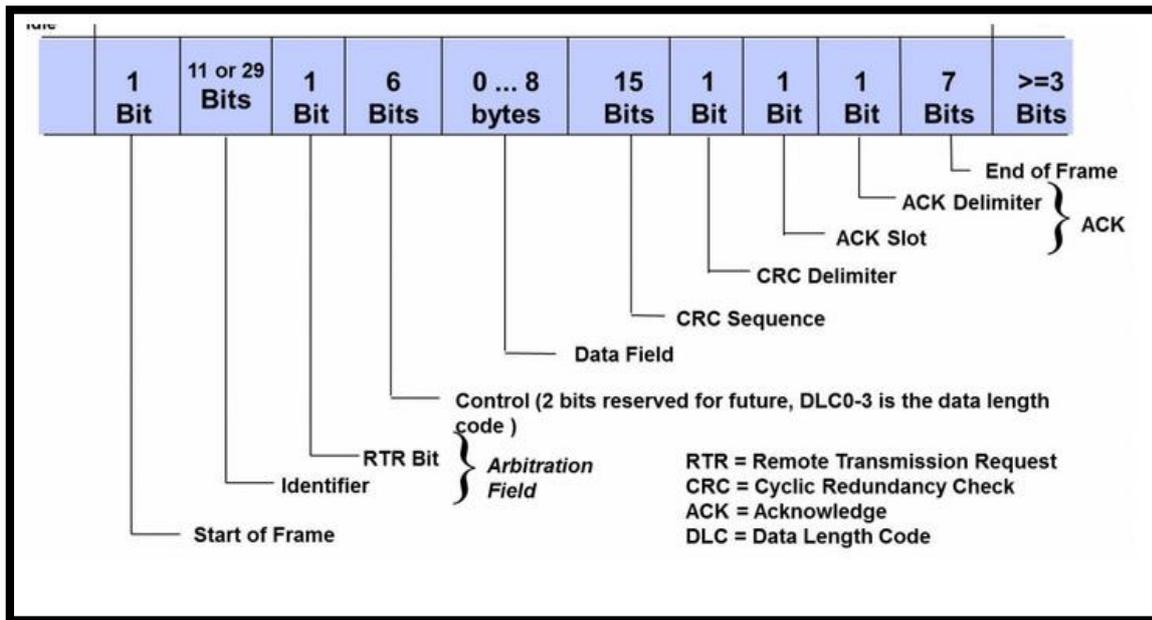


Figura 3.6 Composición de un paquete de información CAN [17]

A continuación daremos una breve descripción de cada grupo de bits y su finalidad:

- El primer bit que nos encontramos es el bit de comienzo del mensaje, que nos indica el comienzo de una transmisión.
- Luego nos encontramos con 11 o 29 bits, dependiendo de la versión de CAN que estemos trabajando. Ya hemos comentado que NMEA 2000 usa 29 bits para la identificación. Contiene la información de qué equipo está transmitiendo, a qué equipo se envía la información, el PGN (Parameter Group Number) y la prioridad del envío. Para comparar los mensajes y saber la prioridad de transmisión entre ellos, se debe cumplir que todos los equipos estén sincronizados entre sí, para comparar los mensajes bit a bit.

CAN usa dos términos para dar prioridad. Primero tendremos el término “**dominante**” que se refiere al valor “0” en un bit. Por otra parte tendremos el término “**recesivo**” que se refiere al valor “1” en un bit. Pongamos un ejemplo para ver la prioridad. Tenemos dos equipos que intentan transmitir al mismo tiempo y sus bits de identificación son iguales hasta el 7º bit, en donde el equipo A transmite un “0” y el equipo B un “1”.

Cuando ocurre esta situación, el equipo B sabe que transmitió un “1” (bit recesivo) y ve un “0” (bit dominante) en el bus procedente del mensaje de equipo A, por lo tanto se detecta una colisión y el equipo B deja de transmitir mientras que el equipo A sigue con su mensaje (11). Una vez termine este último, el equipo B transmitirá su información. Podemos ver una ilustración del ejemplo en la siguiente figura.

	Start Bit	ID Bits										The Rest of the Frame	
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		0
Node 15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
Node 16	0	0	0	0	0	0	0	1	Stopped Transmitting				
CAN Data	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	

Figura 3.7 Prioridad con bit dominante y bit recesivo [18]

- Remote transmisión request (RTR) ha sido mencionado en la definición de paquetes remotos. Una vez entendida la prioridad de los mensajes de transmisión, podemos entender que en un paquete de errores, el RTR tendrá un valor correspondiente a recesivo, ya que su prioridad es más baja que en un paquete de información, y por lo tanto en este último tendrá un valor de “0”, que corresponde a un bit dominante.
- Los bits de control son los encargados de dar la longitud de la información. El valor puede estar dentro del rango de 0 hasta 8 bytes.
- La parte central de un paquete de información son los propios datos, los cuales van incluidos en un grupo de hasta 8 bytes (0-64 bits).
- La siguiente parte de un paquete es la denominada Verificación por redundancia cíclica (CRC) que comprueba la integridad del paquete enviado.
- Por último el ACK slot indica que el proceso CRC ha sido correcto. Todos los transmisores ponen un bit recesivo y los receptos un bit dominante, para certificar la correcta transmisión (12).

3.4 Métodos de transmisión

En el apartado anterior hemos podido ver como los datos se envían a través de paquetes de información que cuentan con 8 bytes para guardar estos datos. Pero hay casos en los que esos 8 bytes se quedan cortos y debemos de usar otros métodos. Existen dos métodos:

- Multi-packet es un método que nos permite transmitir hasta 1.785 bytes siguiendo el protocolo ISO 11783-3. La información se envía mediante un encapsulado hasta el receptor, el cual tiene la capacidad de controlar el flujo de información, desde comenzarla, pausarla o hasta pararla. El problema que existe con este método es que el receptor no es capaz de saber qué información está adquiriendo hasta que no tenga la totalidad de ella.
- NMEA 2000 Fast packet es el método más usado. Este método se fundamenta en el envío secuencial de paquetes de información, donde el primero de todos tiene un bit que nos dice la longitud de la información que se desea enviar, y los siguientes paquetes tienen un bit que funciona como contador que va aumentando hasta llegar a esa longitud total, enviando así todo el mensaje.

Capítulo 4. SimNET

4.1 Introducción

Desde la implementación de NMEA 2000, todas las empresas del sector náutico han podido comprobar la facilidad y comodidad que supone conectar diferentes equipos y transmitir información siguiendo las directrices de este estándar. Muchas empresas han optado por crear su propio estándar a partir del NMEA 2000, manteniendo el sistema de transmisión de información, el CAN, y simplemente cambian elementos físicos de la red, como son conectores, terminaciones, etc. Un claro ejemplo de lo expuesto anteriormente es la empresa Simrad, que ha creado su red SimNet. Debido al origen de SimNet, su conexión a una red NMEA2000 es muy simple. Con tan solo un cable adaptador podemos conectar las dos redes, y transmitir información sin ningún tipo de problema. Es importante mencionar que si llegados a la situación en la que disponemos de un equipo Simrad y lo conectamos a una red NMEA 2000 a través del correspondiente cable adaptador, las directrices que se seguirán en cuanto a longitud de la red y demás aspectos físicos de la red serán del propio NMEA 2000. Por otra parte también se pueden conectar equipos que no son de Simrad, a una red Simnet. Para ello el equipo debe reunir una serie de requisitos:

- Ser NMEA 2000 certificado.
- Reunir los requisitos de CE, FCC con un cable adaptador NMEA 2000 – Simnet conectado.
- No exceder las especificaciones de carga de la red SimNet, que veremos más adelante.

4.2 Elementos físicos

La única diferencia entre NMEA 2000 y SimNet es la construcción y los elementos físicos de la red. Como hemos visto en el capítulo anterior, NMEA 2000 usa la backbone como elemento central de la instalación y cables drop que van desde los equipos hasta la backbone a través de conectores “T”. SimNet añade una nueva modalidad de conexión para sus equipos, la conexión encadenada (Daisy chaining) en su red. Esto es posible cuando los equipos que forman parte de la red SimNet tienen dos puertos para conexión. En la figura 4.1 podemos ver un pequeño ejemplo de los dos métodos en los que podemos conectar equipos a una red SimNet. Los dos sistemas de conexión pueden coexistir en una instalación.

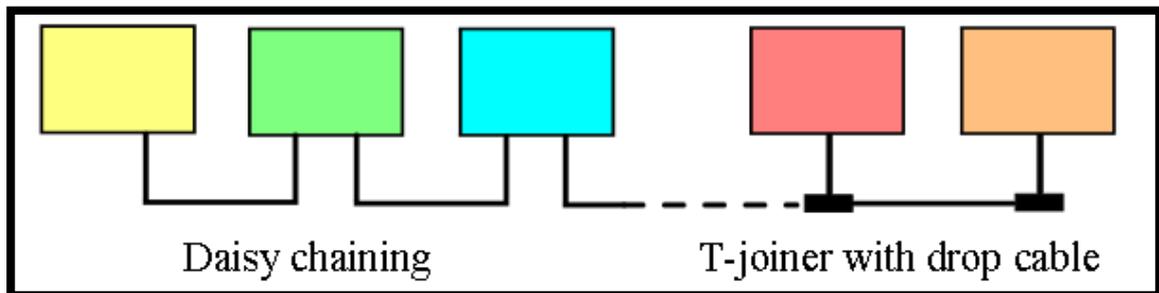


Figura 4.1 Tipos de montajes en una red SimNet [19]

Si deseamos eliminar algún equipo de la red que esté conectado mediante la conexión encadenada, tendremos que sustituirlo por un conector “T” para salvaguardar la backbone. Si el equipo ya estaba conectado mediante un cable drop a través de un conector “T”, simplemente retiramos el cable drop y dejamos el conector “T”.

En las especificaciones técnicas de la red SimNet podemos encontrar bastantes semejanzas con la NMEA 2000. Son las siguientes:

- El máximo número de equipos conectados es 50.
- La longitud máxima del cable no debe de superar los 120 metros.
- La velocidad de transmisión es 250 kbps.
- El número máximo de cargas en la red debe de ser 80 NL.
- Alimentación a 12 V.

- El cable drop debe de ser como máximo de 6 metros.
- La longitud total de los cables drop debe de ser menor a 60 metros.

4.2.1 Alimentación

La red SimNet requiere de una fuente de alimentación externa de 12V para su funcionamiento, del mismo modo que pasaba con NMEA 2000. Como en cualquier instalación de una fuente de alimentación se recomienda el uso de un interruptor y de un fusible, en este caso de 5A, en el cable positivo, que nos servirá de protección de la red en caso de cortocircuito. SimNet cuenta con dos tipos de cable de alimentación, uno con una terminación resistiva roja usado en los sistemas que se alimentan en un extremo y otro sin terminal resistivo y de color amarillo para sistemas donde la alimentación se encuentra en el centro. En ocasiones la distancia entre la batería y el primer equipo de nuestra red es mayor que el cable de alimentación. Para solucionar esta situación debemos de usar un cable entre la alimentación y el cable de SimNET.

Dependiendo del cable usado debemos de tener en cuenta su longitud en el cálculo del cableado total del sistema siguiendo el siguiente criterio:

- Para un cable de 12 AWG añadiremos un quinto de la longitud del cable a la longitud total de la red.
- Para un cable de 10 AWG añadiremos un sexto de la longitud del cable a la longitud total de la red.
- Para un cable de 8 AWG añadiremos un décimo de la longitud del cable a la longitud total de la red.

Con la red NMEA 2000 debíamos de calcular la caída de tensión dependiendo de los LEN de los equipos conectados y la distancia entre la fuente y el último equipo de la instalación, y si ese valor era menor a 3V la red debía de funciona perfectamente. SimNet usa sus propios cálculos para determinar el tamaño de nuestra red.

Introducimos el concepto de **Factor de tamaño de Sistema**, con el cual determinaremos el tamaño de la red, según la longitud de cable que tengamos y la carga total. El cálculo es muy sencillo:

$$SF: NL_{tot} \times Lt_{tot}$$

Siendo:

- NL_{tot} : La suma de los Network Load de todos los equipos de la red.
- Lt_{tot} : longitud total de cable, excluyendo los 30 metros del equipo de viento (que puede actuar como terminación) e incluyendo la longitud equivalente mencionada anteriormente si debimos de colocar un cable entre la fuente de alimentación y el cable SimNet.

Dependiendo del resultado que obtengamos a la hora de hacer el cálculo, estaremos dentro de un rango que determinará el tipo de red que tenemos, los cuales son:

- Sistema mediano con un valor por debajo de 600.
- Sistema grande con un valor entre 600 y 2000.
- Sistema extra grande con un valor por encima de 2000.

Saber en qué rango se sitúa nuestro sistema es muy importante a la hora de la alimentación, ya que determinará el lugar donde estará situada, y si en un futuro la red es capaz de soportar más equipos sin cambiar la alimentación de lugar. Los dos tipos más importantes son el mediano y el largo.

3.2.1.1. Sistemas medianos

En este tipo de sistemas, la alimentación se hará en un extremo, y en el otro tendremos o bien un equipo de viento o bien una terminación resistiva. En la figura 4.2 podemos ver un sistema medio que cuentan con tres equipos IS12 conectados con el método de conexión encadenada, y CP34 mediante un conector “T” y su respectivo cable drop.

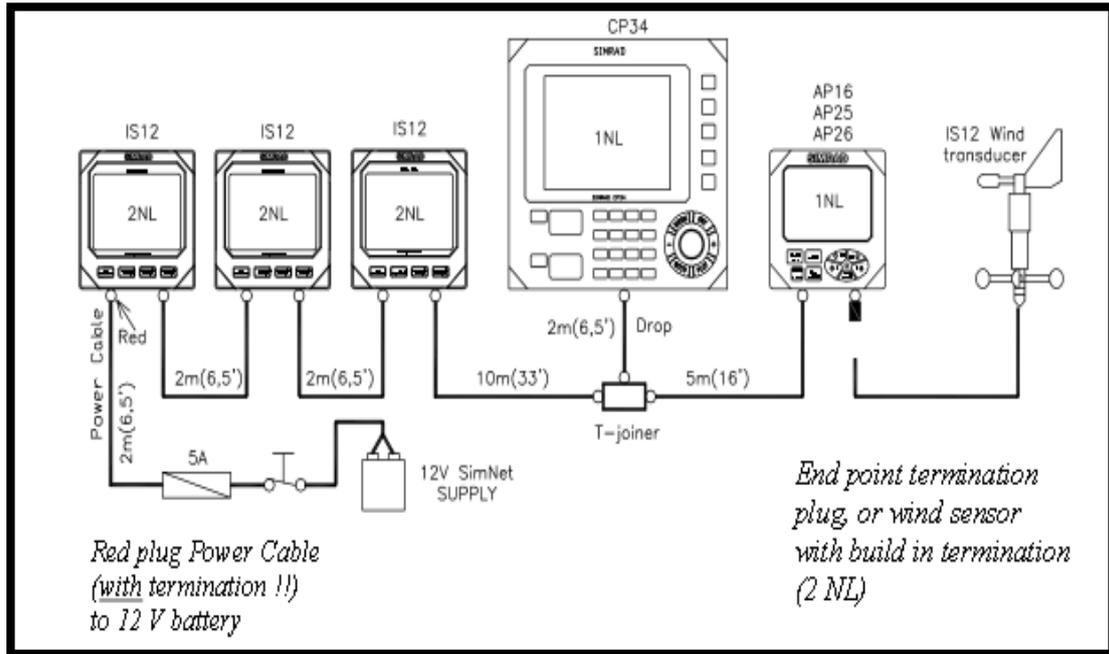


Figura 4.2 Sistema mediano [20]

Realizando el cálculo tendremos que:

$$SF = (2 + 2 + 2 + 1 + 1 + 2) \times (2 + 2 + 2 + 10 + 2 + 5) = 10 \times 23 = 230$$

Un sistema medio es aquel donde el SF no supera los 600, por lo tanto en un futuro podríamos añadir equipos con sus respectivos NL y cables, ya que actualmente solo tendríamos un SF de 230, sin cambiar la alimentación de lugar.

Los cálculos que representarían el sistema de la Figura 4.3 serían:

Rama izquierda

$$SF = (1 + 1 + 1 + 10) \times (2 + 5 + 5 + 2 + 10 + 10 + 1) = 455$$

Rama derecha

$$SF = (1 + 2 + 10 + 2 + 1 + 2) \times (2 + 5 + 2 + 5 + 1 + 2 + 10) = 486$$

Ahora calcularemos el total, que sería la suma de los NL de cada rama multiplicado por la suma de la longitud de cada rama, obteniendo así el SF total de nuestro sistema.

$$SF = (13 + 18) \times (35 + 27) = 31 \times 61 = 1922$$

Podemos ver como el ejemplo cumple con todos los requisitos. Cada rama está por debajo de 600 y el total está situado por debajo de 2000. Por otro lado los NL totales están por debajo de 80 y la longitud total por debajo de 120 metros, los cuales eran requisitos generales de la red SimNet, sin importar su tamaño.

4.3 Plug and Play software

Una de las grandes novedades que nos trae SimNeT es la introducción de un término llamado **DataType**. Se define como un conjunto de datos que normalmente procede de la misma fuente. Por ejemplo, el DataType de la posición contiene la posición propiamente dicha, COG, SOG, UTC, datum, user datum settings y Magvar, todos ellos con su respectivo PGN. Hasta un total de cinco fuentes de datos por cada DataType pueden ser usados por SimNet. Esto puede llegar a ser muy beneficioso.

Siguiendo con el ejemplo anterior del DataType de la posición, supongamos que contamos con dos GPS y seleccionamos el GPS A para que nos proporcione sus datos, y sean los usados por toda la red como referencia. Si se produce una avería en el primer GPS, mediante el software de detección de fuentes de datos, podemos seleccionar el GPS B y así no perder datos de la posición. En la Figura 4.4 podemos ver los diferentes DataTypes que hay, y los datos que engloba cada tipo con su PGN respectivo.

No todos los equipos pueden llevar a cabo la función de selección de fuentes para cada DataType. Solo los equipos denominados **SimNet Clase 1** pueden hacerlo, a través de un proceso que puede ser automático o manual donde se seleccionan las mejores fuentes de datos. Estos equipos se caracterizan por tener gran capacidad para la presentación de datos, facilitando así la lectura por parte del usuario de la red. Los Clase 1 coordinarán los datos que usará el “**grupo local**”, el cual estará formado por los equipos Clase 1 y Clase 2 de nuestra red. Las redes que cuentan con al menos un equipo Clase 1 se denominan **sistemas SimNet Clase 1**. Por el contrario, en una red donde no exista ningún equipo de Clase 1, se denominada **sistema SimNet Clase 2**.

Hemos comentado la existencia de equipos Clase 2 que son simplemente equipos con poca capacidad para la representación de datos. Si estamos hablando de un sistema SimNet Clase 1, los equipos Clase 2 seguirán las directrices impuestas por el equipo Clase 1 a la hora de usar los datos. En caso contrario, almacenará cualquier información para su uso.

Data Type Name (long max. 20 ch)	Data Type Abbreviated name (short max. 6 ch.)	Data content	Priority	PGN	
Compass	Comp	Heading Magvar	1 2	127250	
Navigation	Nav	XTE		129283	
		BWW To WP From WP BWP DWP Position of WP		129284	
		Time to go		129301	
		WP name		-	
		Position	Pos	Position	129025
		COG	1 2	129026 130577	
SOG			1 2 3	129026 130577 128259	
			UTC		129033
			Datum		129044
User Datum settings		129045			
Magvar		1	127250		
Wind Apparent	Wind-A	Wind angle app. Wind speed app.		130306	
Wind Calculated	Wind-C	Wind direction Wind angle true Wind speed true		130306	
Water Speed	Wa-Spd	Water speed	1 2	128259 065406	
Water Temperature	W-Temp	Water temperature		130310	
Distance log water	DisLog	Cumulative log		128275 065408	
Depth	Depth	Water depth		128267	
Rudder	Rudder	Ruder angle		127245	
Autopilot	APilot	Heading reference Rudder commanded			

Figura 4.4 Tabla de DataTypes [22]

La creación del “grupo local” tiene varios objetos:

- Asegurar el uso de las mismas fuentes de datos para todos los equipos que forman el grupo.
- Facilitar el cambio de fuente de datos para todos los equipos del grupo.

Si en nuestra red existen varios equipos Clase 1, el equipo que tenga la selección de datos en automático será el que diga al resto del grupo que datos debe de usar. Por otra parte, la existencia de un grupo no implica que todos los equipos de nuestra red deban de estar en él. Existe la configuración “**Stand Alone**” que nos permite aislar un equipo de la red. Esto es muy práctico si deseamos hacer un seguimiento más cercano a un dato determinado. Por ejemplo, contamos con dos sondas, la primera está dentro del grupo local, y nos muestra la profundidad que usa toda la red SimNet como fuente de datos, mientras que la segunda nos mostrara la profundidad solo de ese instrumento y que no se va a transmitir a ningún otro (13).

4.3.1 Problemas comunes y soluciones

A continuación nombraremos los posibles problemas, causas y soluciones que presentan tanto los sistemas de Clase 1, como los sistemas de Clase 2.

Número	Síntoma	Posible causa	Solución recomendada
1	La selección automática de datos no comienza	<ul style="list-style-type: none"> • No hay ningún equipo conectado • La configuración automática ya se ha realizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar que todos los equipos están alimentados • Realizar un reseteo de la selección de fuente
2	No todos los DataType tienen asignado datos	<ul style="list-style-type: none"> • No existe ningún equipo que proporcione ese dato • El equipo no envía los datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar que existe un equipo que es capaz de proporcionar estos datos. • Comprobar que el equipo está bien conectado • Hacer una instalación manual de los datos

Tabla 4.1 Sistema Clase 1 [23]

Número	Síntoma	Posible causa	Solución recomendada
1	No se muestran datos SimNet	<ul style="list-style-type: none"> • Cables SimNet desconectados • No hay alimentación • No hay terminaciones en la red SimNet 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar la instalación • Comprobar el fusible de la alimentación de la red.
2	Se muestran datos pero no todos	<ul style="list-style-type: none"> • La conexión del equipo puede estar mal 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer un reseteo del equipo implicado
3	Se muestran datos de forma irregular	<ul style="list-style-type: none"> • No hay terminaciones en la red • Interferencias eléctricas procedentes de otros equipos • No hay suficiente alimentación para toda la red 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de una terminación • Comprobar el voltaje en los extremos de la red.
4	Solo se muestran datos de determinados equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Cables desconectados o rotos • La conexión del equipo puede estar mal 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar los cables involucrados en el equipo que no transmite

Tabla 4.2 Sistemas Clase 2 [24]

4.4 Accesorios

Aparte de los elementos comentados con anterioridad como son los dos tipos de cable de alimentación, uno con terminación resistiva con conector de color rojo y otro sin terminación resistiva con conector de color amarillo, los conectores “T” y las diferentes extensiones de clave SimNet, no hemos mencionado dos accesorios muy importantes, los conversores de SimNet a NMEA 0183 y de SimNet a NMEA 2000.

4.4.1 Conversor AT10 SimNet – NMEA 0183

AT10 es un conversor cuya misión es convertir datos SimNet en datos NMEA 0183 y viceversa. Está alimentado por la propia red SimNet y su principal característica es que está programado para evitar que los datos NMEA 0183 del puerto de salida, vuelvan a ser introducidos al puerto NMEA 0183 a través de la red SimNet.



Figura 4.5 AT10 [25]

4.4.2 Conversor SimNet – NMEA 2000

Dada la gran similitud entre SimNet y NMEA 2000 no es de extrañar que la conversión entre las dos redes sea tan sencilla como la conexión de ambas a través de un simple cable. Podríamos conectar este cable conversor a un AT10 si quisiéramos convertir NMEA 2000 a NMEA 0183, aunque ya hay elementos más específicos para esta tarea.

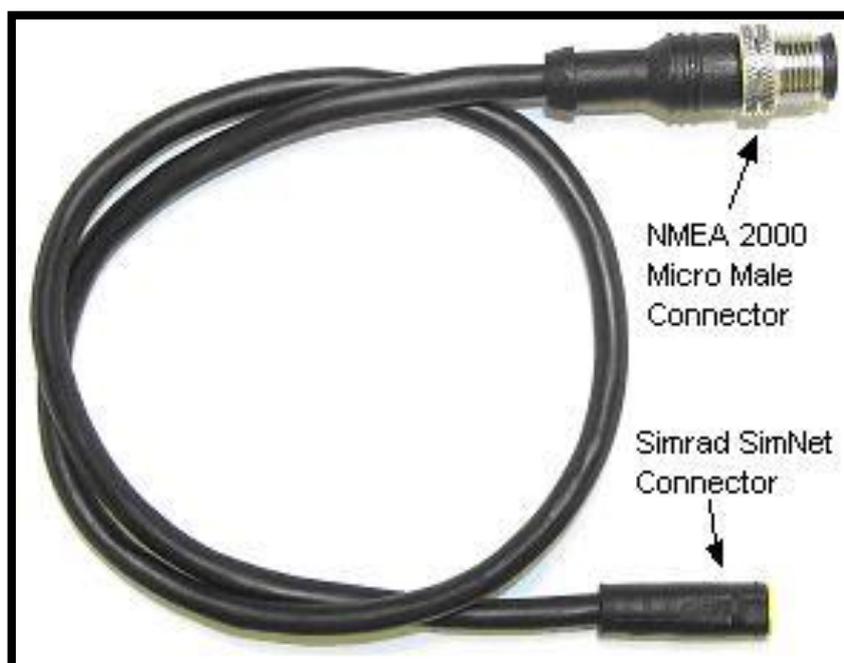


Figura 4.6 Cable conversor SimNet - NMEA 2000 [26]

Capítulo 5. SeaTalk

5.1 Introducción

La empresa Raymarine ha sido una de las principales innovadoras en los estándares de comunicación entre los equipos desde que se empezó a tratar el tema. Durante los años 80 su propio estándar de comunicación hacía su debut, el SeaTalk 1, destinado a la interconexión entre equipos Raymarine. Dado el espacio temporal en el que creado, SeaTalk 1 guarda gran similitud con NMEA 0183. Después vendría SeaTalk 2, del cual no se tiene mucha información, pero se sabe que era una red con una backbone de cinco cables y terminaciones resistivas, como en NMEA 2000. Como ha hecho Simrad con SimNet, Raymarine ha creado una versión de su estándar con una gran semejanza al NMEA 2000, el SeaTalk^{ng}., el cual es el más extendido por el ámbito náutico y del cual nos ocuparemos en mayor profundidad en este capítulo (14).

5.2 SeaTalk 1

Aunque sus orígenes datan de los años 80, hoy en día podemos encontrar equipos de Raymarine que transmitan datos por medio de SeaTalk 1. Como hemos comentado, guarda gran similitud con NMEA 0183. Su velocidad de transmisión es la misma, 4800 baud / s, pero la mayor diferencia que existe entre los dos estándares, es que SeaTalk 1 es multitalker / multilistener. La red SeaTalk1 puede venir montada de dos modalidades, o bien con una conexión encadenada, o con una backbone y sus conectores “T” (figura 5.1) correspondientes. Las redes carecen de resistencia en sus extremos. La red usa una backbone de tres cables, en donde el rojo es tensión positiva, +12V, negro es tierra, 0V, y el amarillo es el cable información, como podemos ver en la figura 5.2.

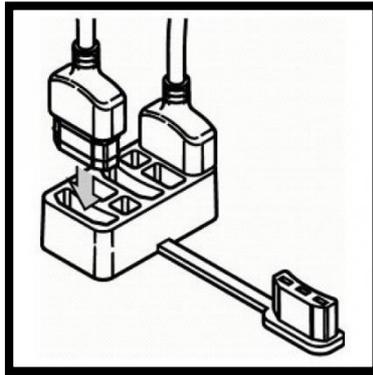


Figura 5.1 Conector "T" SeaTalk 1 [27]

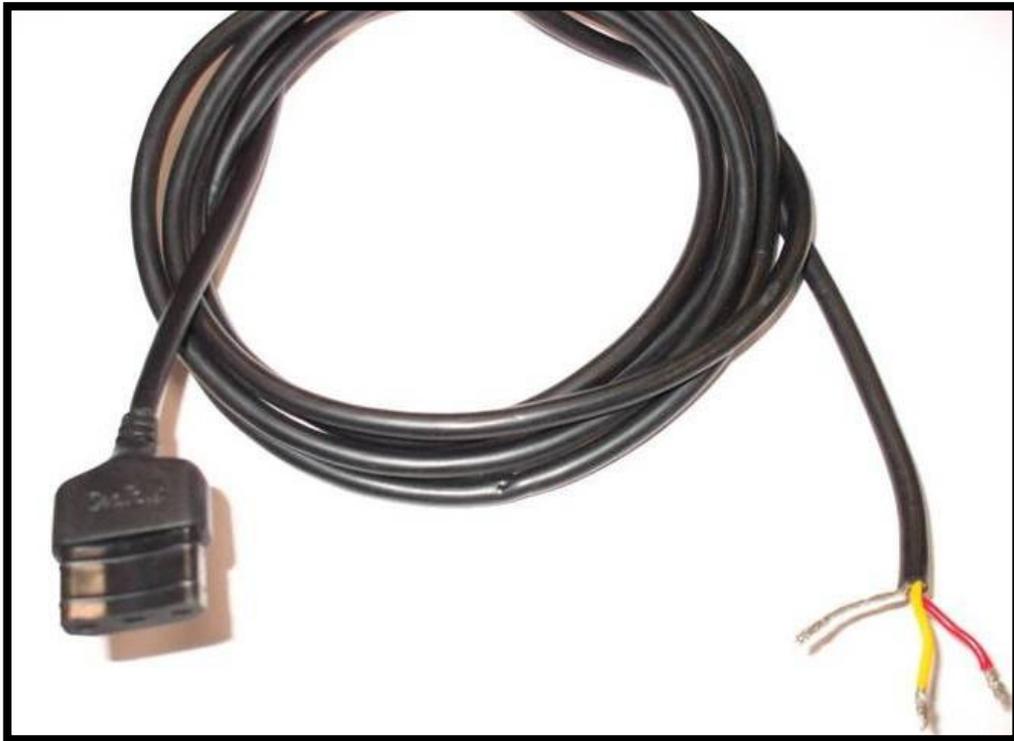


Figura 5.2 Cable SeaTalk 1 [28]

La consideración más importante a la hora de construir nuestra red es la longitud total, siendo esta la suma de la longitud de los cables usados. En los casos donde debamos conectar la red a alimentación dos veces, esto se hará en los extremos de la red, como podemos ver en la Figura 5.3. Podemos construir una tabla que ilustrará perfectamente las limitaciones (15).

Longitud de la backbone	N. de instrumentos	Conexiones a alimentación
Hasta 10 metros	13	1
	26	2
Hasta 20 metros	7	1
	13	2

Tabla 5.1 Características de una red SeaTalk 1 [29]

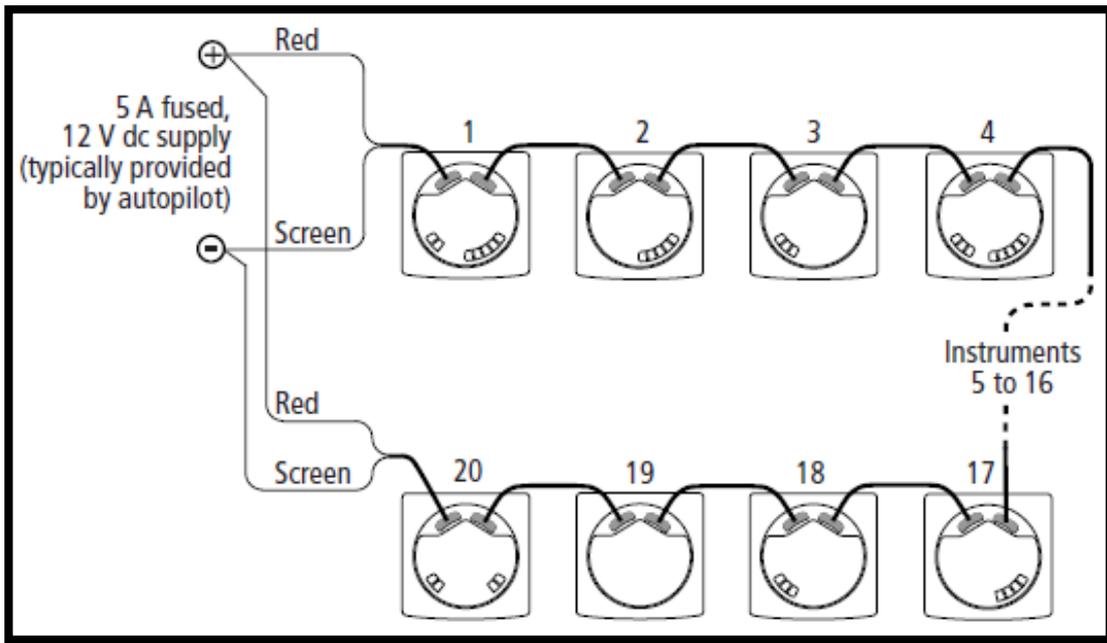


Figura 5.3 Red encadenada con doble conexión a alimentación [30]

La característica de que sea una sistema multitalker / multilistener puede llevar al sistema al colapso cuando varios equipos intentan transmitir al mismo tiempo. La solución a ello es un tiempo de espera único para cada equipo Raymarine. Una vez el equipo detecta que el bus de datos está libre para empezar la transmisión, los equipos con un tiempo de espera menor, serán los que tengan mayor prioridad y transmitirán antes, siendo así muy raros los problemas de colisión (16).

5.3 SeaTalk^{ng}

Las redes más comunes en las instalaciones de equipos Raymarine son las sujetas al estándar SeaTalk^{ng}. Es el estándar más parecido a NMEA 2000, tanto en su instalación física como en la transmisión de datos. Ofrece una gran conectividad tanto con redes NMEA 2000 como con Sea Talk 1 por medio de un simple cable adaptador.

5.3.1 Elementos físicos

Los elementos básicos de la red son la backbone, con sus respectivas terminaciones resistivas, y los cables drop, que en SeaTalk se denominan “**Spurs**”. Podemos ver un ejemplo en la figura 5.4. Estos elementos vienen definidos por colores, teniendo a la backbone de color azul y los spurs de color blanco. Por otra parte tenemos el cable de alimentación de color rojo. Contamos con gran variedad de longitudes para nuestros cables, teniendo a la backbone con extensiones desde 40 cm hasta 20 metros.

Por otra parte spurs van desde desde los 40 cm hasta los 5 metros. Como en cualquier otro sistema también contamos con conectores “T”.

Para la instalación debemos de contar con dos factores importantes:

- No deben de existir dos equipos que proporcionen la misma información
- Solo podemos tener una fuente de alimentación para la red.

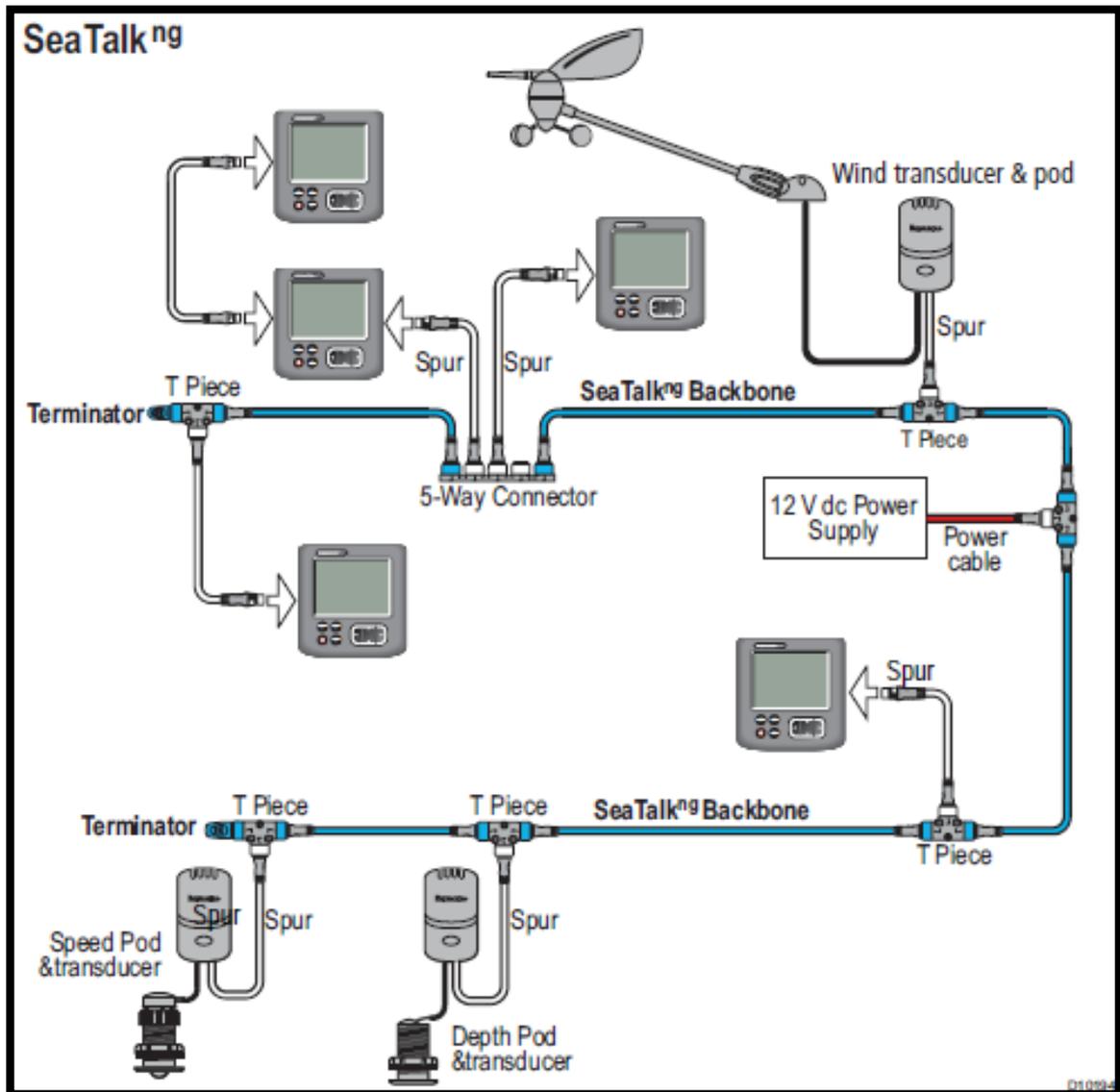


Figura 5.4 Ejemplo de una red SeaTalk^{ng} [31]

5.3.2 Alimentación

Para la alimentación de nuestra red SeaTalk^{ng} tenemos que contar con una fuente de 12V con su respectivo fusible de 5A para su protección. Para saber dónde conectar la fuente de alimentación para nuestra red, debemos de saber los LEN totales que con los que contamos. Colocaremos la fuente de tal manera que el sistema quede balanceado en cuanto a LEN se refiere, quedando el mismo número de LEN a ambos lados de la fuente, como se ilustra en la figura 5.5.

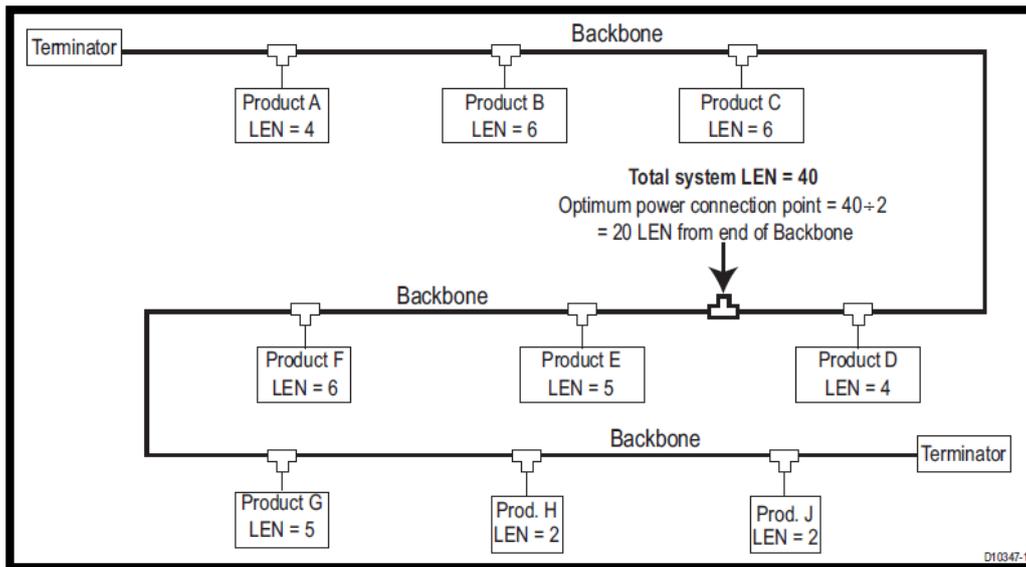


Figura 5.5 Sistema balanceado [32]

Una excepción es cuando la red es muy pequeña y la longitud del backbone no supera los 60 m. En este caso podemos conectar la fuente en un extremo de la red para formar una red balanceada.

Los equipos que podemos conectar a nuestra red, van en función de la longitud del backbone, y el número total de LEN que tengamos (17). Por lo tanto debemos tener en cuenta la tabla 5.2 para redes balanceadas.

Longitud del backbone	LEN totales
60 metros o menos	100
80 metros	84
100 metros	60
120 metros	50
140-160 metros	40
180-200 metros	32

Tabla 5.2 Sistemas balanceados [33]

Para redes desbalanceadas tendremos:

Longitud del backbone	LEN totales
20 metros	40
40 metros	20
60 metros	14

Tabla 5.3 Sistemas desbalanceados [34]

Por lo tanto las especificaciones técnicas a la hora de construir y alimentar una red SeaTalk^{ng} son:

- La longitud del backbone no puede exceder los 200 metros en sistemas balanceados y 60 metros en sistemas desbalanceados.
- La longitud de los Spurs no debe de exceder los 5 metros.
- La longitud total de los Spurs no debe de superar los 30 metros.
- Los LEN no pueden superar su máximo, dependiendo de los metros que tengamos de backbone.

5.4 Accesorios

Raymarine nos ofrecen conversores y conectores que nos dan la posibilidad de conectar nuestra red SeaTalk^{ng} con equipos con datos SeaTalk 1, NMEA 2000 e incluso datos NMEA 0183. Por ejemplo, supongamos que tenemos a nuestra disposición una VHF con salida NMEA 0183. Gracias a un conversor proporcionado por Raymarine, seríamos capaces de tener esos datos en nuestra red SeaTalk^{ng}. Debemos de tener en cuenta varios requisitos para poder conectar los equipos a la red:

- No deben de existir en la red dos equipos que proporcionen el mismo dato, ya sean datos en formato NMEA 0183 / NMEA 2000 o SeaTalk.
- Solo debe de existir una fuente de alimentación en total.
- Si tenemos una red con SeaTalk^{ng} y SeaTalk 1 no se debe de conectar una red NMEA 2000.

5.4.1 NMEA 0183 / 2000 a SeaTalk^{ng}

La conexión de un equipo con datos NMEA 2000 a nuestra red es muy sencilla y será posible con tan solo un cable conversor con sus terminaciones correspondientes a cada estándar. Para la introducción de datos NMEA 0183 debemos de disponer de un dispositivo, NGW-1-STNG o bien de un kit conversor proporcionado por la propia empresa Raymarine.

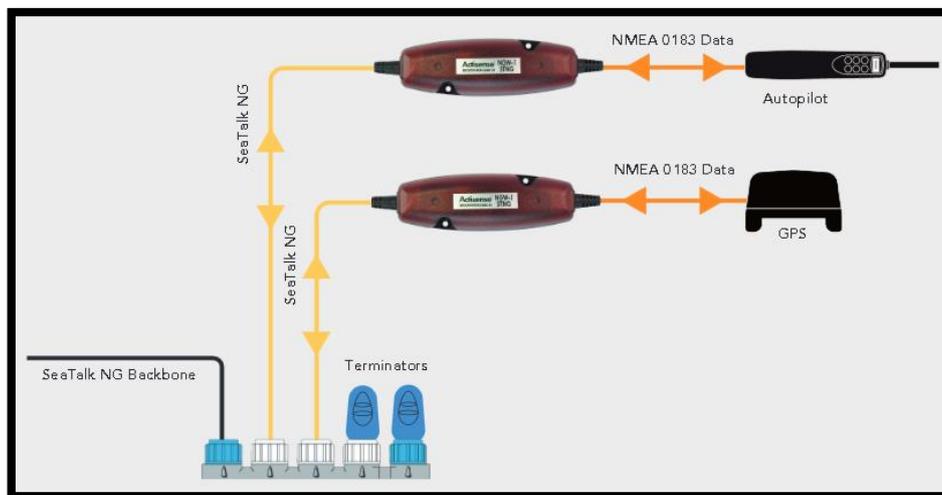


Figura 5.6 Conexión NMEA 0183 - SeaTalk^{ng} con NGW-1-STNG [35]

5.4.2 SeaTalk 1 - SeaTalk^{ng}

Para la conexión de las dos redes Raymarine nos ofrecen un kit, que está compuesto por un convertidor, dos terminadores, cable de SeaTalk 1 a SeaTalk^{ng} y un cable de alimentación.



Figura 5.7 Kit conversor [36]

Capítulo 6. Futuro y nuevas tecnologías

5.1 Introducción

La tecnología ha seguido avanzando y con ella las mejoras en los estándares de comunicación. En la actualidad parece impensable que un barco tenga un sistema que no esté basado en el NMEA 2000 o en las diferentes variantes desarrolladas por las diferentes empresas del sector. Una de las limitaciones del NMEA 2000 es la incapacidad de transmitir datos complejos como video. Para solucionar esto, se están concentrando los esfuerzos en la creación de un estándar basado en el estándar **IEEE 802.3 de Ethernet**.

Para la transmisión de datos, Ethernet hace uso del algoritmo de acceso múltiple con escucha de portadora y detección de colisiones. El procedimiento es simple. Cuando un equipo quiere transmitir, primero deberá escuchar el bus y comprobar si está libre. Si es así, comenzará a transmitir de inmediato. Por otro lado, si el bus está ocupado con la transmisión de otro equipo, el primer equipo queda en espera. Existe un problema bastante importante que nos afecta, y es que existe la posibilidad de colisiones de datos, lo que conllevaría la pérdida de información, algo que no se puede permitir en el ámbito náutico. Años atrás se tomó CAN como protocolo de transmisión debido a su garantía casi absoluta de que los datos transmitidos llegarían a su destino (18).

5.2 OneNet

La asociación NMEA ha estado trabajando para crear un estándar basado en IEEE 802.3 Ethernet con la ayuda de las empresas del sector, entre ellas Raymarine, Garmin, etc. Han bautizado al estándar con el nombre de **OneNet**. El objetivo es poder transportar sentencias NMEA 2000 usando Ethernet en un formato que no dependa del fabricante.

Hoy en día existen fabricantes que poseen equipos conectados por Ethernet y transportan mensajes NMEA 2000, como por ejemplo el radar de Simrad 3G, pero estas conexiones están limitadas a los equipos propios de la empresa.

La aparición de OneNet no quiere decir que NMEA 2000 vaya a desaparecer. OneNet ayudará a la velocidad de transmisión, a crear redes más grandes con mayor número de equipos y a transmitir datos complejos como datos, pero todo ello lo hará mientras transmite información NMEA 2000 y coexisten en una misma instalación. En la siguiente figura podemos ver un ejemplo de una red mixta NMEA 0183- NMEA 2000 – OneNet.

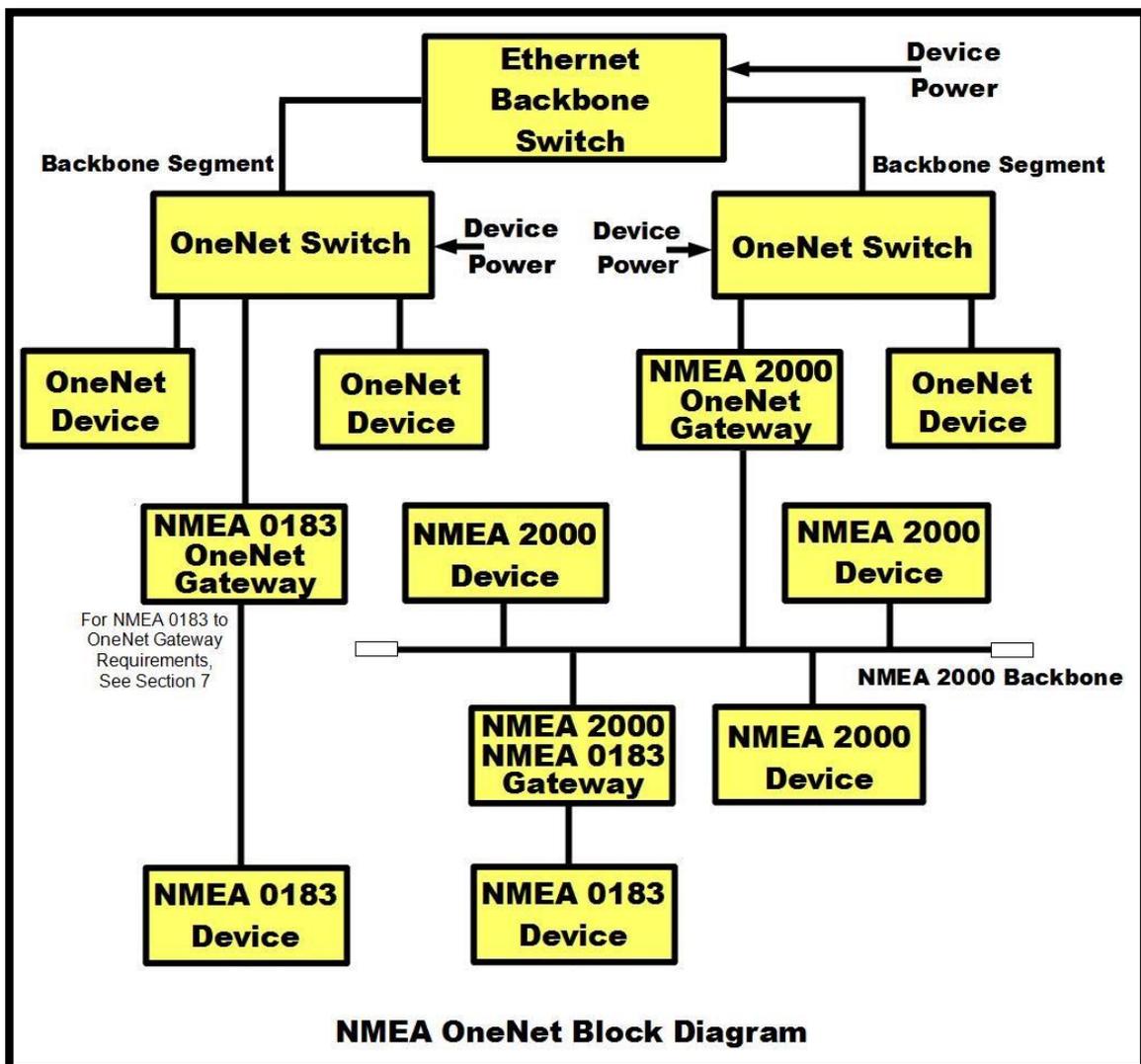


Figura 6.1 Ejemplo de red mixta NMEA 0183 - NMEA 2000 – OneNet [37]

El límite de conectividad de equipos que tenemos hoy en día en 50 para sistemas NMEA 2000 pasaría a rondar los 65.000 equipos con el OneNet. En cuanto a la velocidad estaríamos hablando de un cambio de 250 b/s a un rango de operación del OnetNet de 10 Megabits hasta 10 Gigabits, entre 400 y 40.000 veces más rápido. Poniendo la vista incluso más en el futuro, OneNet proporciona el primer paso para una transición a mejoras en el Ethernet, el uso de cables de alta velocidad como la fibra óptica, o cualquier tipo de innovación que se haga en el sector de la transmisión de datos en la informática, puede tener una gran repercusión en el futuro de OneNet (19).

5.3 Simrad Ethernet

La introducción de Simrad al Ethernet ha venido de la mano de su gama de productos NSS, los cuales son sistemas multifunción capaz de representar los diferentes datos que existen en la red SimNet. El equipo cuenta con tres entradas diferentes de datos: NMEA 0183, NMEA 2000 / SimNet y Ethernet y el número de ellas dependerá de la versión del producto que tengamos entre manos. Simrad tiene a nuestra disposición numerosos productos que se conectan a través de Ethernet al equipo NSS. Radares Broadband 3G y 4G, radares de alta definición, sonar 3D y equipos de mediciones meteorológicas entre otros.

Como principal accesorio tenemos el NEP-2, figura 6.2. Un dispositivo capaz recopilar la información de hasta un máximo de cuatro equipos con salidas Ethernet y llevarla a nuestro equipo NSS a través de un solo puerto para su visualización.



Figura 6.2 NEP-2 [38]

Una de las tecnologías que se derivan del uso de Ethernet es el WiFi, usando el estándar 802.11 de conexiones inalámbricas. Simrad hace uso de ella a través del accesorio GoFree WIFI-1, que va conectado al NSS a través de Ethernet. Gracias a él, podemos acceder desde nuestro dispositivo móvil o tablet a nuestro equipo NSS y comprobar los diferentes datos de forma instantánea. Todavía no es posible modificar parámetros desde estos accesos remotos, pero eso algo que en un futuro se conseguirá (20).



Figura 6.3 GoFree WIFI-1 [39]

5.5 SeaTalk HS

Raymarine ha implementado un sistema de transmisión de datos por Ethernet, para su visualización en el equipo multifunción. Como Simrad, con SeaTalk HS solo podremos ver la información de los equipos como el radar, sonar, video y cartas náuticas. La conexión al equipo multifunción se hará a través de conmutadores de red. Tenemos dos posibilidades dependiendo del número de equipos que queramos conectar. SeaTalk HS-5 Network Switch cuenta con 5 puertos, mientras que SeaTalk HS Network Switch cuenta con 8 puertos, que podemos apreciar en la siguiente figura.



Figura 6.5 SeaTalk HS Network Switch [40]

Conclusiones

Hemos podido ver como la historia de los estándar de comunicación comenzó con la creación de la asociación NMEA y el estándar que lleva su nombre, en los años 80. Fabricantes como Raymarine también comenzaban a investigar como conectar sus propios equipos durante la misma época, con la inclusión de SeaTalk1. Esta era la primera señal de que íbamos a tener una gran variedad de estándar en el futuro.

En este trabajo hemos visto los más importantes que podemos encontrarnos hoy en día a bordo de un buque, ya que son los fabricantes más extendidos. La aparición de NMEA 2000 con su simplicidad en cuanto a su instalación y la garantía de transmisión de información gracias a CAN ha dado lugar a que cada fabricante implemente su propio estándar. Simrad con SimNet, Raymarine con sus versiones de SeaTalk, incluso estándares que no son tan comunes, con el CANbus de Furuno. Son estándar prácticamente idénticos, solo con diferencias en los límites de la instalación y conectores.

La similitud de los estándar dan como lugar redes mixtas a bordo de los buques, haciendo uso de los diferentes accesorios que hemos visto para conectar las diferentes redes, aunque las redes NMEA 2000 son las más extendidas.

El sector ha comenzado a dar pasos hacia el futuro con la introducción de varios datos por Ethernet. El siguiente paso lógico es la introducción de OneNet, que no viene a sustituir a NMEA 2000, sino a ayudarlo y a ser un paso intermedio en un futuro más lejos donde podamos tener una red totalmente por Ethernet, usando cables de fibra óptica y poder garantizar una transmisión

Bibliografía de contenido

- [1] https://www.nmea.org/content/nmea_standards/nmea_0183_v_410.asp, Junio 2017
- [2] Actisense The Nmea 0183 information Sheet
- [3] <http://nolandeng.com/downloads/Interfaces.pdf> , Junio 2017
- [4] NMEA 0183 - Standard For Interfacing Marine Electronic Devices
- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183
- [6] Proprietary NMEA 0183 Sentences TECHNICAL SPECIFICATION
- [7] Actisense Data Sheet NDC-4
- [8] Frank Cassidy (1999) NMEA 2000 Explained – The last Word, Junio 2017
- [9] <http://www.marinplus.com/index.php/support-service/wiki/80-maretron-nmea-2000-network-installation-guide>
- [10] Technical Reference for Garmin NMEA 2000 products,
- [11] https://en.wikipedia.org/wiki/CAN_bus
- [12] <https://www.warwickcontrol.com/how-is-the-can-message-formatted/>
- [13] Manual Simrad SimNet installation
- [14] <http://boatprojects.blogspot.com.es/2012/12/beginners-guide-to-raymarines-seatalk.html>
- [15] <http://thomasknauf.de/seatalk.htm>
- [16] ST60 Owner's Handbook
- [17] SeaTalk^{ng} Reference Manual
- [18] <https://es.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
- [19] Bruce Angus (2012) Introducing OneNet.
- [20] <http://www.simrad-yachting.com/es-ES/>

Bibliografía de figuras y tablas

- [1] [2] <http://www.actisense.com/wp-content/uploads/2017/07/NMEA-0183-Information-sheet-issue-4-1-1.pdf>
- [3] http://caxapa.ru/thumbs/214299/NMEA0183_.pdf
- [4] [5] https://en.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183
- [6] <http://www.catb.org/gpsd/NMEA.html>
- [7] <http://www.rbcshop.co.uk/actisense-nmea-multiplexer-ndc-4-usb-912-p.asp>
- [8] https://www.fugawi.com/store/product/AS-NBF-3?taxon_id=32
- [9] <http://www.actisense.com/wp-content/uploads/2017/07/OPTO-4-Datasheet-issue-2.00.pdf>
- [10] https://www.fugawi.com/store/product/AS-NGW-1-ISO?taxon_id=32
- [11] <http://www.powerandmotoryacht.com/node/154824>
- [12] <https://www.navstore.com/maretron-nmea-2000-micro-bulk-cable-per-100-meter-spool-gray-cg1-100.html>
- [13] [14] <http://www.marinplus.com/index.php/support-service/wiki/80-maretron-nmea-2000-network-installation-guide>
- [15] [16] http://static.garmincdn.com/pumac/2250_TechnicalReferenceforGarminNMEA2000Products.pdf
- [17] <http://www.warwickcontrol.com/how-is-the-can-message-formatted/>
- [18] https://en.wikipedia.org/wiki/CAN_bus
- [19] [20] [21] [22] [23] [24] <http://www.chicagomarineelectronics.com/Simrad%20Documents/SimNet/Simnet-Install-Man.pdf>
- [25] <https://www.navstore.com/simrad-at10-universal-converter-nmea-2000-nmea-0183-bridge.html>
- [26] <https://www.navstore.com/simrad-simnet-product-to-nmea-2000-network-adapter-cable-p-n-24005729.html>
- [27] <http://www.nmeashop.co.uk/d244>
- [28] <http://www.raymarine.eu/view/?id=5535>
- [29] [30] http://www.km-yachtcharter.de/fileadmin/content/Content/Km-yachtcharter/pdf/Handbuch/Raymarine_st60_tridata.pdf

- [31] <http://www.raymarine.com/view/?id=400>
- [32] [33] [34] <http://www.jgtech.com/pdf/SeaTalkng-Reference%20manual-EN.pdf>
- [35] <http://www.actisense.com/wp-content/uploads/2017/07/NGW-1-STNG-Leaflet-Actisense.pdf>
- [36] <http://www.raymarine.com/view/?id=400&collectionid=197&col=1597>
- [37] <https://www.marineelectronicsjournal.com/content/newsm/news.asp?show=VIEW&a=131>
- [38] <http://www.simrad-yachting.com/en-US/Products/Engine-Management-Networking/NEP-2-en-us.aspx>
- [39] <http://www.simrad-yachting.com/es-ES/Productos/NSS-Sistemas-Sport/WIFI-1-module-es-es.aspx>
- [40] <http://www.learnabouttravelmaps.info/pics/s/seataik-hs-networking.html>

