

## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ



### **Nombre del Alumno:**

César Augusto Pérez Herrera

### **Semestre:**

9º

### **Materia:**

Residencia Profesional

### **Proyecto:**

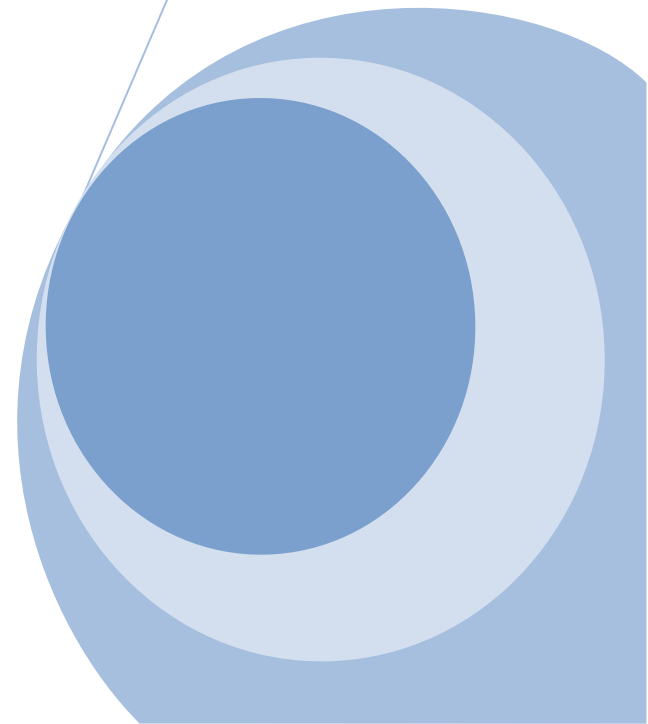
Manual de referencia rápida para el análisis de falla del sistema de entretenimiento instalado en la flota de la familia Airbus A320.

### **Asesor Externo:**

Ing. Arturo O. Trujillo Gutiérrez  
Jefe de Ingeniería Electrónica

### **Asesor Interno:**

Dr. Héctor Ricardo Hernández De León



## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
<b>DATOS DE LA EMPRESA</b> .....	<b>5</b>
<b>CARACTERIZACIÓN DEL ÀREA EN QUE PARTICIPA</b> .....	<b>6</b>
<b>PROBLEMAS A RESOLVER Y PRIORIZARLOS</b> .....	<b>6</b>
<b>ALCANCES Y LIMITACIONES</b> .....	<b>7</b>
<b>SISTEMAS DE COMUNICACIÓN</b> .....	<b>8</b>
<i>Protocolos</i> .....	8
<i>Electrónica Analógica</i> .....	8
<i>Tipos de electrónica</i> .....	9
<i>Electrónica Digital</i> .....	11
<b>BUS DE DATOS</b> .....	<b>12</b>
<i>Datos Paralelo Unidireccional.</i> .....	13
<i>Principios de Bus Serie.</i> .....	13
<i>Un Bus de Datos de una Aeronave.</i> .....	13
<b>ARINC 429</b> .....	<b>14</b>
<i>Otros Estándares de Buses</i> .....	15
<b>ETHERNET</b> .....	<b>15</b>
<b>MODELO DE REFERENCIA OSI</b> .....	<b>18</b>
<i>Capa Física (Capa 1).</i> .....	18
<i>Codificación de la señal</i> .....	19
<i>Topología y medios compartidos</i> .....	20
<i>Equipos adicionales</i> .....	20
<i>Capa de enlace de datos (Capa 2).</i> .....	21
<i>Capa de red (Capa 3)</i> .....	21
<i>Capa de transporte (Capa 4)</i> .....	22
<i>Capa de sesión (Capa 5)</i> .....	22
<i>Capa de presentación (Capa 6)</i> .....	23
<i>Capa de aplicación (Capa 7)</i> .....	23
<i>Unidades de datos</i> .....	24
<i>Transmisión de los datos</i> .....	25
<i>Formato de los datos</i> .....	26
<i>Operaciones sobre los datos</i> .....	26
<i>Codificación Manchester</i> .....	27
<i>Ventajas y desventajas del uso de la codificación Manchester</i> .....	27
<i>Interfaces</i> .....	28

<b>FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN EL SISTEMA DE ENTRETENIMIENTO IFE (IN FLIGHT ENTERTAINMENT)</b> .....	29
<u>Crew Panel (CP) Panel de la Tripulación</u> .....	29
Función CP .....	29
<u>Sytem Controller-Audio (SC-A) Control del Sistema de Audio/Video</u> .....	30
Función SC-A.....	30
<u>Main Multiplex (MM) Multiplexor Principal</u> .....	31
Función MM.....	31
<u>Wall Disconnect Box (WDB) Desconexión Caja de Pared</u> .....	32
Función WDB.....	32
<u>Seat Electronic Box (SEB) Cajas Electronicas</u> .....	32
Función SEB .....	33
<u>Passenger Control Unit (PCU) Unidad de Control de Pasajero</u> .....	33
Función PCU.....	33
<u>Tapping Unit (TU)</u> .....	34
Función TU.....	34
<u>LCD Monitors (LCDM) Monitores LCD</u> .....	35
Función LCD .....	35
<b>PROCEDIMIENTO SEGUIDO EN LA REALIZACIÓN DEL MANUAL</b> .....	35
<b>PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS</b> .....	36
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	37
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	37

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día Mexicana de Aviación cuenta con una Base de Mantenimiento ubicada dentro del AICM, a un lado de la Aduana México, sobre las calles de rodaje C, C3 y B9. Este complejo consta de dos Hangares, los cuales son utilizados uno para mantenimiento y overhall además de contar con un edificio para albergar los departamentos y gerencias de mantenimiento, y el segundo para trabajos de pintura; además de talleres de motores, componentes y laministería, estacionamiento de automotores de la empresa destinados al uso aeroportuario, y dos extensas plataformas divididas en espaciosa posiciones al aire libre, para el seguro resguardo de las aeronaves en mantenimiento y pernocta e inclusive utilizadas como posiciones remotas alternas en caso de un sobrecupo de tráfico aéreo en el Aeropuerto. Además cuenta con una Base de Mantenimiento en el aeropuerto de Guadalajara donde a partir de febrero de 2009 da mantenimiento a sus aeronaves A320/A319/A318, certificadas ante los constructores Airbus, Boeing y Fokker, al igual que ante la EASA, DGAC y la FAA.

Mexicana de aviación cuenta con aviones de la familia Airbus, de los cuáles hablaremos a continuación:

**Avión A318** el cuál puede llevar 109 pasajeros en una configuración de 2 clases. Pero para la comodidad del usuario Mexicana cuenta con 10 aviones Airbus 318 con capacidad para 100 pasajeros, de los cuáles todos ellos tienen instalados el sistema de entretenimiento ex IFE. Este avión fue creado para reemplazar a los viejos DC9, Fokker 100 y los primeros modelos del B737, así como competir con los actuales B737-600 y B717.

**Avión A319** esta versión es un modelo acortado derivado del A320, con cambios mínimos. Debido a que tiene los mismos depósitos de combustible, pero menos pasajeros (124 en configuración de 2 clases), su alcance se ve aumentado hasta los 7.200 km., el mayor de su clase. Como el A320, posee mandos de control fly-by-wire. Mexicana cuenta con 21 de estos aviones y están configurados para 120 pasajeros, dentro de los cuales solo 5 de ellos tienen el sistema de entretenimiento instalado en su interior.

**Avión A320** está configurado para una capacidad de 154 pasajeros, pero modificada en la base de mantenimiento en una configurada para 150 asientos. Fue el primer modelo de avión con mandos electrónicos fly-by-wire, de forma que el piloto controla las partes móviles del avión a través del uso de impulsos electrónicos en vez de mediante palancas y sistemas hidráulicos. Cuenta con 26 aviones como estos, de los cuales 16 tiene incluido en su interior este sistema de entretenimiento.

Dicha empresa incluye dentro de su servicio al pasajero el sistema de entretenimiento eX IFe Sytem (Sistema de entretenimiento en Vuelo) para los aviones de la familia Airbus A318, A319 y A320. En el cuál el usuario puede disfrutar de video de abordaje con música ambiental y espectaculares imágenes de los mejores destinos turísticos además de películas del mes. Para hacer más placentero su vuelo, cuenta con un sistema de control personalizado en los que encontrara 10 canales de audio con lo mejor de la música y dos de audiovideo.

Este trabajo busca que el lector tenga una idea del funcionamiento colectivo del sistema de entretenimiento con el que cuenta el avión, y por tal motivo, desarrolle una serie de conceptos básicos que den entendimiento de la forma de transmisión de datos entre cada dispositivo.

## JUSTIFICACIÓN

Dado que Mexicana de Aviación incorporo un sistema de entretenimiento IFE System (Sistema de Entretenimiento en Vuelo) a sus aeronaves, esté proyecto ha presentado diversos problemas operativos, tanto de software, como de hardware, por lo cuál se busca con este proyecto, darle una solución y soporte rápido al sistema, para que el técnico e ingeniero puedan resolver dichos imprevistos y así evitar que el avión tenga demoras en su tiempo ya programado.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

- Dar al técnico o ingeniero las herramientas necesarias para que puedan solucionar posibles retrasos no programados a causa de fallas en el Sistema de Entretenimiento en Vuelo (IFE).

### Objetivos específicos

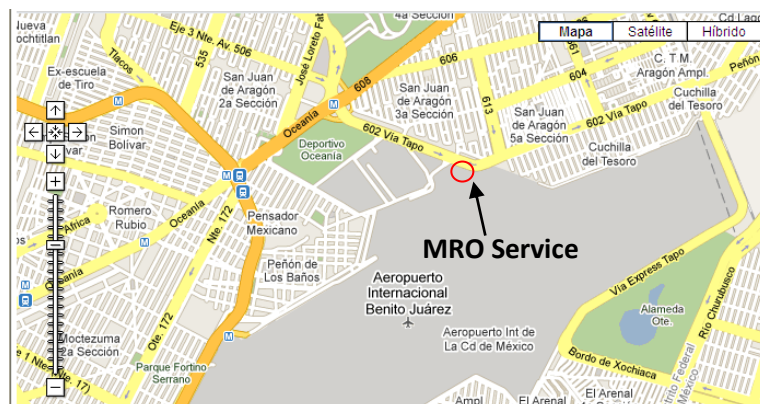
- Determinar causas probables que dieron origen a la falla.
- Determinar soluciones para resolver fallas que interrumpan el buen funcionamiento del sistema.
- Dar procedimientos paso a paso de las soluciones para resolver futuras fallas en el sistema.

## DATOS DE LA EMPRESA

La empresa donde se desarrolló el proyecto se describe continuación:

- **Nombre:** Mexicana MRO Services
- **Ubicación:** Av. 602 No. 161-A Col. San Juan de Aragón México, D. F.
- **Código postal:** 15620
- **Teléfonos:** (5255)5786-6534 y (5255) 5786-6538
- **Fax:** (5255) 5762-1542
- **E-mail:** mexicanamroservices@mexicana.com.mx

Mapa:



*Misión:*

Ser el número uno de América Latina MRO, participar en el mercado de América del Norte y ofrecer servicios integrados de apoyo, mantener nuestro liderazgo a través de la experiencia y la confianza de los clientes, mientras que el logro de la coherencia en la reparación y los plazos de entrega.

*Visión:*

- Servicios Integrados de Apoyo
- La experiencia y la confianza de clientes
- El cumplimiento de los plazos de entrega
- Conveniente tiempos de reparación
- 100% enfocada en las necesidades del cliente

### **CARACTERIZACIÓN DEL AREA EN QUE PARTICIPA**

- Dar apoyo técnico a todas las aéreas de mantenimiento.
- Elaborar circulares, Boletines y Alertas soportadas con información técnica actualizada de los diferentes tipos de aeronaves, motores y componentes con los que cuenta mexicana.
- Analizar las directivas de aeronavegabilidad, Boletines de Servicio Alertas y de Atención Especial para la emisión de documentos cumplimientos mediante órdenes de ingeniería.
- Atención de las reparaciones que se encuentran fuera del manual de reparaciones estructurales.
- Contactar a los fabricantes para el reporte de no conformidades las cuales generen problemas en la operación de las aeronaves de la flota de mexicana.
- Establecer contacto con las Autoridades Aeronáuticas correspondiente para la implementación de trabajos que requieran la aprobación por parte de esta.
- Investigar los problemas o anomalías que se presente y proponer las modificaciones que requieran para la optimización en la flota.
- Realizar peso y balance de las aeronaves.
- Intervenir en la investigación de aeronaves en casos de incidentes o accidentes a solicitud de Seguridad Aérea, elaborando los informes que se soliciten.
- Coadyuvar a mantener la Aeronavegabilidad de las aeronaves de Mexicana de Aviación.

### **PROBLEMAS A RESOLVER Y PRIORIZARLOS**

Debido a la condición del sistema como prototipo, mexicana ha tenido demoras en su programación de vuelos, las cuáles se deben a problemas muchas veces a causa de su sistema de entretenimiento.

A continuación se enlistan los problemas más recurrentes:

1. Monitores con Visualización de Pantallas Rosas.
2. Falta de Audio del Lado Izquierdo/Derecho del Avión.
3. Falta de Audio en todo el Avión.
4. Falla por Retracción de Monitores.

5. El Sistema no Identifica ciertos Monitores por lo tanto estos no Operan.
6. Monitores Inducen Fallas en Tapping Unit.
7. Falla de Multiplexor.
8. Falla Línea de PCUs.
9. Ruido en una Sección de Asientos del Avión.
10. SCA no Reproduce Media.
11. Crew Panel Bloqueado.
12. No se puede lanzar Anuncio de Música de Abordaje desde el Crew Panel (solo 318)

## ALCANCES Y LIMITACIONES

Las mayores limitaciones con las que cuenta el sistema, son el peso y las dimensiones de cada uno de los dispositivos que lo integran. Otras son las impuestas por la longitud de los conductores, lo cual hace que en las aeronaves se utilicen las transferencias en serie mejor que en paralelo.

Como todos sabemos, no es igual tomar un solo cable, que tomar 1000 cables, como ya habíamos dicho, el peso es un punto importante que se debe de tomar en cuenta debido a que el avión tiene un centro de equilibrio que respetar.

Dentro de los alcances del sistema, proporcionan las siguientes características:

- 22 entradas I/O discretas para interface (cualquiera que provenga del avión, peso en las ruedas, motores apagados, puertas cerradas, etc.).
- 5 líneas de transmisión y 10 de recepción ARINC 429 para interface (cualquiera que provenga del avión, datos de altura, longitud y latitud, serial data de fallas, etc.).
- 4 salidas de PA audio y/o 3 de VOXPA.
- Audio en demanda para todos los pasajeros (hasta 12 canales estéreo o 24 mono).
- Video broadcast para dos columnas de TU (formatos NTSC, MPEG-1, MPEG-2 y DVDram).
- Interface de mantenimiento Ethernet 5 puertos 10/100 MB y 1 puerto 1000 MB.
- Salida de audio controlable para BGM, PRAM y VPA (hasta 3 zonas).
- Interface para Video Source Externa (por ejemplo Ixplor o Airshow).

Básicamente está limitado por los requerimientos del cliente, en el caso de mexicana:

- Se distribuyen 10 canales estéreo a dos zonas de audio
- Dos columnas de video broadcast para una zona de video
- Soporte de BGM, PRAM y VPA en una zona

## **SISTEMAS DE COMUNICACION**

El mundo de la aviación, es muy complejo e interesante, más complejo es la comunicación que tiene que haber entre dispositivos electrónicos para su interacción, a este intercambio de información se le conoce como protocolos de comunicación.

### Protocolos

Para que podamos definir esto imaginemos que tenemos que organizar una a una, gran cantidad de gente durante un debate, para asegurar que no hablan todos a la vez deberemos establecer algunas reglas, como: quién es el moderador, quién es el responsable de cada grupo, quién tiene prioridad dentro de un grupo. Todo esto y otras consideraciones es lo que debemos denominar protocolo.

Los protocolos son reglas de comunicación que permiten el flujo de información entre equipos que manejan lenguajes distintos, como por ejemplo ARINC 429, Ethernet, etc. ARINC 429 es un estándar que determina las características que se precisan para llevar a cabo intercambios de datos dentro de muchos sistemas de aviónica de aeronaves comerciales y de transporte. ARINC 429 es el bus de datos predominante en aeroelectrónica. Define las interfaces físicas y eléctricas unidireccional (mediante 2 hilos independientes), además de un protocolo de datos para dar soporte a una red local aeroelectrónica en un avión.

La electrónica a lo largo del tiempo ha ido evolucionando y esto ha dado como resultado cambios impresionantes de velocidad y eficacia en la transferencia de datos. Y ya que de comunicación hablamos tal es el caso de la electrónica analógica versus electrónica digital.

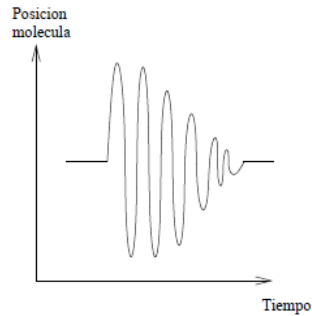
### Electrónica Analógica

Para comprender los principios de la electrónica analógica, nos centraremos en un ejemplo concreto: la manipulación, almacenamiento, recuperación y transporte de una voz humana.

Cuando hablamos, nuestras cuerdas vocales vibran de una determinada manera, lo que origina que las moléculas del aire también lo hagan, chocando unas con otras y propagando esta vibración. Si no existiesen esas moléculas, como en el espacio, el sonido no se podría propagar



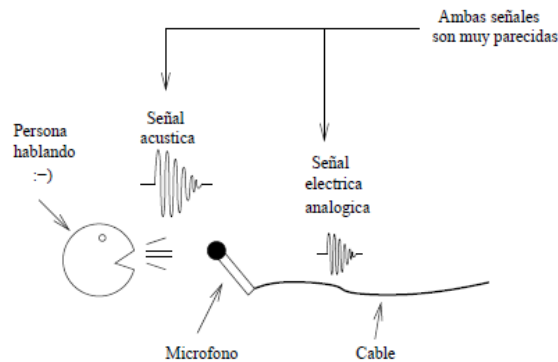
### *Tipos de electrónica*



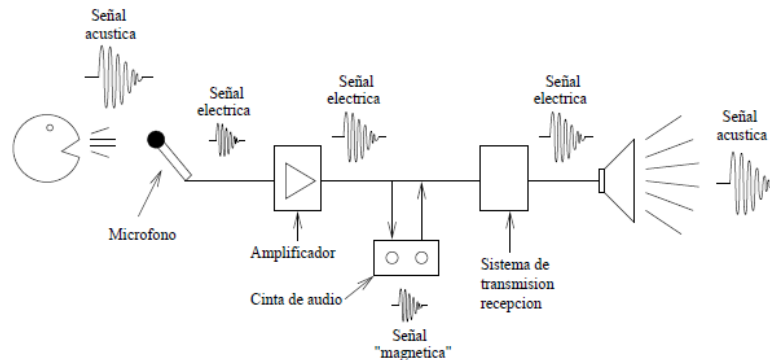
Un trozo de una señal acústica

Si medimos la vibración de una de estas moléculas, durante un intervalo corto de tiempo, y la pintamos, podría tener una pinta como la que se muestra en la figura. A esta vibración la llamaremos señal acústica.

Cuando esta señal acústica incide sobre un micrófono, aparece una señal eléctrica que tiene una forma análoga a la de la señal acústica. Las vibraciones de las moléculas se han convertido en variaciones del voltaje, que al final se traducen en vibraciones de los electrones. Es decir, que con los micrófonos lo que conseguimos es que los electrones vibren de una manera análoga a cómo lo hacen las moléculas del aire.



Conversión de una señal acústica en una señal eléctrica



Un sistema de tratamiento de voz, con electrónica analógica

Esta nueva señal eléctrica que aparece, se denomina señal analógica, puesto que es análoga a la señal acústica original. De esta manera, con señales eléctricas conseguimos imitar las señales del mundo real. Y lo que es más interesante, conseguimos que la información que se encuentra en la vibración de las moléculas del aire, pase a los electrones. Cuanto mejor sea el micrófono, más se parecerá la señal eléctrica a la acústica, y la información se habrá “copiado” con más fidelidad.

La electrónica analógica trata con este tipo de señales, análogas a las que hay en el mundo real, modificando sus características (ej. amplificándola, atenuándola, filtrándola...).

Fijémonos en el esquema de la figura anterior. La persona que habla emite una señal acústica que es convertida en una señal electrónica analógica por el micrófono. Estas dos señales son muy parecidas, pero la que sale del micrófono es más pequeña. Por ello se introduce en un circuito electrónico, llamado amplificador, que la “agranda” (la ha manipulado). A continuación esta señal se puede registrar en una cinta magnética de audio. Lo que se graba es una “copia” de la señal, pero ahora convertida a señal magnética. En cualquier momento la señal se puede volver a recuperar, convirtiéndose de señal magnética nuevamente a señal eléctrica. Una parte del sistema se ha llamado “sistema de transmisión-recepción” indicándose con esto que la señal eléctrica se puede transportar (Por ejemplo el sistema telefónico). Finalmente se introduce por un altavoz que realiza la conversión inversa: pasar de una señal eléctrica a una acústica que se puede escuchar.

Los problemas de los sistemas analógicos son:

1. La información está ligada a la forma de la onda. Si esta se degrada, se pierde información.
2. Cada tipo de señal analógica necesita de unos circuitos electrónicos particulares (No es lo mismo un sistema electrónico para audio que para vídeo, puesto que las señales tienen características completamente diferentes).

En las señales analógicas, la información se encuentra en la forma de la onda.

### Electrónica digital

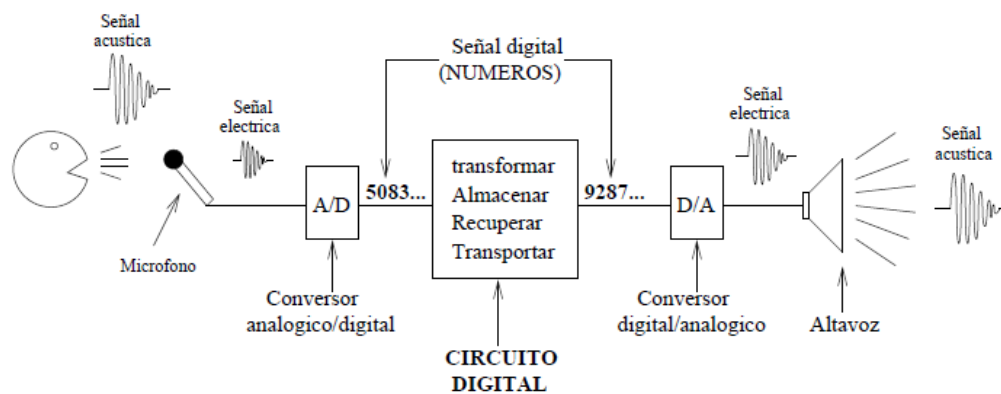
Existe otra manera de modificar, almacenar, recuperar y transportar las señales, solucionando los problemas anteriores. Es un enfoque completamente diferente, que se basa en convertir las señales en números.

Existe un teorema matemático (teorema de muestreo de Nyquist) que nos garantiza que cualquier señal se puede representar mediante números, y que con estos números se puede reconstruir la señal original.

De esta manera, una señal digital, es una señal que está descrita por números. Es un conjunto de números. Y la electrónica digital es la que trabaja con señales digitales, o sea, con números. Son los números los que se manipulan, almacenan, recuperan y transportan.

Reflexionemos un poco. Estamos acostumbrados a escuchar el término televisión digital, o radio digital. ¿Qué significa esto? ¡Significa que lo que nos están enviando son números!

Que la información que nos envían está en los propios números y no en la forma que tenga la señal que recibidos. ¿Y qué es un sistema digital?, un sistema que trabaja con números. ¿Y un circuito digital? Un circuito electrónico que trabaja con números. ¡Y sólo con números! Si nos fijamos, con un ordenador, que es un sistema digital, podemos escuchar música o ver películas. La información que está almacenada en el disco duro son números.



En la figura muestra un sistema digital. La señal acústica se convierte en una señal eléctrica, y a través de un convertor analógico-digital se transforma en números, que son procesados por un circuito digital y finalmente convertidos de nuevo en una señal electrónica, a través de un convertor digital-analógico, que al atravesar el altavoz se convierte en una señal acústica.

El utilizar circuitos y sistemas que trabajen sólo con números tiene una ventaja muy importante se pueden realizar manipulaciones con independencia de la señal que se esté introduciendo datos, voz, vídeo... Un ejemplo muy claro es internet. Internet es una red digital, especializada en la transmisión de números. Y esos números pueden ser datos, canciones, vídeos, programas, etc... La red no sabe qué tipo de señal transporta, “sólo ve números”.

La electrónica digital trabaja con números. La información está en los números y no en la forma de señal. Cualquier señal siempre se puede convertir a números y recuperarse posteriormente.

Nota: En los sistemas digitales se establecen protocolos de comunicaciones para habilitar un eficiente intercambio de datos entre múltiples dispositivos conectados al mismo bus. Estos protocolos consisten en un conjunto de reglas y especificaciones para gobernar el formato de datos y las conexiones físicas.

## **BUS DE DATOS**

En el contexto de los sistemas digitales, la palabra “bus” se refiere al sistema que permite la interconexión e intercambio de datos entre dispositivos complejos. Recordemos que trabaje con aeronaves, cada vez más complejas, llenas de equipos de aviónica, de comunicaciones, de computadores, etc. que requieren una considerable suma de cableado, lo que supone además de complejidad, una gran proporción de peso indeseado.

Esta interconexión (bus) envuelve mucho más que un cableado físico, entre otras cosas define los niveles de voltaje y las reglas (protocolos) que gobiernan la transferencia de datos.

Para entrar en calor, vamos a definir algunos términos relativos a los “buses”.

- Unidireccional: transmiten en un sentido.
- Bidireccional: transmiten en dos sentidos.
- Serie: se transmiten un bit de datos cada vez.
- Paralelo: se transmiten 8, 16, 32 bits de datos agrupados cada vez.
- LRU: Unidad Reemplazable en Línea (como el Interface de Datos de Motor o la Unidad Electrónica de Flap/Slat). : Esto se refiere a todos los componentes del avión de los cuales nosotros o el técnico podemos o pueden quitar con pinzas sin necesidad de desmontar todo un dispositivo adyacente a él.
- Local Bus: Buses que se utilizan dentro de las LRU.

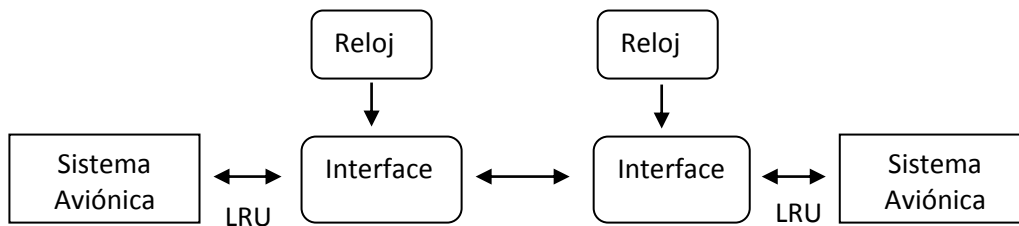
Nota: Los Local Bus utilizan transferencias en paralelo, debido a que es mejor para mover grandes cantidades de datos en pequeñas distancias.

### Datos Paralelo Unidireccional.

Debido a que los aviones modernos utilizan múltiples sistemas de buses redundantes, para el intercambio de datos entre varios sistemas y subsistemas de aviónica. Estos sistemas utilizan la transferencia en serie ya que minimiza el peso y el tamaño del cableado.

### Principios de Bus Serie:

En la siguiente figura se muestra un simple sistema de transferencia de datos serie entre 2 LRUs, cada una de las cuales comprende un sistema de aviónica.



Dentro de las LRUs los datos son transferidos utilizando un bus de datos interno paralelo de 8, 16, 32 ó 64 bits. El enlace entre las LRUs se realiza con un simple cable en serie con 2, 4 ó 6 conductores. La conversión serie-paralelo o paralelo-serie se realiza mediante un bus interface que suele ser una tarjeta o módulo dentro de la LRU. La transferencia puede ser síncrona, al hablar de esto nos referimos a que todos los dispositivos se rigen por una señal de *clock* común. Se da un número de ciclos de reloj fijo para cada transacción. Todas las transacciones tardan lo mismo en llevarse a cabo, ó asíncrona, en la cual la duración de las transacciones es variable. El comienzo y la finalización se dan a conocer a través de señales de control.

La figura anterior muestra la conexión entre 2 dispositivos, pero si queremos conectar muchas unidades, como sucede en los aviones, la transferencia de datos se realiza utilizando un cable de par trenzado apantallado (STP– esto es para evitar interferencias electromagnéticas) y cada unidad deberá ir unida al bus mediante un acoplador.

### Un Bus de Datos de una Aeronave.

En la aeronave se encuentran dispuestos varios paneles de acopladores (en la cabina de vuelo, en el compartimento de aviónica, etc.) compuestos de acopladores, para poder conectar varias unidades de aviónica. Con el fin de optimizar la velocidad de transferencia y minimizar los problemas asociados con la reflexión y los desajustes, el cable del bus debe llevar en su final un terminador (bus terminator).

Nota: El terminador suele ser una resistencia (de 50 ohmios) que cierra el extremo del cable. Su finalidad es absorber las señales perdidas, y así evitar que reboten indefinidamente.

## ARINC 429

Como ya habíamos comentado ARINC 429 es un protocolo de comunicación que permite el flujo de información entre un conjunto de dispositivos. ARINC 429 emplea un bus estándar unidireccional conocido como Mark 33 cuyas características principales son:

La transmisión se realiza en serie, en palabras de 32 bits más un tiempo muerto denominado “**gap**” y mediante un par de cables trenzados y apantallados en lazo abierto “**open loop**”.

- La comunicación se realiza en modo diferencial, las líneas “A” y “B” contienen información respecto a masa.
- Existe una sola fuente transmisora.
- Pueden existir hasta 20 receptores por cada fuente.

Características del mensaje:

- La información fluye desde una puerta de transmisión hasta una o varias puertas de recepción.
- En ningún caso la información puede llegar hasta una puerta destinada a la transmisión. □
- La transmisión entre 2 computadores en ambos sentidos se realiza por buses independientes.

Características eléctricas:

- La fuente y el destino deben estar conectados mediante un par de cables trenzados y apantallados.
- El apantallamiento debe conectarse a masa en ambos lados de la conexión y en todos los conectores intermedios del cableado.

Las distorsiones se pueden producir por:

- Características de los cables.
- Desacuerdos eléctricos.
- Ruido de interferencias eléctricas.

Nota: Si uno de los lados de la línea de transmisión se encuentra en circuito abierto o en corto, se debilita la inmunidad contra el ruido, lo que puede producir un fallo intermitente.

- Los niveles de voltaje del transmisor son: +5V, 0V y -5V cada conductor con respecto a tierra; +10V, 0V y -10V entre el conductor A y el B.

- Para la señal en el receptor se utiliza modulación bipolar RZ (retorno a cero), con 3 estados: “HI”, “NULL” y “LO” entre el cable A y el B.
- ✓ HI dentro del rango +7,5V a +11V
- ✓ NULL dentro del rango +0,5V a -0,5V
- ✓ LO dentro del rango -7,5V a -11V

#### Características de Velocidad:

- Transmisión en alta velocidad 100 Kilobites por segundo.
- Transmisión en baja velocidad 12 a 14.5 kilobites por segundo.
- No se pueden utilizar ambas velocidades en el mismo bus.

#### OTROS ESTANDARES DE BUSES.

- ARINC 573 es el estándar adoptado para el FDR (Flight Data Recorder) actualmente sustituido por ARINC 717.
- ARINC 629 soporta una velocidad de 2 Mbps (20 veces más rápido que ARINC 429), 120 dispositivos conectados y es bidireccional (luego los dispositivos pueden transmitir y recibir) sin la necesidad de un controlador (es el actual sustituto del ARINC 429).
- ARINC 708 se utiliza para transmitir datos del receptor del radar al display del mismo.
- MIL-STD1553B/1773B es un bus bidireccional diseñado para uso militar. Soporta 31 dispositivos a una velocidad de 1 Mbps. La versión 1773B es el 1553B mejorado con una implementación de fibra óptica para proporcionar inmunidad frente a la exposición de campos de radiación electromagnética de alta intensidad (HIFR).
- CSDB y ASCB son estándares cuyos protocolos son propiedad de Collins y Honeywell respectivamente, son utilizados en aviación general y privada. Son sistemas unidireccionales y permiten la conexión de hasta 10 receptores y un transmisor. Las velocidades oscilan entre 12,5 y 50 kbps.
- FDDI (Fibre Distributed Data Interface) es una red de area local basada en una topología de anillo en la que los datos fluyen en direcciones opuestas. La velocidad de 100 Mbps.

#### **ETHERNET**

Las tecnologías Ethernet que existen se diferencian en estos conceptos:

- Velocidad a la que transmite la información.
- Tecnología del nivel físico que usa la tecnología.

- Distancia máxima que puede haber entre dos nodos adyacentes (sin estaciones repetidoras).
- Determina la forma física de la red. Bus si se usan conectores T (hoy sólo usados con las tecnologías más antiguas) y estrella si se usan hubs (estrella de difusión) o switches (estrella conmutada).

A continuación se especifican los anteriores conceptos en las tecnologías más importantes:

<b>Tecnología</b>	<b>Velocidad de transmisión</b>	<b>Tipo de cable</b>	<b>Distancia máxima</b>	<b>Topología</b>
10Base2	10 Mbps	Coaxial	185 m	Bus (Conector T)
10BaseT	10 Mbps	Par Trenzado	100 m	Estrella (Hub o Switch)
10BaseF	10 Mbps	Fibra óptica	2000 m	Estrella (Hub o Switch)
100BaseT4	100Mbps	Par Trenzado (categoría 3UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseTX	100Mbps	Par Trenzado (categoría 5UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseFX	100Mbps	Fibra óptica	2000 m	No permite el uso de hubs
1000BaseT	1000Mbps	4 pares trenzado (categoría 5e ó 6UTP )	100 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseSX	1000Mbps	Fibra óptica (multimodo)	550 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseLX	1000Mbps	Fibra óptica (monomodo)	5000 m	Estrella. Full Duplex (switch)

Antes de seguir, sería bien determinar que es una “Trama” ya que más adelante encontraremos dispositivos que hablan sobre ella. La trama es una unidad de envío de datos. Viene a ser sinónimo de paquete de datos o Paquete de red, aunque se aplica principalmente en los niveles OSI más bajos, especialmente en el Nivel de enlace de datos.

Normalmente una trama constará de cabecera, datos y cola. En la cola suele estar algún chequeo de errores. En la cabecera habrá campos de control de protocolo. La parte de datos es la que quiera transmitir en nivel de comunicación superior, típicamente el Nivel de red.



Para delimitar una trama se pueden emplear cuatro métodos:

1. por conteo de caracteres: al principio de la trama se pone el número de bytes que la componen, este método presenta un posible problema de sincronización.
2. por caracteres de principio y fin: en comunicaciones orientadas a caracteres se pueden emplear códigos ASCII bajos para representar el principio y fin de las tramas. Habitualmente se emplean STX (*Start of Transmission*) para empezar y ETX (*End of Transmission*) para terminar. Si se quieren transmitir datos arbitrarios se recurre a secuencias de escape para distinguir los datos de los caracteres de control.
3. por secuencias de bits: en comunicaciones orientadas a bit, se puede emplear una secuencia de bits para indicar el principio y fin de una trama. Se suele emplear el "guión", 01111110, en transmisión siempre que aparezcan cinco unos seguidos se rellena con un cero; en recepción siempre que tras cinco unos aparezca un cero se elimina.
4. por violación del nivel físico: se trata de introducir una señal, o nivel de señal, que no se corresponda ni con un uno ni con un cero. Por ejemplo si la codificación física es bipolar se puede usar el nivel de 0 voltios, o en Codificación Manchester se puede tener la señal a nivel alto o bajo durante todo el tiempo de bit (evitando la transición de niveles característica de este sistema).

Ahora bien es bueno que determinemos elementos de una red Ethernet, ya que son estos elementos los cuales interactúan y dan el funcionamiento a todo el sistema de audio y video del avión, por ejemplo: Tarjeta de Red, repetidores, concentradores, puentes, los conmutadores, los nodos de red y el medio de interconexión. Los nodos de red pueden clasificarse en dos grandes grupos: Equipo Terminal de Datos (DTE) y Equipo de Comunicación de Datos (DCE). Los DTE son dispositivos de red que generan lo que son el destino de los datos: como los PC, las estaciones de trabajo, los servidores de archivos, los servidores de impresión; todos son parte del grupo de las estaciones finales. Los DCE son los dispositivos de red intermediarios que reciben y retransmiten las tramas dentro de la red; pueden ser: ruteadores, conmutadores (switch), concentradores (hub), repetidores o interfaces de comunicación. P. ej.: un módem o una tarjeta de interface.

- NIC, o Tarjeta de Interfaz de Red - permite que una computadora acceda a una red local. Cada tarjeta tiene una *única* dirección MAC que la identifica en la red. Una computadora conectada a una red se denomina nodo.
- Repetidor o *repeater* - aumenta el alcance de una conexión física, recibiendo las señales y retransmitiéndolas, para evitar su degradación, a través del medio de transmisión, lográndose un alcance mayor. Usualmente se usa para unir dos áreas locales *de igual* tecnología y sólo tiene *dos* puertos. Opera en la capa física del modelo OSI.

- Concentrador o *hub* - funciona como un repetidor pero permite la interconexión de *múltiples* nodos. Su funcionamiento es relativamente simple pues recibe una trama de ethernet, por uno de sus puertos, y la repite por todos sus puertos restantes sin ejecutar ningún proceso sobre las mismas. Opera en la capa física del modelo OSI.
- Puente o *bridge* - interconecta segmentos de red haciendo el cambio de *frames* (tramas) entre las redes de acuerdo con una tabla de direcciones que le dice en qué segmento está ubicada una dirección MAC dada.
- Conmutador o *Switch* - funciona como el *bridge*, pero permite la interconexión de múltiples segmentos de red, funciona en velocidades más rápidas y es más sofisticado. Los *switches* pueden tener otras funcionalidades, como *Redes virtuales*, y permiten su configuración a través de la propia red. Funciona básicamente en la capa 2 del modelo OSI (enlace de datos). Por esto son capaces de procesar información de las tramas; su funcionalidad más importante es en las tablas de dirección. Por ej.: una computadora conectada al puerto 1 del conmutador envía una trama a otra computadora conectada al puerto 2; el *switch* recibe la trama y la transmite a todos sus puertos, excepto aquel por donde la recibió; la computadora 2 recibirá el mensaje y eventualmente lo responderá, generando tráfico en el sentido contrario; ahora el *switch* conocerá las direcciones MAC de las computadoras en el puerto 1 y 2; cuando reciba otra trama con dirección de destino de alguna de ellas, sólo transmitirá la trama a dicho puerto disminuyendo así el tráfico de la red y contribuyendo al buen funcionamiento de la misma.

## MODELO DE REFERENCIA OSI

Siguiendo el esquema de este modelo se crearon numerosos protocolos, por ejemplo X.25, que durante muchos años ocuparon el centro de la escena de las comunicaciones informáticas. El advenimiento de protocolos más flexibles donde las capas no están tan demarcadas y la correspondencia con los niveles no era tan clara puso a este esquema en un segundo plano. Sin embargo es muy usado en la enseñanza como una manera de mostrar cómo puede estructurarse una "pila" de protocolos de comunicaciones.

El modelo es considerado una arquitectura de redes, ya que especifica el protocolo que debe ser usado en cada capa, y suele hablarse de modelo de referencia ya que es usado como una gran herramienta para la enseñanza de comunicación de redes. Este modelo está dividido en siete capas:

### Capa Física (Capa 1)

*Artículo principal: Nivel físico*

La Capa Física del modelo de referencia OSI es la que se encarga de las conexiones físicas de la computadora hacia la red, tanto en lo que se refiere al medio físico (*medios guiados*: cable coaxial, cable de par trenzado, fibra óptica y otros tipos de cables; *medios no guiados*: radio, infrarrojos, microondas, láser y otras redes inalámbricas); características del medio (p.e. tipo de cable o calidad del mismo; tipo de conectores normalizados o en su caso tipo de antena; etc.)

y la forma en la que se transmite la información (codificación de señal, niveles de tensión/intensidad de corriente eléctrica, modulación, tasa binaria, etc.)

Es la encargada de transmitir los bits de información a través del medio utilizado para la transmisión. Se ocupa de las propiedades físicas y características eléctricas de los diversos componentes; de la velocidad de transmisión, si ésta es uni o bidireccional (simplex, dúplex o full-dúplex). También de aspectos mecánicos de las conexiones y terminales, incluyendo la interpretación de las señales eléctricas/electromagnéticas.

Se encarga de transformar una trama de datos proveniente del nivel de enlace en una señal adecuada al medio físico utilizado en la transmisión. Estos impulsos pueden ser eléctricos (transmisión por cable) o electromagnéticos (transmisión sin cables). Estos últimos, dependiendo de la frecuencia / longitud de onda de la señal pueden ser ópticos, de micro-ondas o de radio. Cuando actúa en modo recepción el trabajo es inverso; se encarga de transformar la señal transmitida en tramas de datos binarios que serán entregados al nivel de enlace.

Sus principales funciones se pueden resumir como:

- Definir el medio o medios físicos por los que va a viajar la comunicación: cable de pares trenzados (o no, como en RS232/EIA232), coaxial, guías de onda, aire, fibra óptica.
- Definir las características materiales (componentes y conectores mecánicos) y eléctricas (niveles de tensión) que se van a usar en la transmisión de los datos por los medios físicos.
- Definir las características funcionales de la interfaz (establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace físico).
- Transmitir el flujo de bits a través del medio.
- Manejar las señales eléctricas/electromagnéticas
- Especificar cables, conectores y componentes de interfaz con el medio de transmisión, polos en un enchufe, etc.
- Garantizar la conexión (aunque no la fiabilidad de ésta).

#### *Codificación de la señal*

El nivel físico recibe una trama binaria que debe convertir a una señal eléctrica, electromagnética u otra dependiendo del medio, de tal forma que a pesar de la degradación que pueda sufrir en el medio de transmisión vuelva a ser interpretable correctamente en el receptor.

En el caso más sencillo el medio es directamente digital, como en el caso de las fibras ópticas, dado que por ellas se transmiten pulsos de luz.

Cuando el medio no es digital hay que codificar la señal, en los casos más sencillos la codificación puede ser por pulsos de tensión (PCM o *Pulse Code Modulation*) (por ejemplo 5 V para los "unos" y 0 V para los "ceros"), es lo que se llama codificación unipolar RZ. Otros medios se codifican mediante presencia o ausencia de corriente. En general estas codificaciones son muy simples y no usan bien la capacidad de medio. Cuando se quiere sacar más partido al medio se usan técnicas de modulación más complejas, y suelen ser muy dependientes de las características del medio concreto.

En los casos más complejos, como suelen ser las comunicaciones inalámbricas, se pueden dar modulaciones muy sofisticadas, este es el caso de los estándares Wi-Fi, en el que se utiliza codificación *OFDM*.

### *Topología y medios compartidos*

Indirectamente, el tipo de conexión que se haga en la capa física puede influir en el diseño de la capa de Enlace. Atendiendo al número de equipos que comparten un medio hay dos posibilidades:

- Conexiones punto a punto: que se establecen entre dos equipos y que no admiten ser compartidas por terceros.
- Conexiones multipunto: en la que más de dos equipos pueden usar el medio.

Así por ejemplo la fibra óptica no permite fácilmente conexiones multipunto (sin embargo, véase FDDI) y por el contrario las conexiones inalámbricas son inherentemente multipunto (sin embargo, véanse los enlaces infrarrojos). Hay topologías por ejemplo la topología de anillo, que permiten conectar muchas máquinas a partir de una serie de conexiones punto a punto (Directa entre dos máquinas).

### *Equipos adicionales*

A la hora de diseñar una red hay equipos adicionales que pueden funcionar a nivel físico, se trata de los repetidores, en esencia se trata de equipos que amplifican la señal, pudiendo también regenerarla. En las redes Ethernet con la opción de cableado de par trenzado (la más común hoy por hoy) se emplean unos equipos de interconexión llamados concentradores (repetidores en las redes 10Base-2) más conocidos por su nombre en inglés (hubs) que convierten una topología física en estrella en un bus lógico y que actúan exclusivamente a nivel físico, a diferencia de los conmutadores (switches) que actúan a nivel de enlace.

### Capa de enlace de datos (Capa 2)

*Artículo principal: Capa de enlace de datos*

Cualquier medio de transmisión debe ser capaz de proporcionar una transmisión sin errores, es decir, un tránsito de datos fiable a través de un enlace físico. Debe crear y reconocer los límites de las tramas, así como resolver los problemas derivados del deterioro, pérdida o duplicidad de las tramas. También puede incluir algún mecanismo de regulación del tráfico que evite la saturación de un receptor que sea más lento que el emisor.

La capa de enlace de datos se ocupa del direccionamiento físico, de la topología de la red, del acceso a la red, de la notificación de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo.

Se hace un direccionamiento de los datos en la red ya sea en la distribución adecuada desde un emisor a un receptor, la notificación de errores, de la topología de la red de cualquier tipo. La tarjeta NIC (Network Interface Card, Tarjeta de Interfaz de Red en español o Tarjeta de Red) que se encarga de que tengamos conexión, posee una dirección MAC (control de acceso al medio) y la LLC (control de enlace lógico).

Los Switches realizan su función en esta capa siempre y cuando este encendido el nodo.

### Capa de red (Capa 3)

*Artículo principal: Capa de red*

El objetivo de la capa de red es hacer que los datos lleguen desde el origen al destino, aun cuando ambos no estén conectados directamente. Los dispositivos que facilitan tal tarea se denominan en castellano en caminadores, aunque es más frecuente encontrar el nombre inglés *routers* y, en ocasiones enrutadores.

Adicionalmente la capa de red lleva un control de la congestión de red, que es el fenómeno que se produce cuando una saturación de un nodo tira abajo toda la red (similar a un atasco en un cruce importante en una ciudad grande). La PDU(Unidad de Datos del Protocolo, por sus siglas en inglés) de la capa 3 es el paquete.

Los routers trabajan en esta capa, aunque pueden actuar como switch de nivel 2 en determinados casos, dependiendo de la función que se le asigne. Los firewalls actúan sobre esta capa principalmente, para descartar direcciones de máquinas.

En este nivel se realiza el direccionamiento lógico y la determinación de la ruta de los datos hasta su receptor final.

### Capa de transporte (Capa 4)

*Artículo principal: Capa Transporte*

Su función básica es aceptar los datos enviados por las capas superiores, dividirlos en pequeñas partes si es necesario, y pasarlos a la capa de red. En el caso del modelo OSI, también se asegura que lleguen correctamente al otro lado de la comunicación. Otra característica a destacar es que debe aislar a las capas superiores de las distintas posibles implementaciones de tecnologías de red en las capas inferiores, lo que la convierte en el corazón de la comunicación. En esta capa se proveen servicios de conexión para la capa de sesión que serán utilizados finalmente por los usuarios de la red al enviar y recibir paquetes. Estos servicios estarán asociados al tipo de comunicación empleada, la cuál puede ser diferente según el requerimiento que se le haga a la capa de transporte. Por ejemplo, la comunicación puede ser manejada para que los paquetes sean entregados en el orden exacto en que se enviaron, asegurando una comunicación punto a punto libre de errores, o sin tener en cuenta el orden de envío. Una de las dos modalidades debe establecerse antes de comenzar la comunicación para que una sesión determinada envíe paquetes, y ése será el tipo de servicio brindado por la capa de transporte hasta que la sesión finalice. De la explicación del funcionamiento de esta capa se desprende que no está tan encadenada a capas inferiores como en el caso de las capas 1 a 3, sino que el servicio a prestar se determina cada vez que una sesión desea establecer una comunicación. Todo el servicio que presta la capa está gestionado por las cabeceras que agrega al paquete a transmitir.

En resumen, podemos definir a la capa de transporte como:

Capa encargada de efectuar el transporte de los datos (que se encuentran dentro del paquete) de la máquina origen a la de destino, independizándolo del tipo de red física que se esté utilizando. La PDU de la capa 4 se llama Segmentos. Sus protocolos son TCP y UDP el primero orientado a conexión y el otro sin conexión.

### Capa de sesión (Capa 5)

*Artículo principal: Nivel de sesión*

Esta capa es la que se encarga de mantener y controlar el diálogo establecido entre los dos computadores que están transmitiendo datos de cualquier índole. Ofrece varios servicios que son cruciales para la comunicación, como son:

- Control de la sesión a establecer entre el emisor y el receptor (quién transmite, quién escucha y seguimiento de ésta).
- Control de la concurrencia (que dos comunicaciones a la misma operación crítica no se efectúen al mismo tiempo).
- Mantener puntos de verificación (checkpoints), que sirven para que, ante una interrupción de transmisión por cualquier causa, la misma se pueda reanudar desde el último punto de verificación en lugar de repetirla desde el principio.

Por lo tanto, el servicio provisto por esta capa es la capacidad de asegurar que, dada una sesión establecida entre dos máquinas, la misma se pueda efectuar para las operaciones definidas de principio a fin, reanudándolas en caso de interrupción. En muchos casos, los servicios de la capa de sesión son parcial o totalmente prescindibles.

En conclusión esta capa es la que se encarga de mantener el enlace entre los dos computadores que estén transmitiendo datos de cualquier índole.

### Capa de presentación (Capa 6)

*Artículo principal: Nivel de presentación*

El objetivo de la capa de presentación es encargarse de la representación de la información, de manera que aunque distintos equipos puedan tener diferentes representaciones internas de caracteres (ASCII, Unicode, EBCDIC), números (little-endian tipo Intel, big-endian tipo Motorola), sonido o imágenes, los datos lleguen de manera reconocible.

Esta capa es la primera en trabajar más el contenido de la comunicación que el cómo se establece la misma. En ella se tratan aspectos tales como la semántica y la sintaxis de los datos transmitidos, ya que distintas computadoras pueden tener diferentes formas de manejarlas.

Esta capa también permite cifrar los datos y comprimirlos. En pocas palabras es un traductor.

Por todo ello, podemos resumir la definición de esta capa como aquella encargada de manejar la estructura de datos abstracta y realizar las conversiones de representación de los datos necesarios para la correcta interpretación de los mismos.

### Capa de aplicación (Capa 7)

*Artículo principal: Nivel de aplicación*

Ofrece a las aplicaciones (de usuario o no) la posibilidad de acceder a los servicios de las demás capas y define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos, como correo electrónico (POP y SMTP), gestores de bases de datos y servidor de ficheros (FTP). Hay tantos protocolos como aplicaciones distintas y puesto que continuamente se desarrollan nuevas aplicaciones el número de protocolos crece sin parar.

Cabe aclarar que el usuario normalmente no interactúa directamente con el nivel de aplicación. Suele interactuar con programas que a su vez interactúan con el nivel de aplicación pero ocultando la complejidad subyacente. Así por ejemplo un usuario no manda una petición "GET index.html HTTP/1.0" para conseguir una página en html, ni lee directamente el código html/xml.



Entre los protocolos (refiriéndose a protocolos genéricos, no a protocolos de la capa de aplicación de OSI) más conocidos destacan:

- HTTP (HyperText Transfer Protocol = Protocolo de Transferencia de Hipertexto) el protocolo bajo la www.
- FTP (File Transfer Protocol = Protocolo de Transferencia de Archivos) ( FTAM, fuera de TCP/IP) transferencia de ficheros.
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol = Protocolo Simple de Correo) (X.400 fuera de tcp/ip) envío y distribución de correo electrónico.
- POP (Post Office Protocol = Protocolo de Oficina de Correo)/IMAP: reparto de correo al usuario final.
- SSH (Secure Shell = Capa Segura) principalmente terminal remoto, aunque en realidad cifra casi cualquier tipo de transmisión.
- Telnet otro terminal remoto, ha caído en desuso por su inseguridad intrínseca, ya que las claves viajan sin cifrar por la red.

Hay otros protocolos de nivel de aplicación que facilitan el uso y administración de la red:

- SNMP (Simple Network Management Protocol)
- DNS (Domain Name Service)...

### *Unidades de datos*

El intercambio de información entre dos capas OSI consiste en que cada capa en el sistema fuente le agrega información de control a los datos, y cada capa en el sistema de destino analiza y remueve la información de control de los datos como sigue:

Si un ordenador (host A) desea enviar datos a otro (host B), en primer término los datos deben empaquetarse a través de un proceso denominado encapsulamiento, es decir, a medida que los datos se desplazan a través de las capas del modelo OSI, reciben encabezados, información final y otros tipos de información.

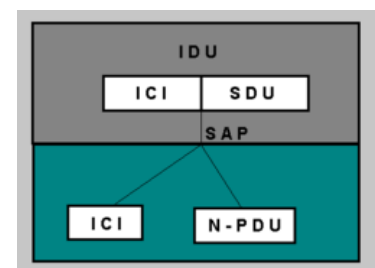
### *N-PDU (Unidad de datos de protocolo)*

Es la información intercambiada entre entidades pares, es decir, dos entidades pertenecientes a la misma capa pero en dos sistemas diferentes, utilizando una conexión (N-1).

Está compuesta por:

N-SDU (Unidad de datos del servicio)

Son los datos que se necesitan la entidad (N) para realizar funciones del servicio pedido por la entidad (N+1).





### N-PCI (Información de control del protocolo)

Información intercambiada entre entidades (N) utilizando una conexión (N-1) para coordinar su operación conjunta.

### N-IDU (Unidad de datos de interfase)

Es la información transferida entre dos niveles adyacentes, es decir, dos capas contiguas.

Está compuesta por:

### N-ICI (Información de control del interface)

Información intercambiada entre una entidad (N+1) y una entidad (N) para coordinar su operación conjunta.

### Datos de Interface-(N)

Información transferida entre una entidad-(N+1) y una entidad-(N) y que normalmente coincide con la (N+1)-PDU.

## Transmisión de los datos

Transferencia de información en el modelo OSI.

La capa de aplicación recibe el mensaje del usuario y le añade una cabecera constituyendo así la PDU de la capa de aplicación. La PDU se transfiere a la capa de aplicación del nodo destino, este elimina la cabecera y entrega el mensaje al usuario.

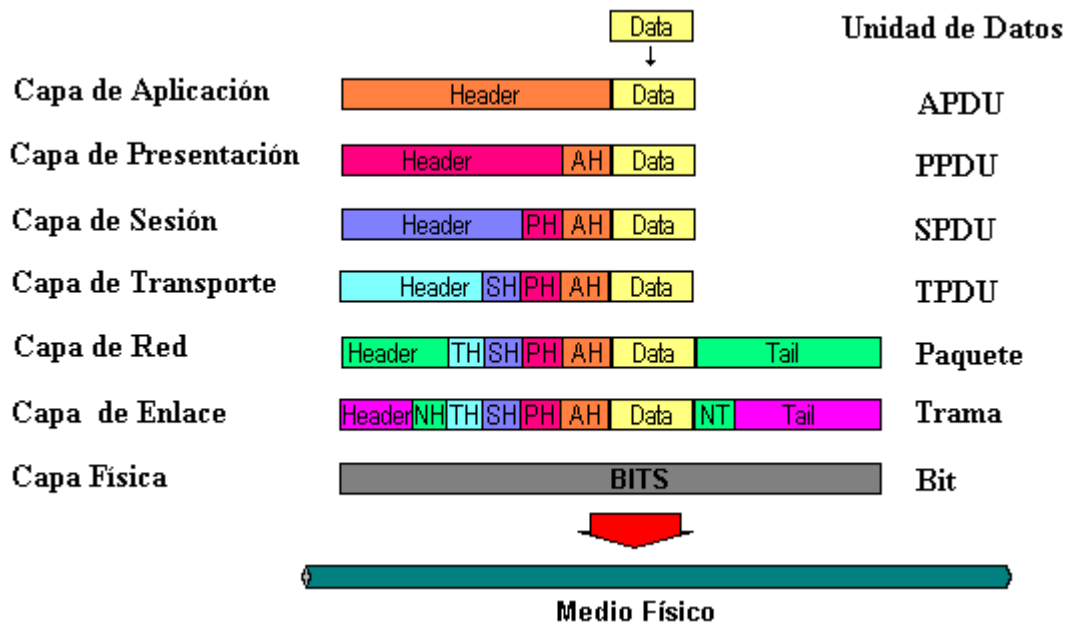
Para ello ha sido necesario todo este proceso:

1. Ahora hay que entregar la PDU a la capa de presentación para ello hay que añadirla la correspondiente cabecera ICI y transformarla así en una IDU, la cual se transmite a dicha capa.
2. La capa de presentación recibe la IDU, le quita la cabecera y extrae la información, es decir, la SDU, a esta le añade su propia cabecera (PCI) constituyendo así la PDU de la capa de presentación.
3. Esta PDU es transferida a su vez a la capa de sesión mediante el mismo proceso, repitiéndose así para todas las capas.
4. Al llegar al nivel físico se envían los datos que son recibidos por la capa física del receptor.
5. Cada capa del receptor se ocupa de extraer la cabecera, que anteriormente había añadido su capa homóloga, interpretarla y entregar la PDU a la capa superior.
6. Finalmente llegará a la capa de aplicación la cual entregará el mensaje al usuario.



### Formato de los datos

Estos datos reciben una serie de nombres y formatos específicos en función de la capa en la que se encuentren, debido a como se describió anteriormente la adhesión de una serie de encabezados e información final. Los formatos de información son los que muestra el gráfico:



- APDU Unidad de datos en la capa de aplicación (*Capa 7*).
- PPDU Unidad de datos en la capa de presentación (*Capa 6*).
- SPDU Unidad de datos en la capa de sesión (*Capa 5*).
- TPDU (segmento) Unidad de datos en la capa de transporte (*Capa 4*).
- Paquete o Datagrama Unidad de datos en el nivel de red (*Capa 3*).
- Trama Unidad de datos en la capa de enlace (*Capa 2*).
- Bits Unidad de datos en la capa física (*Capa 1*).

### Operaciones sobre los datos

En determinadas situaciones es necesario realizar una serie de operaciones sobre las PDU para facilitar su transporte, debido a que son demasiado grandes o bien porque son demasiado pequeñas y estaríamos desaprovechando la capacidad del enlace.

### Codificación Manchester

La codificación Manchester, también denominada codificación bifase-L, es un método de codificación eléctrica de una señal binaria en el que en cada tiempo de bit hay una transición entre dos niveles de señal. Es una codificación auto sincronizada, ya que en cada bit se puede obtener la señal de reloj, lo que hace posible una sincronización precisa del flujo de datos. Una desventaja es que consume el doble de ancho de banda que una transmisión asíncrona. Hoy en día hay numerosas codificaciones (8B/10B) que logran el mismo resultado pero consumiendo menor ancho de banda que la codificación Manchester.

La codificación Manchester se usa en muchos estándares de telecomunicaciones, como por ejemplo Ethernet.

#### *Ventajas y desventajas del uso de la codificación Manchester*

Como ventajas principales se pueden destacar las siguientes:

- La codificación Manchester o codificación bifase-L es autosincronizada: provee una forma simple de codificar secuencias de bits, incluso cuando hay largas secuencias de periodos sin transiciones de nivel que puedan significar la pérdida de sincronización, o incluso errores en las secuencias de bits. Por ello es altamente fiable.
- Detección de retardos: directamente relacionado con la característica anterior, a primera vista podría parecer que un periodo de error de medio bit conduciría a una salida invertida en el extremo receptor, pero una consideración más cuidadosa revela que para datos típicos esto llevaría a violaciones de código. El hardware usado puede detectar esas violaciones de código, y usar esta información para sincronizar adecuadamente en la interpretación correcta de los datos.
- Esta codificación también nos asegura que la componente continua de las señales es cero si se emplean valores positivos y negativos para representar los niveles de la señal, haciendo más fácil la regeneración de la señal, y evitando las pérdidas de energía de las señales.

Las principales desventajas asociadas son las siguientes:

- Ancho de banda del doble de la señal de datos: una consecuencia de las transiciones para cada bit es que el requerimiento del ancho de banda para la codificación Manchester es el doble comparado en las comunicaciones asíncronas, y el espectro de la señal es considerablemente más ancho. La mayoría de los sistemas modernos de comunicación están hechos con protocolos con líneas de codificación que persiguen las mismas metas, pero optimizan mejor el ancho de banda, haciéndolo menor.

### Interfaces

RS-485 o también conocido como EIA-485. Es un estándar de comunicaciones en bus de la capa física del Modelo OSI.

Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias (35 Mbps hasta 10 metros y 100 Kbps en 1.200 metros) y a través de canales ruidosos, ya que reduce los ruidos que aparecen en los voltajes producidos en la línea de transmisión. El medio físico de transmisión es un par entrelazado que admite hasta 32 estaciones en 1 solo hilo, con una longitud máxima de 1.200 metros operando entre 300 y 19200 bps y la comunicación half-duplex (semiduplex). Soporta 32 transmisiones y 32 receptores. La transmisión diferencial permite múltiples drivers dando la posibilidad de una configuración multipunto.

RS-485 se usa con frecuencia en las UARTs para comunicaciones de datos de poca velocidad en las cabinas de los aviones, el corazón del sistema de comunicaciones serie es la UART, acrónimo de Universal Asynchronous Receiver-Transmitter. El cuál es un chip cuya misión principal es convertir los datos recibidos del bus del dispositivo en formato paralelo, a un formato serie que será utilizado en la transmisión hacia el exterior. También realiza el proceso contrario: transformar los datos serie recibidos del exterior en un formato paralelo entendible por el bus. La UART es un dispositivo programable en el que pueden establecerse las condiciones que se utilizarán para la transmisión (velocidad, paridad, longitud y bits de parada). Por ejemplo, algunas unidades de control del pasajero lo utilizan. Requiere el cableado mínimo, y puede compartir el cableado entre varios asientos. Por lo tanto reduce el peso del sistema.

RS-232 (también conocido como Electronic Industries Alliance RS-232C) es una interfaz que designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (*Data Communication Equipment*, Equipo de Comunicación de datos).

RJ-45 es una interfaz física comúnmente usada para conectar redes de cableado estructurado. *RJ* es un acrónimo inglés de *Registered Jack* que a su vez es parte del Código Federal de Regulaciones de Estados Unidos. Posee ocho "pines" o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado.

El conector Jack es un conector de audio utilizado en numerosos dispositivos para la transmisión de sonido en formato analógico.

RJ-49 Igual que el anterior, pero recubierto con una platina metálica para que haga contacto con la que recubre el cable STP.

## FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN EL SISTEMA DE ENTRETENIMIENTO IFE (IN FLIGHT ENTERTAINMENT)

El sistema eFx se conforma de componentes distribuidos por toda la cabina, según sea necesario, y puede clasificarse por lugar, en las siguientes áreas:



1. Puerta 1L (Popa).- Podemos encontrar el panel de la tripulación (CP), el interruptor principal de alimentación de datos de Ethernet y un puerto de carga para el personal de mantenimiento.
2. E/E Bay (Aft Avionics).- Contiene el controlador de sistema de audio-(SC-A), y principal Multiplexor (MM).
3. Cabina de Distribución.- Contienen las cajas de distribución de pared WDB y TU (Tapping Unit).
4. Equipo de Asiento.- El equipo de asiento provee todos los servicios al pasajero, incluye las SEB (Caja electrónica de asiento) y los PCU (Control de unidad de pasajero).

A continuación redacte el funcionamiento esencial de cada uno de los dispositivos que integran dicho sistema, su funcionamiento y una explicación breve de los sistemas de comunicación que los enlazan:

### Crew Panel (CP) Panel de la Tripulación

Power: 38 VDC 32 Watts

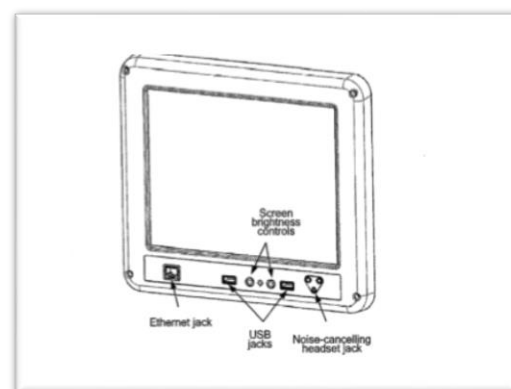
Dimensiones:

Alto: 242 mm

Ancho: 280 mm

Fondo: 58 mm

Peso: 3.65 Kg



El CP es un panel de interfaz de operador remoto para el sistema del IFE (Entretenimiento en Vuelo). Transmite información al usuario de la entrada y el estado del sistema a través de conexión Ethernet - siempre vía SC-A. Permite una vista previa de señales de audio y vídeo utilizando los programas de la CP.

Te permite conexiones con auriculares, impresora, teclado, lector de tarjeta, tiene disponibilidad de conexiones RJ45, USB, y conexiones audio Jack enfrente del panel de la CP.

#### *Función de CP*

El CP da a la tripulación de cabina la capacidad de dar el mantenimiento personal, la configuración y el control de las funciones además de características del sistema del IFE.

#### *Sytem Controller-Audio (SC-A) Control del Sistema de Audio/Vídeo*

Power: 115VAC 400Hz 100 Watts max.

Dimensiones:

Largo: 198.6 mm

Ancho: 126 mm

Fondo: 370.5 mm

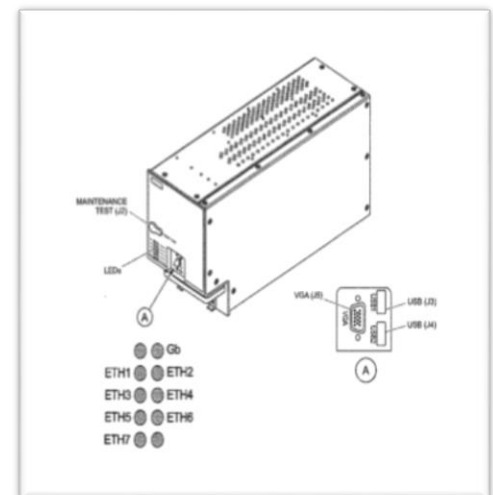
Peso: 7 Kg

El SC-A soporta la distribución de video/audio así como la comunicación de datos al sub-sistema de la aeronave.

#### *Función SC-A*

El SC-A sirve como controlador del sistema "principal" efx, proporcionando la interfaz conexión con los sistemas de la aeronave. El SC-A proporciona ARINC-429, Ethernet, Vídeo, Audio, dirección de línea de audio del pasajero, USB, entradas/salidas discretas para la integración con la aeronave.

El SC-A distribuye todas las señales de audio y vídeo para su transmisión a los pasajeros desde la cabina. En el caso de video envía dicha señal hacia los equipos de vídeo suspendidos en posiciones estratégicas para que todos los pasajeros puedan tener unas buenas visualizaciones de películas o anuncios proyectadas en ellas, así como al panel de tripulación (CP) de donde podemos obtener una vista previa de estos parámetros.





El MM se comunica directamente con los CIDs para el control general de los PES (Sistema de Entretenimiento de Pasajero) y PSS (Sistema Servicio a Pasajero) por las líneas de datos ARINC 429 de la cual hablaremos más adelante.

#### Wall Disconnect Box (WDB) Desconexión Caja de Pared

Power: 115VAC 1.5 Watts max.

Dimensiones:

Largo: 110 mm

Ancho: 160 mm

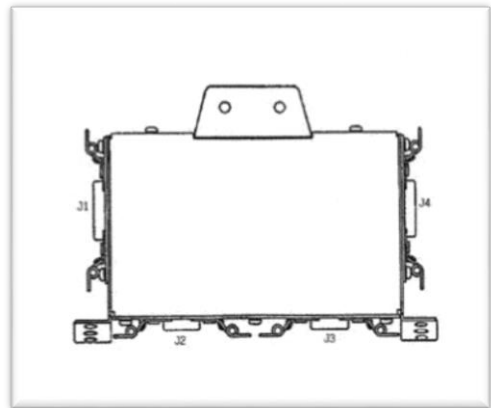
Fondo: 25 mm

Peso: 250 g

El WDB se encuentra a lo largo de cada lado de la cabina, detrás de los paneles, por encima de la línea de suelo. Tiene una entrada, una salida, y dos jacks de entrada/salida para SEBs. Puede ser situado detrás de una cubierta protectora. Hay tres WDBs en cada lado. Cada columna de WDB se alimenta del panel 2000VU.

#### *Función WDB*

El WDB provee punto de distribución y de conexión a la columna de la caja electrónica (SEB) desde/por MM. El WDB proporciona alimentación en la parte de adelante y atrás de la cabina, a toda la columna de SEBs. Las últimas WDB tiene un enchufe de terminación, lo mismo ocurre con las últimas SEB de cada columna las cuales tienen tapones de terminación. Los WDB además reciben, dividen, y amplifican Datos PSE (Audio) hacia el corredor de SEBS. Los Datos PSS se generan en el MM de mando y control de la SEB columnas.



#### Seat Electronic Box (SEB) Cajas Electronicas

Power: 115 VAC, 400 Hz, 7 Watts max.

Dimensiones:

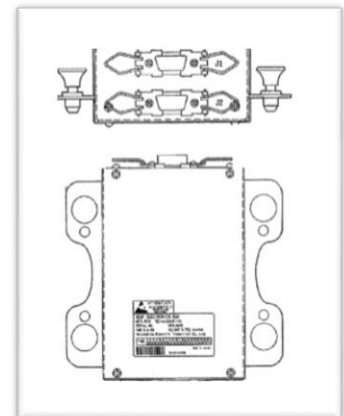
Largo: 42 mm

Ancho: 126 mm

Fondo: 87.4 mm

Peso: 0.68 Kg

El SEB se encuentra debajo del asiento. El SEB recibe PES Datos (audio digital) previamente de alguna SEB o WDB. El proceso de mando y control de datos del SEB se hace desde la interfaz WDB / MM. El SEB proporciona la alimentación, el audio analógico (izquierda y derecha) y los datos de pasajeros a las unidades de control (PCUs).





### *Función SEB*

Hay cinco o seis tomas de la SEB. Una entrada y una salida a la SEBS adyacentes, y tres o cuatro tomas para la conexión PCU según sea la configuración requerida. Los Datos PES se dividen y pasan a la siguiente SEB. También es recibida, y demultiplexada para la salida a la PCU/RJU (Unidas de Conexión Remota).

El SEB también recibe Datos PSS previo desde SEB o WDB (de la MM). Dato PSS es el comando y el control de la sede red. Se compone del informe y reporte del BITE, interruptor de datos proveniente del MM para procesamiento de los canales de audio a el PCU y el RJU. También se utiliza para indicar al PA de audio que se produjo en el asiento, la activación de audio o vídeo.

### Passenger Control Unit (PCU) Unidad de Control de Pasajero

Power: 5.6 VDC .56 Watts max.

Dimensiones:

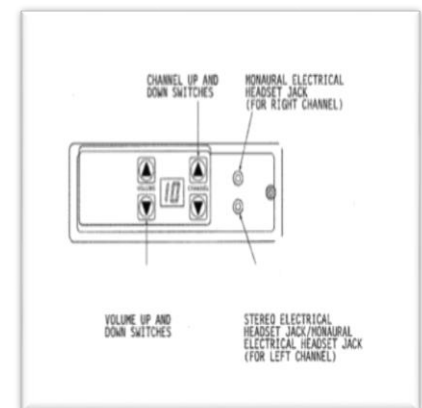
Largo: 138 mm

Ancho: 43 mm

Fondo: 27 mm

Peso: 3.65 Kg

La unidad de control de pasajero (PCU) se encuentra al costado del asiento y proporcionar a los pasajeros una interfaz para el sistema. La PCU tiene botones para selección de canal y volumen adjuntos. También alberga tomas de audio para conexión de auriculares.



### *Función PCU*

La principal función de la PCU es enviar datos desde/hacia el SEB presionado un botón. Cualquier modificación de los botones (acción de pasajero) le mandara a la SEB a hacer algo. Los datos pasan a un microprocesador SEB, para cambiar la salida de la SEB a dicha PCU.

La PCU tiene un Display para mostrar el número del canal. Este PCU tiene un canal de visualización programado por Dip Switches, o datos cargados desde el Multiplexor principal. El SEB es el responsable de la correcta visualización de canales, y audio correcto (demultiplexado) a la PCU.

### Tapping Unit (TU)

Power: 115 VAC 400Hz 6 Watts max.

Dimensiones:

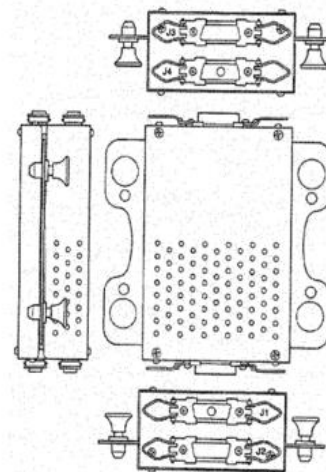
Alto: 42 mm

Ancho: 133.4 mm

Fondo: 125.5 mm

Peso: 0.6 Kg

Los (TU) proporciona señales de vídeo al monitor de vídeo de cabina generales. TUs se encuentran en la pared lateral (borde inferior) y cada uno soporta dos monitores. Los TUs se instalan en dos columnas. La instalación típica incluye LCD retráctil, montado en la pared. Los TUs recibe tres entradas de vídeo (3 zonas), de base de vídeo provenientes de la SC-A. La TU de vídeo ofrece una base a cada LCD.



### *Función TU*

El TU es el punto de distribución y mando para los gastos generales de vídeo. Se pueden colocar hasta 24 TUs en una columna (izquierda o derecha). La TU se termina con un conector de terminación. Este TU sirve para uno o dos LCDs.

El SC-A envía de forma bi-direccional en lazo cerrado (propietario) a los TUs datos de mando y control. Estos datos incluyen control LCD encendido/apagado, así como de vídeo para mostrar en cada puerto.

La TU envía un "indicador" hacia cada pantalla. Esto permite a la pantalla LCD permanecer encendida (Desplegado). Se utiliza la prueba Bite, para que informe "funcionalidad" de puerto de la pantalla LCD.

El TU no informa de la calidad de vídeo en la pantalla LCD para el SC-A. Esta la mayoría de la veces se comprobará manualmente. La TU se informa por medio del Bite en el SC-A, y en las pantalla principal de CP.

LCD Monitors (LCDM) Monitores LCD

Power: 115 VCA 400 Hz 45 Watts max

Dimensiones:

Largo: 330 mm

Ancho: 260 mm

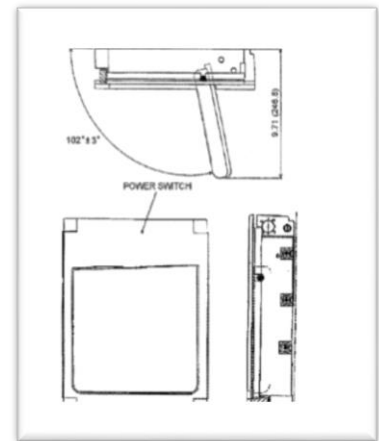
Fondo: 82 mm

Peso: 5 Kg

El monitor LCD (LCDM) es el dispositivo de visualización de vídeo suspendido, que ofrece a los pasajeros entretenimiento de video de alta calidad. El LCDM está instalado en la PSU zona inferior de las cajas de los equipajes.

*Función LCD*

El LCDM convierte la base video en un video digital para la visualización. El muelle del LCDM, es impulsado por un motor para el despliegue.



Hay un interruptor de encendido situado en un pequeño agujero accesible por una pluma, que permite se apague la principal alimentación de CA. Este botón permite que el poder de ser apagado manualmente si es necesario. La alimentación es recibida por la TU, y el control de las líneas de encendido/apagado se utilizan para permitir 115VAC la cual utiliza internamente.

**PROCEDIMIENTO SEGUIDO EN LA REALIZACION DEL MANUAL**

Para la elaboración del manual, primeramente me di a la tarea de conocer el funcionamiento completo del sistema de entretenimiento, para con esto poder entender los problemas que se presentaban para su correcto funcionamiento, el segundo paso fue el de indagar en la bitácora de los diversos aviones con los que cuenta mexicana, en ellos se remarcaban los problemas que se dieron a conocer anteriormente.

Cada problema fue analizado, por técnicos y un equipo de ingenieros encargados del funcionamiento correcto del sistema. Para la limitación y alcance de los problemas de operación se utilizaban planos electrónicos de instalación, así como de manuales IPC, AMM Y CMM, y de allí se determinaron las posibles causas que habrían llevado al problema. Dentro del manual se especifican los tipos de materiales que se deben de emplear para la remoción e instalación de algún dispositivo, en el caso de la remoción e instalación, el fabricante nos proporciona un Manual de Componentes del Avión, en el que se especifica cómo y con qué herramientas podemos retirar o insertar el equipo del avión.

El manual proporciona los problemas y a la par cuales pueden ser las posibles causas, y a continuación el procedimiento a realizar, solucionando, cada posible casusa. La mayoría de los procedimientos que se realizan, se refieren dentro del mismo a otros manuales de localización y mantenimiento que proporciona el fabricante del avión.

Debido a las clausulas que marca el contrato de mexicana y el fabricante, nada de esta información puede ser publicada por gente externa, por lo tal, no se me es permitido incluir información del contenido de manual dentro del reporte.

## PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

*Tabla de Fallas de Operación en los Aviones que cuentan con "IFE" System (In-Flight Entertainment)*

Problemas en el Sistema IFE	Posibles Causas	Procedimiento
Monitores Rosas	✗ Software	✓ Se encontró que la solución más viable es cargar el software completamente, ya que el sistema no reconoce el actual o hubo error en su instalación.
Falta de audio del lado Izquierdo/ Derecho del avión.	✗ Mala conexión ✗ Multiplexor Dañado ✗ WDB dañada ✗ Cableado Dañado	✓ Los Breaker de alimentación del sistema no están bien conectados. (Breaker son fusibles que con aumento de corriente se botan y deja de existir continuidad en su línea). ✓ Fusibles del Multiplexor Dañados. ✓ Se encontró que en algún punto de conexión entre WBD –SEB, SEB-SEB de arneses tenía una ruptura, lo cual producía una falta de continuidad.
Falta de audio en todo el avión	✗ Mala conexión ✗ Multiplexor Dañado	✓ No hay alimentación por los mismo existía ausencia de corriente eléctrica en los breakers. ✓ Multiplexor viene dañado desde fábrica.
Falla por retracción de monitores	✗ Monitor Dañado ✗ Tapping Unit Dañada ✗ Mal conexión	✓ Se remplazo el monitor por uno nuevo y así fue como se soluciono el problema. ✓ Se checo la continuidad del pin que se encarga de mandar la señal que genera la retracción en el monitor y este a su vez fallo. ✓ Se verificaron todas las líneas de conexión entre las Tapping y los monitores, y se encontró que no había continuidad entre los pines del conector.
El sistema no identifica ciertos monitores por lo tanto estos no operan	✗ Base de Datos	✓ Se determino que el sistema no identificaba dichos monitores y por tal motivo se opto por cargar una base de datos nueva, la cual reconociera la localización de dichos monitores. (La base de datos está programada en una memoria compact flash, en la cual se determina cada ubicación de los asientos, con el fin de identificar quien realiza las peticiones para el control del audio y video).

Problemas en el Sistema IFE	Posibles Causas	Procedimiento
Falla de Multiplexor	✗ Por cortos inducidos en el cableado	✓ Se encontró, que de una sección del avión, existía un corto circuito en el arnés que conectaba una SEB a otra SEB.
Falla línea de PCUs	✗ Arnes Dañado ✗ SEB Dañado	✓ Se encontró que el cableado presentaba deterioros en su estructura. ✓ La SEB presentaba daños en su operación, por tal motivo al ser la primea en la fila de SEB, afectaba a las que dependían de su alimentación.
Ruido en una sección de asientos del avión	✗ Falta de la Terminal Plug ✗ Terminal Plug Dañada	✓ La termina plug que sirve para suprimir señales perdidas, evita la inclusión del ruido a la señal original. ✓ Se encontró que se expuso a una sobre carga.
SCA no reproduce media	✗ SCA Dañada ✗ Software	✓ Se procedió a cargar software ya que el sistema no cambio a su operación normal, se le procedió a cambiarlo por otro nuevo.
Crew panel bloqueado	✗ Crew panel Dañado ✗ Software ✗ SCA Dañado	✓ Al checar que el crew panel no respondía a ninguna de las acciones que se le indicaban, se decidió cambiarlo por otro nuevo. ✓ Así también al ver que el SCA no operaba normalmente, fue cambiado por lo tanto por otro nuevo.
No se puede lanzar anuncio de música de abordaje desde el Crew Panel (solo 318)	✗ CAM	✓ Porque la CAM que se tiene actualmente instalada, no es compatible con el sistema IFE.
Monitores inducen fallas en Tapping Unit	✗ Monitores con falta de compatibilidad con Tapping Units	✓ Cada fabricante determina los dispositivos que son parte de los aviones que diseñan. Cada componente cuenta con un número de serie y número de parte, algunos dispositivos solo trabajan, si el numero de parte y serie coinciden en las características que existen entre ellos, por ejemplo la frecuencia a la que trabajan.

## **CONCLUSIONES**

El manual fue hecho de acuerdo a las necesidades de la empresa y la mayoría de los procedimientos fueron tomados de manuales de apoyo que los fabricantes recomiendan, ya que si esto no fuera así, Mexicana no cumpliría con los requerimientos de seguridad que son pedido por las Administraciones de Aeronavegabilidad, como por ejemplo: DGAC, FAA, etc. Ya que estos manuales, están probados y certificados por estas instituciones.

La realización de la presente residencia profesional ha permitido la confirmación de los conocimientos adquiridos en la carrera. También, me ha permitido conocer la cultura de otra ciudad mediante la convivencia con los trabajadores del área de desarrollo de la residencia.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Toda la información que aquí se maneja, fue obtenida de los manuales que el fabricante dio a la compañía Mexicana de Aviación, al momento de la entrega de la(s) aeronave(s), por tal motivo, no se puede dar más información del contenido de ellos por su carácter confidencial:

- Bitácoras de cada uno de los aviones de la familia Airbus.
- Planos Electrónicos de la Instalación del Sistema IFE.
- Manuales de Funcionamiento del Sistema IFE.
- Manuales de Mantenimiento del Avión.
- Manuales de Ubicación de Componentes del Avión.
- Manuales de Servicio del Avión.



Xols 535, Col. del Valle  
México, D.F. 03100

25 de Octubre de 2009.

Ref SDO-PP/488-09

Dr. Daniel Samayoa Penagos,  
Jefe de Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación  
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez,  
Presente.

Estimada Dr. Samayoa:

Con mucho gusto le informo que el C. Cesar Augusto Pérez Herrera, estudiante de la carrera en Ingeniería Electrónica, con número de control 05270299 concluyó satisfactoriamente su Residencia Profesional, en las instalaciones de nuestra empresa, las condiciones bajo las que el C. Pérez lo realizó fueron:

- Área de asignación: Gerencia Ingeniería
- Período: del 15 de Junio al 25 de Octubre de 2009.
- Horario: lunes a viernes de 14:00 hrs. a las 18:00 hrs.
- Actividades: Apoyo en las actividades inherentes al área.
- Nombre del Programa: Multidisciplinario de Apoyo Integral a Nivel Nacional.

Estoy a sus órdenes para cualquier aclaración al respecto.

Atentamente,

Gabriela Ortiz Mora  
Jefe de Desarrollo Organizacional Ventas



c. c. p. C. Perez  
CFL \*EGMP

[www.mexicana.com](http://www.mexicana.com)