



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**MONITOREO DEL SISTEMA DEL ANILLO DE FIBRA ÓPTICA Y
MIGRACIÓN DEL SUBSISTEMA DE TORNQUETES DE LA
LÍNEA 1 DEL METRO DE LIMA**

**PRESENTADA POR
JAIR ALBERTO CASTILLO VALDIVIA**

**ASESOR
GUILLERMO LEOPOLDO KEMPER VÁSQUEZ**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

LIMA – PERÚ

2018



**Reconocimiento - No comercial – Compartir igual
CC BY-NC-SA**

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**MONITOREO DEL SISTEMA DEL ANILLO DE FIBRA ÓPTICA Y
MIGRACIÓN DEL SUBSISTEMA DE TORNQUETES DE LA LÍNEA 1
DEL METRO DE LIMA**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR

CASTILLO VALDIVIA, JAIR ALBERTO

LIMA – PERÚ

2018

Dedico este informe a mis padres, quienes me brindaron educación desde inicial hasta culminar con mi carrera profesional y además me dieron todo su apoyo.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
INTRODUCCIÓN	VII
CAPÍTULO I. TRAYECTORIA PROFESIONAL	1
1.1 Personal de mantenimiento del Área de Telecomunicaciones	2
1.2 Asistente de Sistemas Informáticos Operativos	19
CAPÍTULO II. CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLA LA EMPRESA	93
2.1 Reseña Histórica	94
2.2 Misión y Visión de la empresa	94
2.3 La organización	95
2.4 Puesto de desempeño	97
CAPÍTULO III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS	98

3.1 Subsistema de torniquetes antes de la Migración	101
3.2 Migración del sub-sistema de torniquetes	135
CAPÍTULO IV. REFLEXIÓN CRÍTICA	163
4.1 Capacitaciones realizadas	164
4.2 Desarrollo profesional	168
GLOSARIO	169
CONCLUSIONES	172
RECOMENDACIONES	175
FUENTES DE INFORMACIÓN	178
ANEXOS	180

RESUMEN

En este informe profesional se señala cómo se desarrolló la trayectoria profesional del autor, compilando los conceptos desarrollados en la universidad, que fueron alineándose con el pragmatismo y la experiencia en el desarrollo de las actividades profesionales, en que se generaron, los conocimientos que ayudaron a un mejor desarrollo en el entorno para el cual labora. Los conceptos académicos aunados a la experiencia son, en Telecomunicaciones y Redes, que se desarrollaron con los proyectos dentro de los sistemas de la Línea 1 del Metro de Lima. Toda esta Línea está comunicada por Fibra Óptica y es necesario tener conocimientos previos, basados en Telecomunicaciones, para saber cómo funcionan los Protocolos de Comunicación, relacionarlos e integrarlos en las actividades laborales. Como conclusiones, se observó que lo único que cambia es el enfoque de cómo se solucionan los problemas, a través de las nuevas tecnologías, a las que se puede migrar con facilidad, gracias a la base temática y académica adquirida en nuestra Alma Mater. Como profesional, es importante ser parte del equipo de trabajo, conocer a plenitud los diversos sistemas de comunicación y procesamientos, para asegurar la sostenibilidad de los equipamientos de la empresa.

ABSTRACT

This professional report shows how the author's career was developed, compiling the concepts developed at the university, the ones that were aligned with the pragmatism and experience gained in the development of professional activities, which contributed to generate, the knowledge that helped to a better development in the environment where the author works. The academic concepts combined with the experience were, in Telecommunications and Networks, expanded and developed with the projects within the systems from the Line 1 of the Lima Metro. All this Line is communicated by Fiber Optics and it is necessary to have previous knowledge, based on Telecommunications, to know how the Communication Protocols work and relate them and integrate them into the work activities where the author's experience was developed. As conclusions, it was observed that the only thing that changes is the focus of how problems are solved, through new technologies, which can be easily migrated, thanks to the thematic and academic base acquired in our Alma Mater. As a professional, it is important to be part of the work team, understand the various communication and processing systems, in order to ensure the sustainability of the company's equipment.

INTRODUCCIÓN

Este informe presenta la experiencia profesional de los últimos tres (03) años de labor en la Línea 1 del Metro de Lima. Lo documentado, a continuación, nos muestra el crecimiento cronológico laboral del autor y sus cargos asignados, los cuales van de la mano con las responsabilidades que se le van delegando, y demostrar el criterio y seriedad en el desarrollo de sus actividades profesionales. Se describe el funcionamiento de los sistemas relacionados directamente con sus actividades profesionales para poder entender, cómo los conceptos universitarios se alinean con la experiencia. También se especifican las teorías relacionadas con el funcionamiento de los sistemas para tener una visión clara de todo el informe.

Luego como parte final, se puede apreciar el desarrollo de las actividades profesionales donde participó, la principal, fue la Migración de Tecnología del sub-sistema de torniquetes de la Línea 1 del Metro de Lima. Este proyecto se realizó con la finalidad de que el Sistema de Control de Pasajeros, tuviera la capacidad de poder efectuar una cobranza diferenciada en su tarifa, que dependería del trayecto recorrido o solicitado por el usuario.

En el informe, se muestra cómo el pragmatismo de la experiencia, se alinea con los conceptos adquiridos en la universidad que generan el conocimiento adecuado para mejorar los procedimientos de trabajo y cumplir con las tareas

asignadas, tanto en la supervisión como en la participación directa en el proceso de migración.

El presente trabajo comprende (4) capítulos. El primero comprende de la trayectoria profesional del autor el cual nos muestra como el mismo pasa por las diferentes áreas del proyecto, aprendiendo nuevos procedimientos de trabajo y conociendo el funcionamiento de los diferentes sistemas de comunicación y procesos. El segundo capítulo nos muestra el contexto en el que se desarrolla la empresa, los objetivos, el organigrama, la misión y visión de la empresa. En el tercer capítulo se ven las actividades desarrolladas durante la migración del sistema de cobranzas del tren, en este capítulo el autor tiene que emplear toda la experiencia ganada durante los tres (3) años para garantizar los procesos de migración por parte del proveedor. Por último, en el cuarto capítulo, viene la reflexión crítica la cual se centra en las capacitaciones recibidas por el autor para garantizar la correcta operación de los sistemas migrados.

CAPÍTULO I

TRAYECTORIA PROFESIONAL

La empresa encargada del mantenimiento y operación de la Línea 1 del Metro de Lima es CONCAR, pertenece al Grupo Graña y Montero. Es la institución donde realice mis funciones, contratado por la Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico - AATE. Con respecto a mi trayectoria profesional, esta se realizó en las diferentes áreas dentro de la Línea 1, en todas ellas demostré criterio y responsabilidad profesional para resolver los problemas, poco a poco se me fueron delegando más funciones.

En este trabajo, se informan sobre las tareas asumidas en cada área operativa, iniciándome, como un ejecutor de trabajo técnico en el Área de Telecomunicaciones, donde se realiza el mantenimiento preventivo y correctivo, y en que la experiencia ganada va de la mano con el cumplimiento de los procedimientos de trabajo desarrollados por el Supervisor del área operativa. Debido al riesgo que implica el cumplimiento de estas actividades, CONCAR exige seguir sus normativas de seguridad en el trabajo, en el que se efectuó un análisis de riesgos basado en conocimientos de Seguridad Operacional, que es muy importante cumplir en el rol de supervisor.

También se explican sobre las responsabilidades asumidas como Asistente del área de Sistemas Informáticos Operativos. Dicha área es la encargada de mantener la operatividad y la conectividad de los distintos terminales del Sistema de Control de Pasajeros, que son los encargados de interactuar con el usuario para la carga, débito y registro de los mismos y a su vez la conexión al Servidor Central; de igual manera, con el Monitoreo de los Sistemas de Video Vigilancia, Relojería IP y los Sistemas de Fibra Óptica para un correcto funcionamiento.

1.1 Personal de mantenimiento del Área de Telecomunicaciones

Los trabajos de mantenimiento en el Área de Telecomunicaciones en la Línea 1 del Metro de Lima se inician el 2 de mayo del año 2012, sus funciones de trabajo están asignadas directamente a los equipos conectados a la red operativa. Dicha área solo se encarga del mantenimiento físico, de los diferentes sistemas que pertenecen a la red operativa, los que se detallan más adelante.

En esta sección del informe se aprovechará para hacer una descripción general de los sistemas y trabajos del área técnica, como personal de Mantenimiento de Telecomunicaciones no profundicé mis conocimientos referentes el funcionamiento de los equipos a mantener.

1.1.1 Funciones del Área de Telecomunicaciones en el Sistema de Control de Pasajeros

El Sistema de Control de pasajeros consta de los equipos que interactúan con el usuario para el pago, cobro de pasajes, distribución y guardado de la información. Este sistema está compuesto físicamente por los equipos TVM, (siglas de *TicketVending Machine*), POS, Torniquetes, Concentradores, Servidor de Base de Datos, Servidor de Aplicaciones y Servidor Web. En el área de Telecomunicaciones, solo se atienden las

incidencias que se pueden producir en los equipos TVM, POS y Torniquetes, durante el horario de mayor afluencia de usuarios, en los turnos nocturnos el área se encarga del mantenimiento preventivo de los equipos TVM y Torniquetes.

El trabajo asignado está dividido en función del horario de trabajo, el cual varía entre el horario diurno, vespertino y el nocturno, dicho trabajo para los horarios diurnos y vespertinos son netamente para la atención de incidencias o mantenimientos correctivos y el horario nocturno o de amanecida está destinado al mantenimiento preventivo.

1.1.1.1 Mantenimiento y atención de incidencias en TVM

El TVM, (siglas de *Ticket Vending Machine*), esta es una máquina automática de recarga, el usuario puede realizar acciones de carga y compra de tarjetas. El equipo TVM tiene la capacidad de recibir billetes, monedas, otorgar vuelto, leer la tarjeta del usuario, grabar la tarjeta del usuario, guardar la información de las transacciones y enviarlas al servidor. En la Figura 1, se puede apreciar al equipo TVM.

La TVM consta de tres (03) tarjetas principales, una de estas es la *Mainboard*, la cual está dedicada al control de los procesos finales de la máquina, y controla los siguientes equipos:

- Impresora de comprobantes
- Dispensador de tarjetas para usuarios
- Pantalla táctil
- Tarjeta de red

- Lectora de tarjetas
- Hub para conexión de dispositivos externos



Figura 1: TVM o Máquina automática de recarga.
Fuente: Siemens

Dicha tarjeta tiene un disco duro sólido de ocho (08) Gb, donde se encuentra grabado el sistema operativo, el que se utiliza como plataforma para los programas de administración del TVM.

Otra tarjeta principal es la de distribución de voltaje, esta recibe la energía del UPS y distribuye los distintos voltajes a los dispositivos internos de la máquina.

Por último, tenemos la tarjeta *CoinSystemla*, la cual administra los dispositivos encargados de validar y guardar el dinero. Estos son:

- El canal anti vandalismo: este discrimina una moneda de cualquier objeto que pueda dañar la integridad física de la máquina.

- El validador de monedas: este identifica el valor de la moneda y descarta las monedas falsas.
- Los carruseles: estos son seis (06), uno por cada denominación de moneda existente en el Perú, el cual guarda a las mismas con la finalidad de entregar vuelto.
- El Validador de billetes: este identifica el valor del billete y lo guarda en el cofre de billetes.

Mantenimiento de TVM

Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento se aplica para los casos de atención de incidencias que se generan en el horario de mayor afluencia de usuarios; los problemas por resolver pueden ser: atascos de monedas en carruseles, atascos de billetes en el validador o pérdida de conectividad de Ethernet. Estas incidencias se producen por el uso frecuente que se le da a la TVM y su atención consiste en hacer un mantenimiento correctivo rápido o cambio por otro dispositivo para su reparación en laboratorio. Para que el técnico pueda realizar dicho mantenimiento, se ingresa mediante una clave secreta al menú del TVM, el que tiene las opciones de reinicio de los componentes de TVM luego de ser atendidos físicamente.

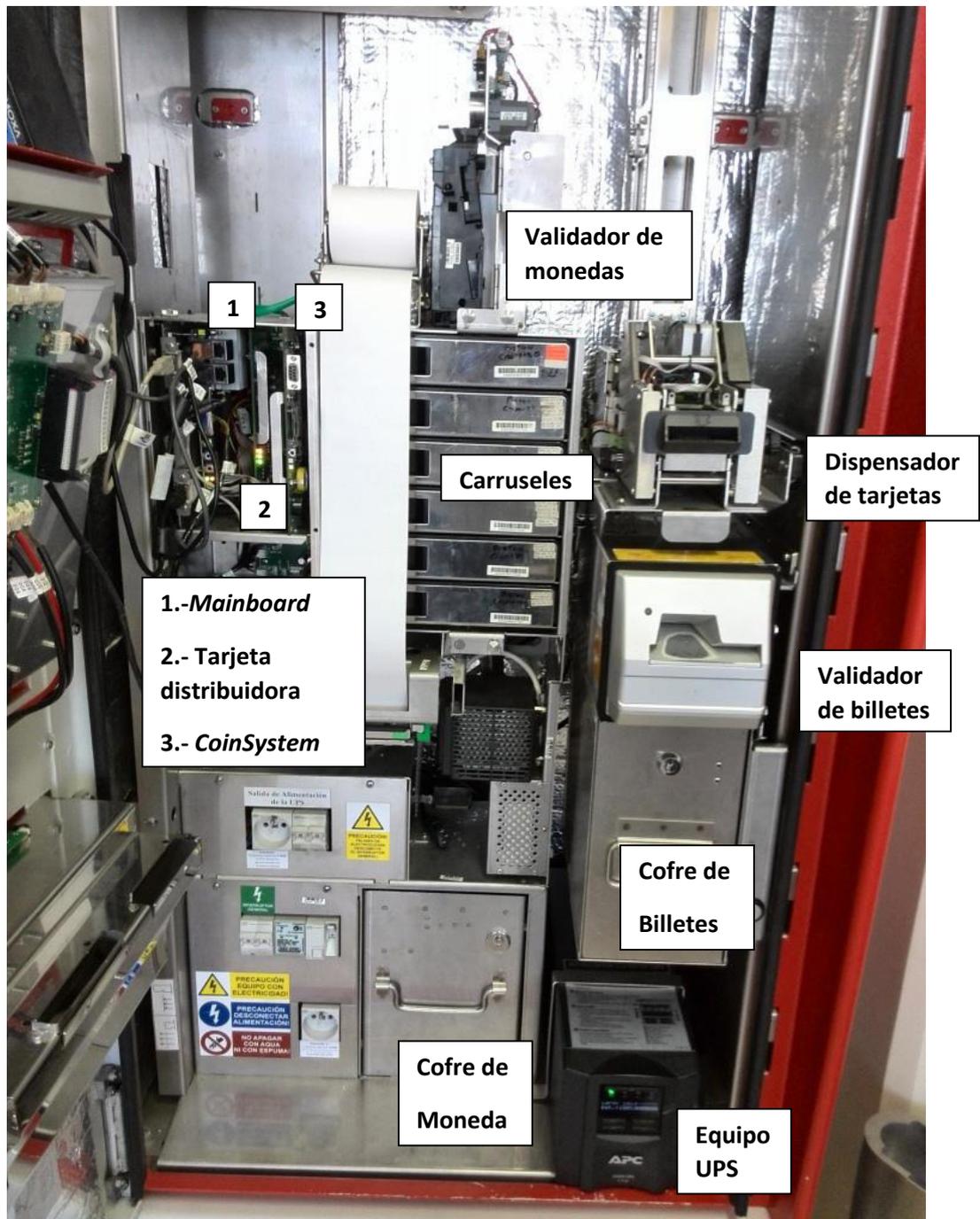


Figura 2: Dispositivos internos de TVM

Fuente: Siemens

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de la máquina consiste en la limpieza de cada dispositivo interno, estos se pueden apreciar en la Figura 2.

El mantenimiento consiste en liberar los dispositivos internos de polvo y humedad. Para esto se usan herramientas que eviten la estática e insumos químicos como desengrasantes, anticorrosivos y limpios contactos, que evitan que los equipos se malogren con el paso del tiempo.

1.1.1.2 Mantenimiento y atención de incidencias en torniquetes

El torniquete es el equipo encargado de realizar el débito a la tarjeta de carga del usuario y permite su tránsito al área de embarque.

El torniquete, antes de la migración de tecnología, contaba con los siguientes componentes:

- Electro grabador de tarjetas en la parte delantera
- Botón pulsador en la parte posterior para permitir la salida
- Brazo giratorio que permite el paso

El torniquete se puede apreciar en la Figura 3.



Figura 3: Modelo de torniquete estándar.

Fuente: Internet

Consta de tres (03) tipos de tarjetas electrónicas.

- Tarjeta validadora: es la encargada de controlar la lectora de tarjetas de los usuarios, guardar las transacciones debitadas y enviar la información al equipo concentrador, el cual transfiere esta información al servidor.

- La lectora de tarjetas de usuarios: se encarga de leer el saldo de la tarjeta, grabar el nuevo saldo en la misma y dar la indicación luminosa de pase o tránsito.
- La tarjeta de control: es la que recibe la orden de pase de la tarjeta validadora, de ser aprobatoria la opción, permite el giro del brazo. Esta tarjeta también controla los semáforos de la parte frontal y posterior del torniquete.

Mantenimiento de torniquete

Mantenimiento correctivo

El torniquete tiene dos (02) problemas frecuentes en horarios de mayor afluencia de usuarios, una es la pérdida de conectividad con el servidor, que ocurre cuando la tarjeta validadora colisiona sus datos con la tarjeta validadora de otro torniquete. Para solucionar este problema, se reinicia la tarjeta validadora mediante una interface instalada en una Laptop. Otro problema, pero de menor frecuencia, es la desconfiguración de la tarjeta de control por picos de voltaje, ocasionando que el equipo no permita el pase en ninguno de los casos de validación de saldo. Este problema se soluciona cargando el Software de control a la tarjeta controladora mediante una Laptop.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo del torniquete consiste en la limpieza de polvo y humedad que acumulan las tarjetas, para ello es importante liberar estos dispositivos de los agentes que puedan sulfatar los contactos o causar corto circuito en las tarjetas.

También se realiza la limpieza de los componentes mecánicos del equipo, estos están conectados a los dispositivos actuadores encargados de activar el mecanismo de pase. Estos dispositivos son tres (03) solenoides los cuales permiten el giro horario para el pase a la estación. El giro antihorario para la salida de la estación y la rigidez del brazo, la cual se desactivará en caso que se necesite la salida de emergencia de los usuarios.

En la Figura 4, puede apreciarse las tarjetas de los torniquetes.

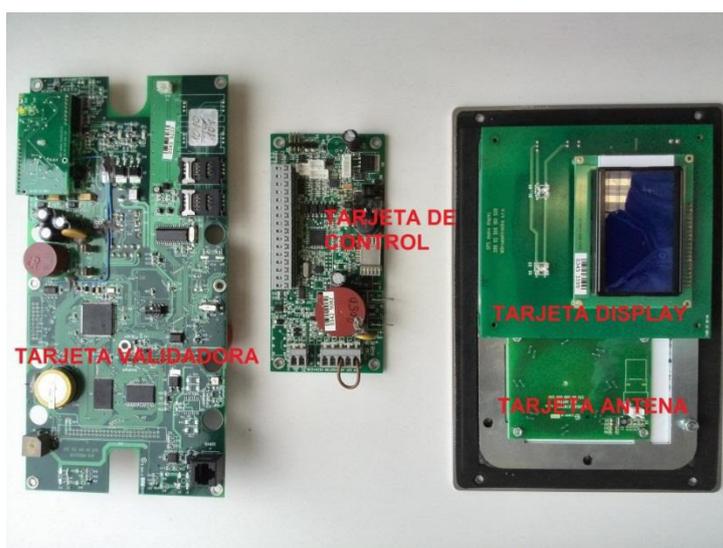


Figura 4: Tarjetas de torniquete

Fuente: Siemens

1.1.1.3 Atención de incidencias en POS

El POS es un equipo que mayormente es utilizado por los bancos para las tarjetas de débito o crédito. Este equipo, en la Línea 1 del Metro de Lima, está adaptado para leer las tarjetas inteligentes del usuario; dicho equipo es de la marca VeriFone. Este dispositivo consta de un electro grabador de la misma marca, conectado al POS, luego este se conecta al servidor. En la Figura 5, puede apreciarse este equipo.

Mantenimiento de POS:

Con respecto a las intervenciones de Telecomunicaciones solo se interviene en caso de atención de incidencias, las cuales solo consisten en restablecer su conexión de la red en caso de inacción de esta. Para ello, es necesario entrar a un usuario de mantenimiento técnico y se debe revisar la conservación de sus parámetros de red, luego se reinicia el equipo con la opción reiniciar desde ese usuario. El mantenimiento preventivo es realizado por el área del SIO, (siglas de Sistemas Informáticos Operativos), este mantenimiento se detallará más adelante.

El sistema de POS solo se utilizó hasta el año 2013, en que se realizó la migración y se cambió al POS por un computador para realizar las mismas funciones.



Figura 5: POS y lector de tarjetas

Fuente: Verifone

1.1.2 Funciones del área de Telecomunicaciones en el Sistema de Circuito Cerrado de Televisión

El Sistema de Circuito Cerrado de Televisión más conocido como CCTV es un sistema de video vigilancia que exige el estado para cumplir con la normas de seguridad y cuenta con los siguientes componentes:

- Cámaras IP
- Computadores terminales
- Servidores locales
- Servidor Central
- *Storages* para el Servidor Central

Las cámaras IP se encuentran distribuidas en cada estación y en los centros de mando; estos grupos de cámaras se conectan a su servidor local en la estación y mediante el anillo de Fibra Óptica, que se explica más adelante, se conectan al servidor central en los centros de control. En la Figura 6, se puede apreciar una cámara IP.

El área de Telecomunicaciones solo se encarga del mantenimiento preventivo y atención de incidencias en las cámaras IP y los computadores, todo lo que es servidores y *storages* se le encarga al área del SIO.



Figura 6: Cámara IP

Fuente: Axis

1.1.2.1 Mantenimiento y atención de incidencias en Cámaras IP

Las cámaras IP son de la marca AXIS y de tipo domo, eso quiere decir que la cámara IP está dentro de un domo de vidrio y sujeto a un brazo metálico. Dichas cámaras se conectan mediante cable UTP categoría 6 y para su mantenimiento deben ser desmontadas y extraídas del domo. Una vez retirada se le hace limpieza de cada parte montable de la cámara, también deben limpiarse los contactos de cobre de la misma, para evitar que se sulfaten. Luego se conecta la cámara a su puerto correspondiente y se revisa que la misma tenga el ángulo y enfoque deseado.

Con respecto a las incidencias, estas se ejecutan cuando se pierde la visibilidad de la cámara, esto se debe a una sobrecarga en el puerto Ethernet de la misma debido a una saturación de información, como las cámaras son POE, solo basta entrar al switch conmutador de red y liberar el puerto que corresponde a la cámara IP con problemas, en caso que el problema persista se avisa al área del SIO para revisar la configuración.

1.1.2.2 Mantenimiento y atención de incidencias en las computadoras

Las computadoras tienen instaladas una interface que permite observar las imágenes captadas por las cámaras IP.

Las computadoras son de la marca HP, funcionan con el sistema operativo Windows 7 y tienen instalada el programa de interface NICE Visión. Estas computadoras se encuentran en cada estación de la Línea 1 y en los centros de control.

El mantenimiento por parte del área de Telecomunicaciones consiste en desmontar la computadora y liberar del polvo y la humedad a las distintas tarjetas internas del equipo, para evitar que se sulfaten u ocasionen corto circuito, también se ve el estado de la fuente de energía, revisando que los capacitores estén en buen estado.

Con respecto a la atención de incidencias estas consisten en resolver problemas de conectividad de Ethernet, debido a que, en algunas ocasiones, se sobrecarga el puerto Ethernet del computador. En caso de problemas mayores, el área del SIO asume la responsabilidad. En la Figura 7, se puede apreciar cómo se interconecta el sistema.

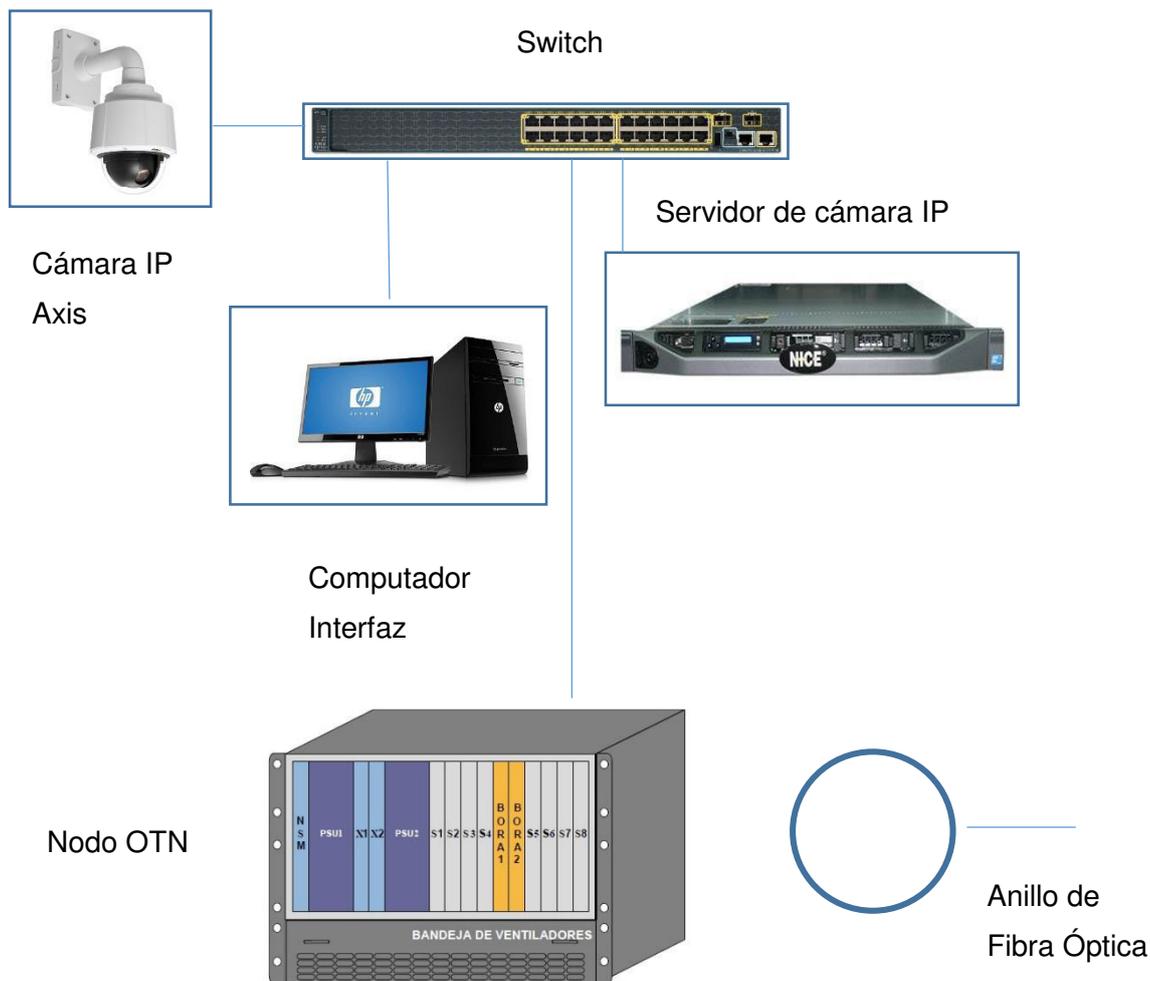


Figura 7: Conexión de sistema CCTV
Fuente: Internet

1.1.3 Funciones del área de Telecomunicaciones en el Sistema de Difusión Sonora

El sistema de difusión sonora se utiliza para poder transmitir, principalmente, una señal de voz, también puede usarse para transmitir señal de audio, ya sea desde el puesto de control o localmente desde cada oficina del agente de estación. Este tipo de transmisión es vía Ethernet y está compuesto por:

- Equipo multiplexor: el que administra la transferencia de la señal en la central y a todas las estaciones.

- Amplificadores de señal: que hacen llegar la señal a todos los parlantes en estaciones y puesto central.
- Pupitre con micrófono: conectado directamente al multiplexor, por donde se puede enviar el mensaje al sector deseado dependiendo de las libertades que tenga el usuario del equipo.
- Parlantes: con la finalidad de difundir el mensaje mediante perturbaciones sonoras. Estos parlantes están distribuidos en la sección de boleterías, andenes y salas técnicas.
- Computadora de escritorio en la oficina central: cuya función es enviar paquetes de actualización a los pupitres con micrófono, controlar la intensidad de la señal audible en todo el corredor de la Línea 1, configurar las IP destinadas a recibir la señal y monitorear todo el sistema de difusión sonora.

Los dispositivos del sistema se pueden apreciar en la Figura 8. Con respecto al área de Telecomunicaciones, solo se efectúa mantenimiento y atención de incidencias a los pupitres con micrófono y parlantes, en el caso del multiplexor y amplificador, solo se procede con atención de incidencias.

1.1.3.1 Mantenimiento y atención de incidencias en los pupitres con micrófono

El pupitre con micrófono es un dispositivo que tiene la capacidad de poder enviar una señal de voz o una grabación.

Este consta de un teclado con el que podremos acceder a las distintas funciones del equipo mediante códigos. Dependiendo de la configuración desde la oficina central, este pupitre puede enviar mensajes

audibles a toda la Línea o solamente a una Estación de la Línea 1. La comunicación del equipo es mediante Ethernet, este va conectado a un punto de red y de allí se interconecta con el multiplexor para que el mismo envíe el mensaje al amplificador de señal y se pueda escuchar en los parlantes.

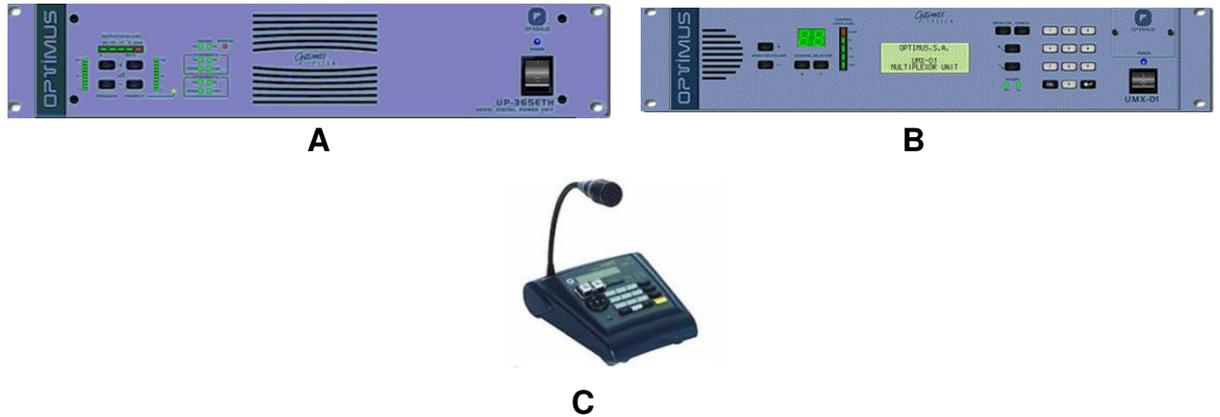


Figura 8, A: Amplificador de señal, B: Multiplexor de señal, C: Pupitre con micrófono

Fuente: Internet

Mantenimiento del Pupitre con micrófono

El mantenimiento consiste en abrir el equipo, limpiar la tarjeta interna del polvo, liberarla de la humedad y limpiar los contactos sulfatados. Posterior a eso se deben realizar pruebas de difusión de forma local y luego llamar al Centro de Control para que se realice una difusión desde el Puesto Central a la estación donde se realizó el mantenimiento. Con respecto a la atención de incidencias, el equipo sale de operación por tres (03) motivos comunes:

- Sobrecarga en el puerto Ethernet
- Sobrecarga de la interface usuario del equipo
- Sobrecarga en el multiplexor

Para el primer caso, solo basta con el reinicio del equipo desenergizándolo por un momento, con respecto al segundo caso el personal de Telecomunicaciones se comunica con el personal del SIO para que envíe un reinicio a nivel de Software desde la computadora interface en Puesto Central y con respecto al tercer caso se procede con el reinicio del multiplexor, el cual brinda esa opción en su panel frontal.

1.1.3.2 Mantenimiento y atención de incidencias en los parlantes de estaciones y puesto central

Existen en la Línea 1 tres (03) tipos de parlantes; para espacios regularmente abiertos, estos son para la zona de andenes, son de forma convexa; para la zona de boleterías y salas técnicas, los cuales tienen forma circular plana, este tipo de parlantes son para espacio cerrado y los parlantes tipo megáfono para el puesto central donde están las grandes áreas por donde circulan los trenes para ser guardados, su forma es especial para disparar la señal sonora en áreas abiertas. Estos tipos de parlantes se pueden apreciar en la Figura 9.



Figura 9: Parlante tipo megáfono

Fuente: Telemúsica

El mantenimiento a los parlantes es simple, solo se debe liberar del polvo a la parte externa del parlante y limpiar los contactos sulfatados, estos dispositivos reciben directamente la señal de audio desde el amplificador. Con respecto a las incidencias estas son pocas ya que el sistema es muy robusto, en caso que los parlantes no emitan sonido solo es necesario revisar si los amplificadores están apagados producto de un corte de energía.

1.1.3.3 Atención de incidencias en equipo Multiplexor

El equipo Multiplexor está destinado a recibir por el canal Ethernet las señales provenientes desde el Puesto Central, desde la computadora de interface en sala de monitoreo ubicado en Puesto Central o

desde el pupitre con micrófono de la Estación. Este equipo le otorga prioridad a los mensajes enviados desde el Puesto de Control, con respecto a la señal enviada del computador interface, esta tiene como función enviar paquetes de actualización al Pupitre con micrófono o distintos comandos, como el de reinicio o control de intensidad de señal audible.

Con respecto a incidencias este equipo suele sobrecargar su puerto de Ethernet, para ello solo es necesario un reinicio desde la parte frontal, también se puede controlar la intensidad de señal audible desde este equipo.

1.1.3.4 Atención de incidencias en equipos Amplificadores

En el Puesto Central y en las estaciones se cuenta con equipos Amplificadores, uno para andenes y otro para boleterías y salas técnicas. Con respecto a Puesto Central ambos amplificadores están conectados en serie para dar la señal audible a todos los parlantes tipos megáfono. Este equipo recibe la señal vía Ethernet desde el multiplexor, transforma la señal en señal de audio y la amplifica para ser enviada a los parlantes de manera directa. En la Figura 10, se muestra un diagrama general del sistema de difusión sonora.

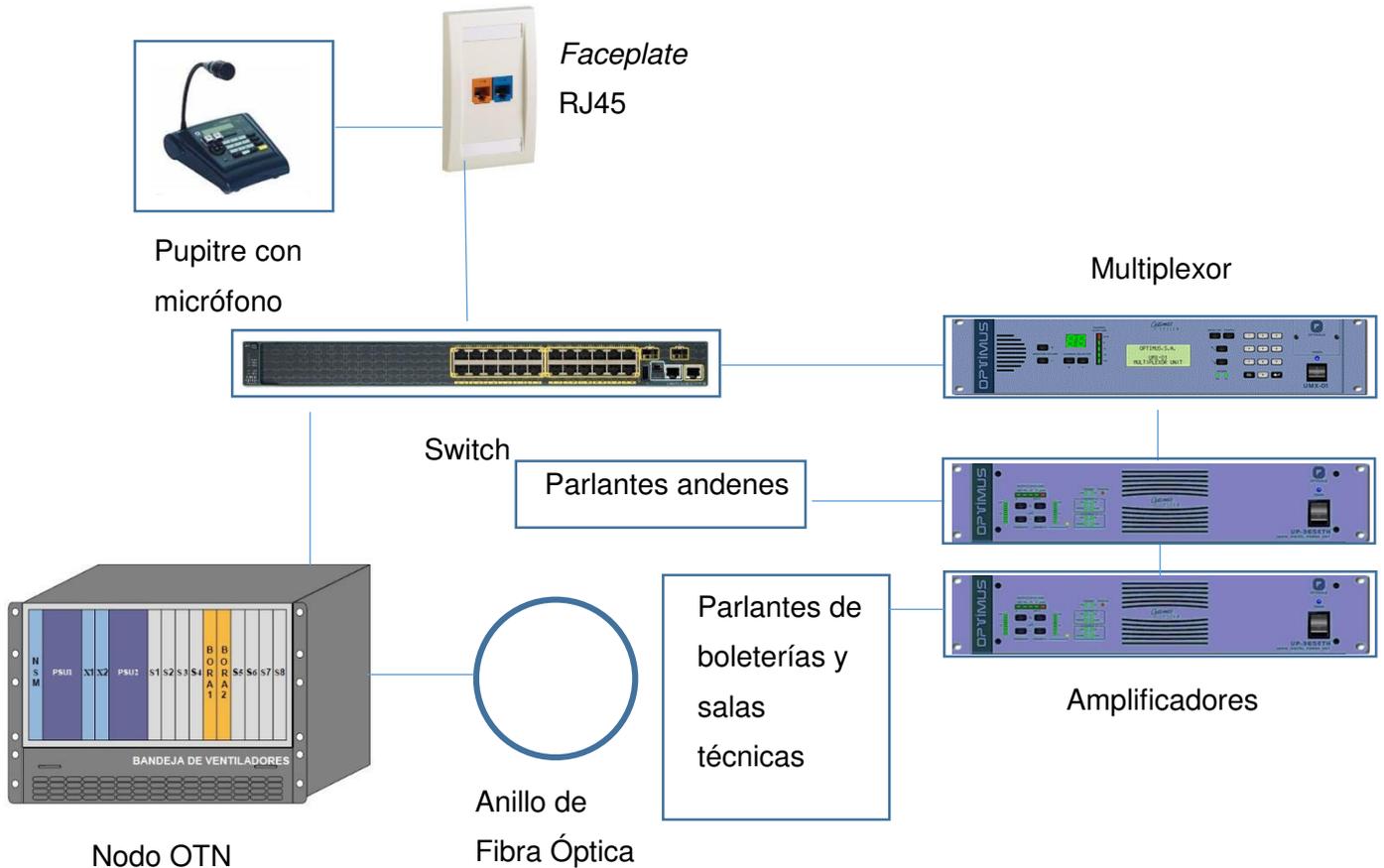


Figura 10: Conexión de sistema de difusión sonora
Fuente: Internet

1.2 Asistente de Sistemas Informáticos Operativos

En agosto del año 2012, estuve asignado al Área de Sistemas Informáticos Operativos (SIO), debido al conocimiento de Arquitectura de Redes y al buen desempeño mostrado en los tres (03) primeros meses de labor en la Línea 1. El SIO se podría considerar como el “Sistema nervioso” de la Línea 1, se encarga de gestionar los Sistema de Control de Pasajeros (SCP), Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), Sistema de Redes, Sistema de Comunicación del anillo de Fibra Óptica (OTN). Todos estos sistemas convergen en los servidores instalados en el Data Center del Puesto Central en Villa el Salvador.

Dentro de la Línea 1 del Metro de Lima, existen dos (02) redes de comunicación, ambos comparten canales distintos del anillo de Fibra Óptica,

uno es la “Red administrativa” (RAD) la cual es gestionada por el área de Tecnología de la Información (TI) de Graña y Montero, brinda servicios especializados de software, como el programa de Outlook, Correo Electrónico, acceso a Internet y soporte técnico de las computadoras pertenecientes a la RAD. La otra red vendría a ser la “Red Operativa” (ROP), en esta, convergen todos los sistemas anteriormente vistos; CCTV, SCP, OTN; el SIO vendría a ser el área de TI de la red operativa, adicionalmente gestiona Servicios de Aplicación, Web y Base de Datos.

En el SIO, se trabaja con bastante confidencialidad el personal que pertenece a dicha área tiene contacto directo con toda la información que se maneja en la Línea, desde las transacciones de usuarios hasta las grabaciones de video de las cámaras IP. Es por esta razón que se manejan muchas políticas de seguridad, las cuales aseguran un back-up diario de la información, un contacto restringido entre la red operativa y el exterior, mediante un firewall. Un firewall habilita la comunicación en caso que se deba acceder desde el exterior usando una VPN, siglas de *Virtual Protocol/Network*, el acceso a la VPN es solo en caso de emergencia, de lo contrario el firewall mantiene inhabilitada la comunicación con el servidor.

La participación del autor, en el área, ayudó en gran medida a su desarrollo profesional, gracias al desempeño dentro de esta, se me fue asignando funciones de mayor importancia y responsabilidad, con respecto a la gestión de todos estos sistemas, se me brindó capacitación en Arquitectura de Servidores y Administración del Sistema OTN.

El área del SIO gestiona toda la información del usuario y está ligada a las áreas de Recaudación y Atención al usuario. El SIO se encarga de brindar todo lo concerniente a las transacciones de usuario, incidentes del usuario por el sistema, eventos captados por cámaras, medición de afluencia por estación, entre otros.

Todas estas funciones se expusieron detalladamente por sistema a lo largo de este informe.

1.2.1 Descripción de los Sistemas del SIO y funciones del Asistente en el Sistema de Control de Pasajeros (SCP)

A medida que fueron pasando los meses de trabajo en esta área se me fue asignando mayores responsabilidades, desde las básicas hasta las más complejas y críticas, en esta sección se describirá cronológicamente, como fue evolucionando mi participación.

El Sistema de control de pasajeros tiene la función de interactuar con el usuario, a través de sus terminales, para la venta de tarjetas, definición de contrato, carga de tarjetas, descuento de pasajes. Debido a que el control de saldos se realiza a través de tarjetas sin contacto, es importante comprender en que consiste esta tecnología y cómo funcionan los SCP.

1.2.1.1 Tecnología RFID en las tarjetas de pasajeros de la Línea 1 del Metro de Lima

Para poder interactuar con el sistema de transporte de la Línea 1 del Metro de Lima es necesario tener en nuestro poder una tarjeta de pasajero. Dicha tarjeta tendrá como función guardar información acerca del tipo de contrato efectuado: Adulto, Escolar, Instituto o Universitario, saldo disponible, disponibilidad para interactuar con el sistema, fecha de caducidad, entre otros.

La tarjeta de usuario debe tener las siguientes características:

- Capacidad de guardar información
- Comunicarse inalámbricamente con los torniquetes de manera rápida para no perjudicar la afluencia de los usuarios cuando entran a la estación
- Que permita una banda de frecuencias de comunicación que no interfiera con los servicios celulares

- Que dicha tecnología sea similar a una tarjeta de tamaño equivalente al DNI

La tecnología RFID (siglas de *Radio Frequency Identification*) cubre estas necesidades, tiene un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos cuya función es transmitir la identidad de un objeto mediante ondas de radio. Dicha tecnología trabaja con los dispositivos que generan la señal y los objetos que recibirán la misma, estos objetos trabajan con etiquetas las cuales contienen un chip y una antena. Existen dos (02) tipos de etiquetas:

- Etiqueta pasiva: La cual solo guarda la información necesaria que será tomada por el dispositivo que necesita esa información.
- Etiqueta activa: Esta etiqueta tiene una batería interna y la información en el chip de esta tarjeta puede ser actualizada. Esta tarjeta tiene la capacidad de interactuar con el dispositivo.

Las características de esta tarjeta, que se acoplan a las necesidades anteriormente mencionadas, son las siguientes:

- Fuente de alimentación propia mediante batería de hasta 10 años de duración, generalmente de litio
- Distancia de lectura y escritura de máximo 10 centímetros
- Memoria entre 4 a 32 kB
- Dicha tarjeta puede caber en espacios pequeños, como en una tarjeta con dimensiones similares al DNI como se muestra en la Figura 11



Figura 11: Tarjeta con tecnología RFID

Fuente: Internet

Cada equipo terminal que pertenece al SCP e interactúa con la tarjeta del usuario, tiene esta tecnología y la usa para grabar información, como el saldo de la tarjeta y los descuentos por el uso de la misma.

1.2.1.2 Servidores del Sistema de Control de Pasajeros

El Sistema de control de pasajeros consta de tres (03) servidores. Estos son: el “Servidor Web”, el “Servidor de Aplicaciones” y el “Servidor de Base de Datos”; dichos equipos son los que reciben toda la información de las transacciones captadas por los equipos terminales de este sistema, luego la información es guardada y procesada para que pueda ser expuesta ante los encargados del Servidor Web. En la Figura 12, se puede apreciar cómo se interconecta el Sistema de Control de Pasajeros.

- **Servidor de aplicaciones:** Tiene la función de recibir toda la información generada por los equipos terminales y guardarla en el Servidor de Base de Datos. También tiene la función de recibir las peticiones del Servidor Web y proveer a la misma de la información solicitada.
- **Servidor Web:** Este tiene la función de interactuar con las computadoras de monitoreo y concentradores, nos brinda la interface web que interactuará con el personal calificado. También tiene la función de

interactuar con el Servidor de aplicaciones para solicitar información o guardar información.

- Servidor de Base de Datos: Es el encargado de guardar toda la información entregada por el servidor de aplicaciones.

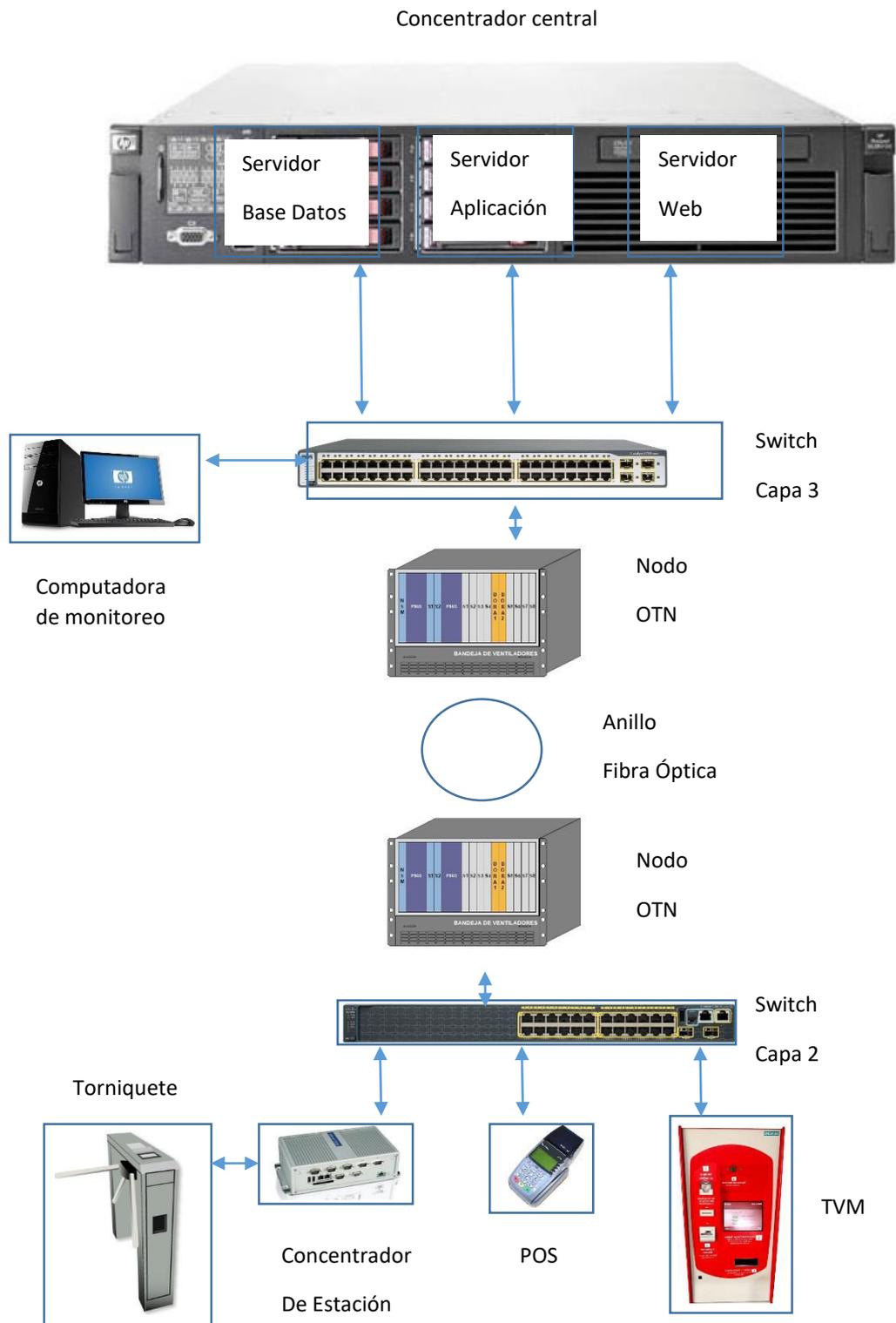


Figura 12: Esquema general SCP

Fuente: Internet

1.2.1.3 Funciones del asistente del Área de Sistemas Informáticos Operativos con respecto al Servidor Web

a) Monitoreo de los SCP

Una de las primeras responsabilidades asignadas como asistente del SIO fue el monitoreo constante de los SCP. Para esto, la empresa ATOS de México, contratada por el estado para la implementación de Software de los SCP, diseñó una interface Web que permitía el monitoreo constante de los equipos terminales de los SCP, mediante el Servidor de Aplicaciones y los equipos Concentradores, instalados en cada estación.

Cada equipo terminal tiene la capacidad de enviar una alarma en caso de que uno de sus dispositivos internos presente una incidencia. Un ejemplo, es un atasco de carrusel en una TVM, la tarjeta *CoinSystem*, que administra la operatividad de los dispositivos que trabajan directamente con el dinero, detecta y envía la alarma a la *Mainboard* del TVM, esta usa la tarjeta de red para poder comunicar dicha alarma al equipo Concentrador, para poder informar localmente en la estación, y al Servidor de Aplicaciones quien procesó dicha información y la expuso en el Servidor Web para que pueda ser detectada por el Asistente del SIO desde la computadora de monitoreo.

Al recibir la alarma, el Asistente de SIO se comunica con un personal operativo de Telecomunicaciones, que se encuentra en el corredor de la Línea 1, y pueda resolver el incidente. También se hace monitoreo del sistema para controlar futuros incidentes como cofres llenos, falta de papel de impresión en los equipos, pérdidas de conectividad, desgaste de componentes, entre otras incidencias.

b) Asignación de estado de las tarjetas de pasajeros

El Asistente del SIO tiene asignadas las siguientes responsabilidades con respecto a la gestión de tarjetas de pasajeros:

- **Gestión de perfiles:** El Asistente del SIO tiene la capacidad de poder gestionar la cantidad a debitar de las tarjetas dependiendo del perfil que tengan. Existen cuatro perfiles: adulto, escolar, instituto y universitario, en el caso del perfil adulto el débito es de S/. 1.50 en cualquier día del año, con respecto a los demás perfiles el débito es de S/. 0.75 a excepción de los días feriados donde el débito es de S/. 1.50. Dichas cantidades pueden ser variadas. También se gestionan los tiempos de caducidad de los perfiles.
- **Gestión de operatividad:** El Asistente del SIO tiene la capacidad de bloquear las tarjetas de pasajeros, esta orden de bloqueo se difunde mediante el Servidor de Aplicaciones, desde la computadora de monitoreo, con una orden de ejecución a los equipos terminales para que estos saquen de operación a la tarjeta que se desea bloquear cuando la tarjeta pase por dicho terminal. El motivo por el cual se bloquea la tarjeta es por solicitud del usuario por perder la misma o por sanción cuando un usuario no cumple las normas de la Línea 1, un ejemplo es cuando el usuario con perfil Universitario presta la tarjeta a otra persona.
- **Gestión de tarjetas nuevas:** El Asistente del SIO tiene la responsabilidad de registrar los números de tarjetas que se van a vender. Para esto el área de recaudación envía una solicitud con la lista de los números de tarjetas que deben entrar en operación. Estas, en general, vienen a ser entre 60000 a 70000 tarjetas cada mes. Para poder subir las mismas, se hace uso del Servidor Web que enlaza al servicio de aplicación que se encarga de recibir los rangos de tarjetas y registrarlas en la Base de Datos.

c) Actualización y control de funcionalidad de los equipos SCP

El asistente del SIO tiene la capacidad de actualizar y controlar los distintos equipos pertenecientes a los SCP. Las actualizaciones dependerán de los cambios que se hagan en el aplicativo Web. Estos pueden ser:

- **Actualización de listas negras:** Cada vez que se suben a la Base de datos los números de tarjetas destinados para bloquear, se debe enviar mediante una difusión la lista de números de tarjetas destinadas al bloqueo. Esta lista se llama lista negra y con la difusión grabamos esa información en los equipos terminales para que bloqueen la tarjeta de pasajero perteneciente a la lista negra, usando la tecnología RFID.
- **Actualización de usuario:** Cada vez que se ingresa un nuevo trabajador para el Área de boletería, área técnica y área de atención al cliente; este tiene que ser ingresado en el sistema para que puedan registrarlo en los equipos terminales. En caso de los equipos de carga y venta, el técnico debe registrarse para poder acceder a la interface de mantenimiento de los mismos, en caso de atención al cliente, el trabajador necesita registrarse para poder ingresar a la computadora de mantenimiento, la cual dependiendo de los permisos que se le den, pueda extraer reportes de usuarios, transacciones, usos de equipos terminales, entre otros. En caso de los boleteros, estos necesitan registrarse para poder iniciar sus labores de boletería y abrir caja.
- **Actualización de parámetros de operación:** Son los parámetros que hacen referencia a la cantidad a debitar en los pasajes, la cantidad máxima de dinero que debe tener un cofre para considerarse lleno, la cantidad mínima de monedas que debe tener los carruseles para que puedan dar vuelto, entre otros. Uno de los parámetros de operación es el anti *pass-back*, este procedimiento consiste en indicar al torniquete la cantidad de minutos que debe esperar para permitir el pase de la misma

tarjeta, este parámetro se usa en las tarjetas de medio pasaje para evitar que dos personas pasen seguidas.

- **Actualización de software:** Esta actualización se usa cuando se desarrolla una nueva versión de software para cualquier equipo terminal, esta mejora se descarga desde un dispositivo de almacenamiento externo al aplicativo Web para posteriormente, enviarlo a todos los equipos mediante un proceso de difusión.

Con respecto al control de la funcionalidad, tenemos los siguientes comandos:

- **Puesta de fuera de servicio:** En caso de que un equipo presente alguna alarma de urgencia se puede enviar al equipo fuera de servicio, para que no genere problema a los usuarios.
- **Servicios de torniquetes:** Con este comando se puede ordenar al torniquete que se comporte como solo entrada, o solo salida o ambos parámetros.
- **Reinicio o apagado:** En algunas ocasiones, los equipos terminales presentan problemas de funcionamiento debido a la carga de trabajo que sufre el mismo. Estos problemas se pueden ver reflejados en la lentitud del sistema del equipo terminal, que en la mayoría de veces se produce por el desarrollo de temporales. Estos son borrados cuando se manda a reiniciar el equipo. Con respecto al apagado, este se usa previo al mantenimiento o cuando es solicitado por el agente de estación.
- **Habilitación o deshabilitación de componentes:** En este caso, se puede indicar al equipo terminal que deje fuera de operación algunas funciones temporalmente. Por ejemplo, en el TVM se puede indicar que inhabilite el validador de billetes y solo trabaje con monedas, esto suele usarse

cuando un componente empieza a tener problemas y para evitar que el usuario use dicho componente se saca fuera de operación hasta que llegue el operario de Telecomunicaciones y le otorgue el mantenimiento correctivo.

d) Desarrollo y gestión de reportes

Una de las funciones más usadas del servidor Web es la del desarrollo de reportes. El servidor de aplicaciones se encarga de tomar la información desde el servidor de Base de datos, procesarla y desarrollar un reporte de formato PDF o Excel el cual será enviado al servidor Web, este presentará el documento en la computadora de monitoreo de donde se hizo la solicitud. Estos reportes pueden ser de transacciones de tarjetas, de equipos terminales, de recaudación, fallas en TVM, atención de operadores de Telecomunicaciones, listas negras, entre otros. El asistente del SIO gestiona qué tipo de usuarios tienen acceso a estos reportes, en el caso de los usuarios del Área de Recaudación solo tienen acceso a reportes de transacciones de tarjetas, equipos terminales, recaudación y fallas; en el caso de los usuarios de atención al cliente, solo tienen acceso a los reportes de tarjeta, fallos. Todos los reportes son de carácter confidencial, estos no pueden ser expuestos fuera de la Línea 1 del Metro de Lima.

1.2.1.4 Asignaciones del Asistente del SIO con respecto a los equipos terminales

Como se puede ver en la Figura 12, existen cuatro (04) tipos de equipos terminales en el Sistema de Control de pasajeros. Estos son el TVM, el Torniquete, el Concentrador y el POS el cual sería reemplazado por la MET después de la migración.

a) Equipo Terminal POS

El POS se considera como un equipo semiautomático de carga y asignación de contratos, debido a que necesita de un intermediario, que para el caso es el boletero quien podrá realizar dichas transacciones. El POS tiene la capacidad de hacer una carga de saldo a una tarjeta, una venta de una tarjeta nueva, una asignación de contrato, una extensión de tiempo de contrato.

Con respecto al asistente del SIO, este tiene que velar por su correcta operatividad. Los problemas asociados a este equipo son la saturación del puerto, el cual se soluciona reiniciando el equipo mediante el operario de Telecomunicaciones, una carga excesiva de memoria que provoque una corrupción del software asociado al equipo o que el mismo pierda la capacidad de comunicarse con el concentrador y/o el servidor de aplicaciones.

El uno de agosto se suscitó un problema en la Línea 1 del Metro de Lima relacionado con estos equipos. Debido a una actualización masiva de equipos POS, estos se saturaron y se pusieron fuera de operación provocando que la Línea 1 del Metro de Lima pierda toda la atención por boleterías. El proveedor que desarrolló este sistema vio por conveniente, que el mantenimiento de memoria debía hacerse de forma manual por equipo.

Para solucionar este problema sin precedentes, se desarrolló un procedimiento de limpieza de memoria.

El POS cuenta con una memoria RAM de 1 Mb y una memoria flash de 5 Mb, en la memoria flash se graba el programa de control, el que pesa, aproximadamente 2 Mb y para las transacciones se utiliza el espacio sobrante hasta su saturación (3 Mb de la memoria flash).

Para poder realizar la limpieza de memoria del POS, se procede a conectar una computadora con el programa de limpieza diseñado por el proveedor, usando el puerto de consola del equipo, que se aprecia en la Figura 13.

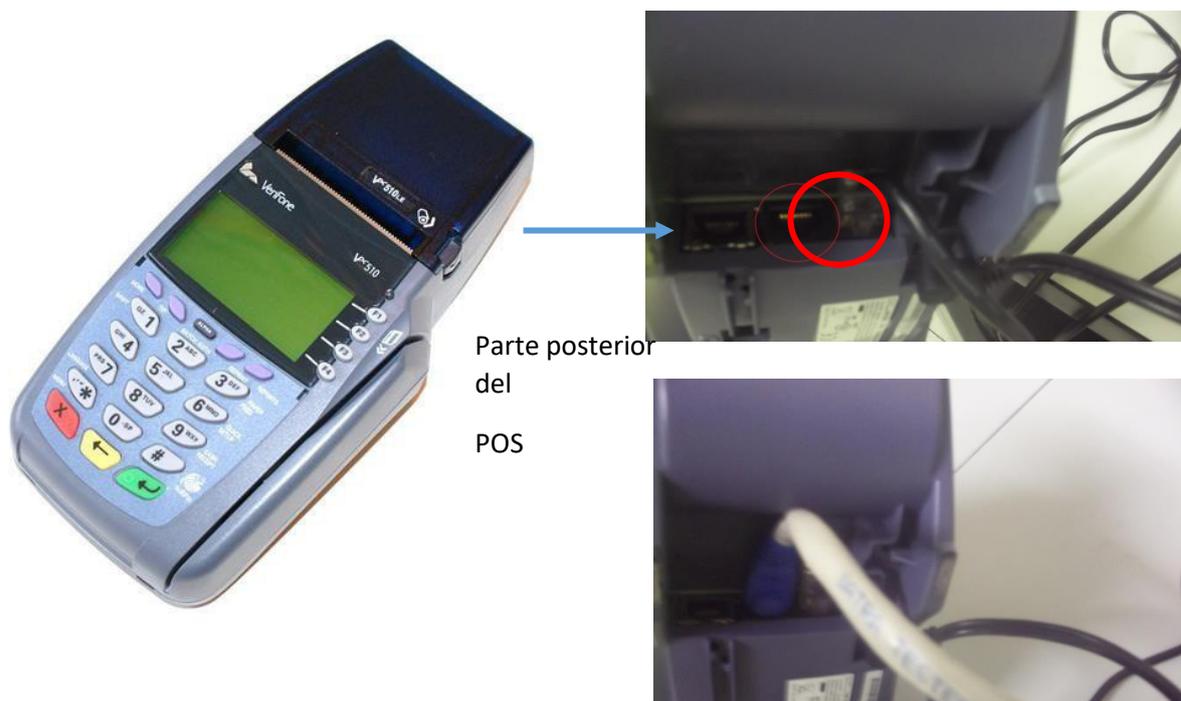


Figura 13: Puerto de consola para computadora

Fuente: Verifone

Desde una computadora conectada al sistema, se accede al estado de memoria del POS, desde aquí, poder ingresar al menú técnico mediante una contraseña, que es confidencial, en el menú técnico, debemos de ingresar a la opción MEMORY FUNCTION la cual se puede apreciar en la Figura 14.

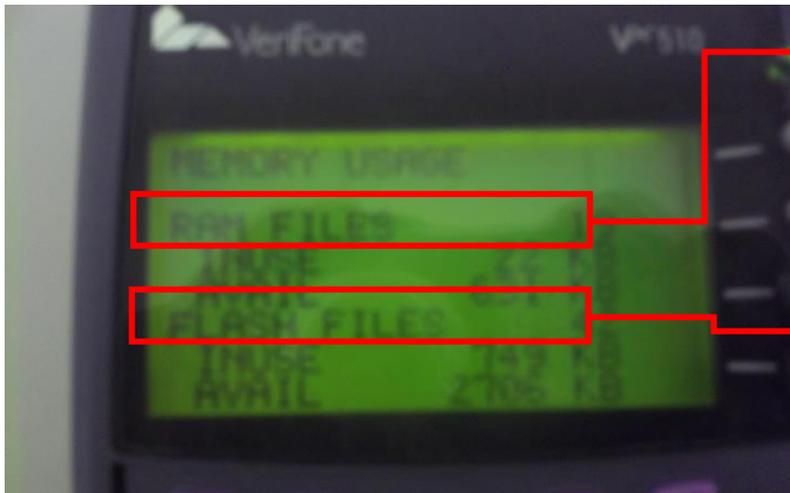
Al ingresar a esta opción, el POS nos mostró los dos (02) tipos de memoria, tanto la RAM como la FLASH, pero solo la parte del espacio que podemos manipular, dicho espacio es 1 Mb de RAM y 3 Mb de flash. Esto se puede apreciar en la Figura 15.



Con la opción MEMORY FUNCTION podemos ver el estado de memoria.

Figura 14: Ingreso para poder ver el estado de la memoria

Fuente: Verifone



Memoria RAM total 1 Mb. Memoria RAM disponible 631 Kb.

Memoria flash total 4 Mb. Memoria flash disponible 2706 Kb.

Figura 15: Estado de memoria RAM y flash

Fuente: Verifone

En el caso de que la memoria disponible sea menor a 900 Kb, debe hacerse la limpieza de memoria. Para esto, se ingresa a la opción DOWNLOAD del menú técnico como se ve en la Figura 16, luego se ingresa al tipo de puerto que comunicó el POS con la computadora, este es el COM1. Este procedimiento se puede apreciar en la Figura 17.

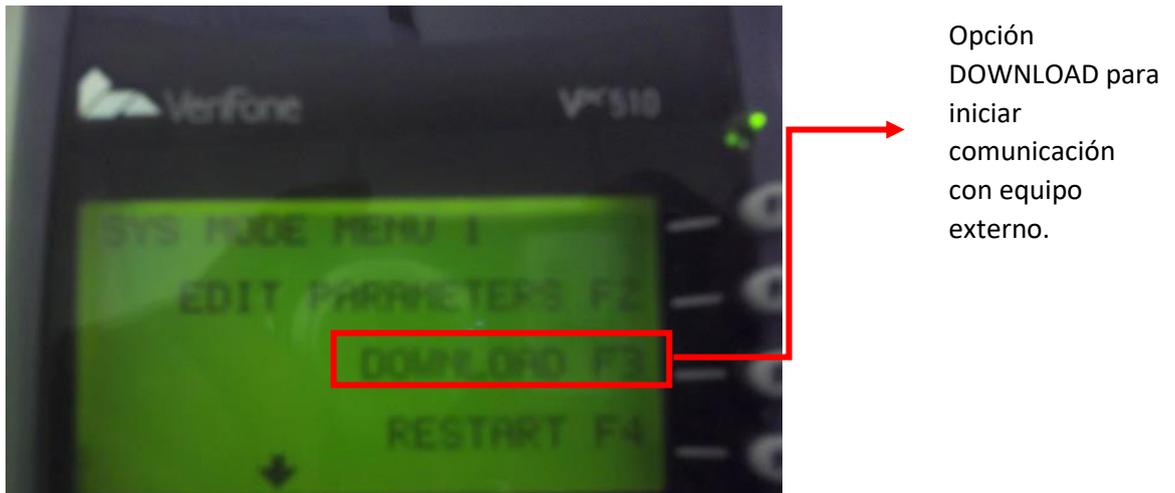


Figura 16: Procedimiento para iniciar comunicación con equipo externo

Fuente: Verifone

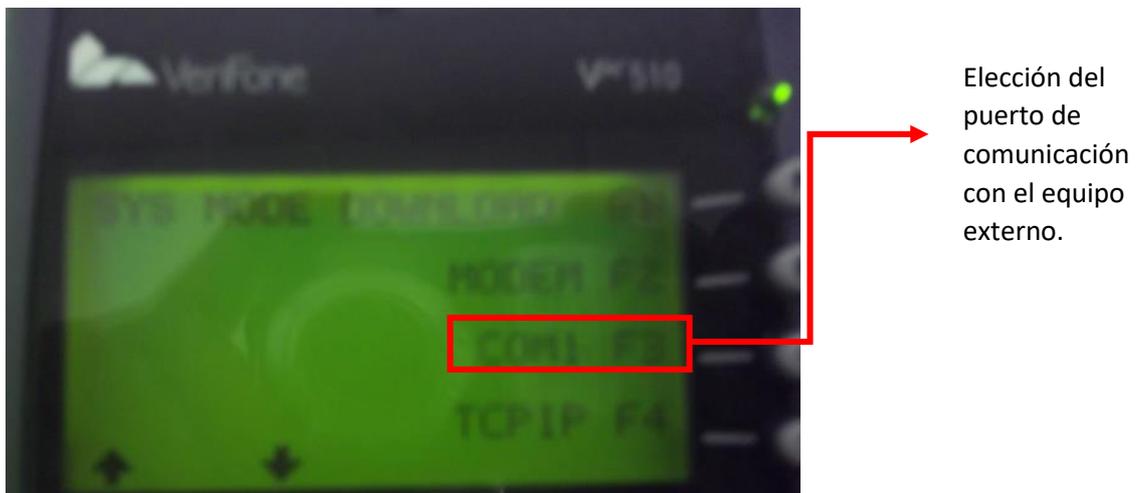


Figura 17: Elección del puerto de comunicación COM 1

Fuente: Verifone

El puerto COM (siglas de *Communication*) es llamado como tal, debido a que puede comunicarse como RS-485, RS-232 y conectarse por puerto serial a la computadora. Esta comunicación tiene este nombre debido a que

la recepción de la información es en serie y tiene otra línea en paralelo para la transmisión. En la Figura 18, puede apreciarse como el puerto del POS se ajusta a un puerto serial de computadora.

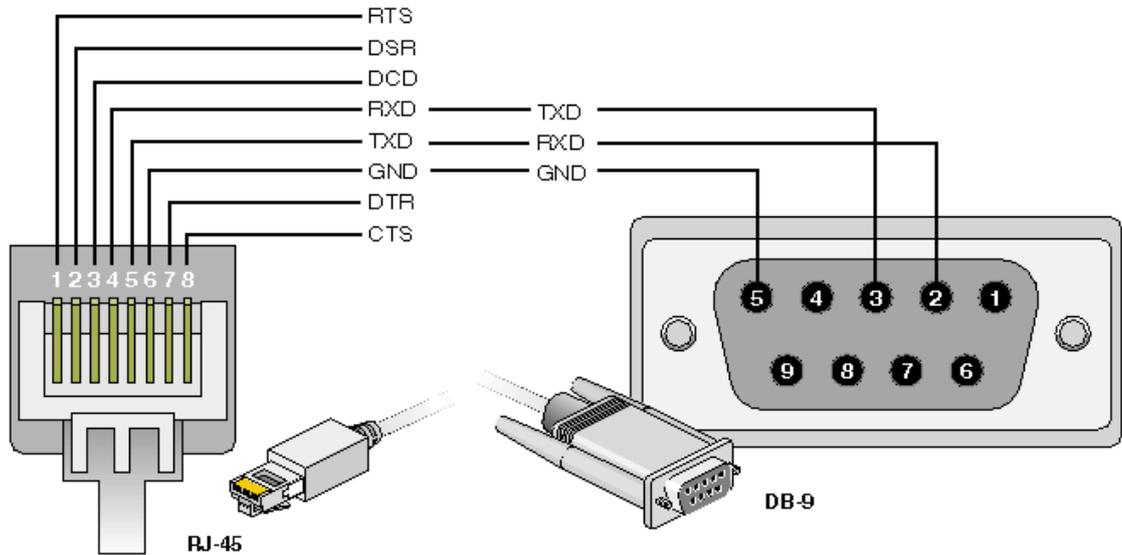


Figura 18: Conexión entre un puerto RJ45 y un puerto serial [18]

Fuente: Internet

Seleccionado el puerto, se ingresa al programa “*Download-debug*”, de esta forma podemos ingresar a una ventana tipo DOS. En esta ventana, se ingresa el comando “ls f:” como se muestra en la Figura 19 para mostrar los archivos de la memoria flash del POS.

```
C:\Users\tecnico\Desktop\Software de Operaciones - SIO\1. POS\Herramientas\dbmon
>vrxdb.exe -pl -b115200
> ls f:_
```

```
10/12/2012 13:20:54 -g-- 1188 15/B2012101213082800000016.BIN
10/12/2012 13:20:54 -g-- 440 15/B2012101213082800000016.IDX
> del f:15/B2012100518462000000007.BIN
```

Figura 19: Programa interface para comunicarse con la memoria flash

Fuente: Siemens

De los archivos siempre se elige borrar los más antiguos a través del comando “del f: Nombre del archivo con extensión BIN”, luego se borra el mismo, pero con extensión IDX.

El archivo BIN o binario es un archivo informático que contiene información codificada en estado binario, dicho archivo solo puede ser abierto por un aplicativo o un programa de montaje, como el que se encuentra en el POS.

El archivo con extensión IDX es un archivo tipo índice y sirve para ubicar la información con las transacciones codificada en el archivo con extensión BIN.

Después de liberar la memoria borrando este tipo de archivos se cierra el programa y se hace correr el programa “REHACER” para que el POS vuelva al estado de menú técnico. Luego se insertan sus parámetros con los que el POS empezó a trabajar. En un editor de texto, se especifica la dirección IP del servidor, que es el destino final de las transacciones del POS, nombre con el que se identificó este equipo, el puerto de la capa de transporte que corresponde al puerto http el cual es el 8080, el número de plaza que otorga referencia a la tabla de la Base de Datos en donde se guardaron los datos, el número de estación que representa la columna de la tabla donde se guardan los datos, dirección IP y máscara de sub-red. En la Figura 20, puede apreciarse dicha elección de parámetros.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8?">
<PosConfig>
  <wshost>10.10.0.12</wshost>
  <bouser>POSVillaMaria</bouser>
  <bopass>L1m42k11</bopass>
  <wsport>8080</wsport>
  <companyId>1</companyId>
  <placeId>1098</placeId>
  <stationId>388</stationId>
  <trxsNum>5</trxsNum>
  <trxsTime>120</trxsTime>
  <ipAddress>10.10.4.15</ipAddress>
  <ipSubnetMask>255.255.0.0</ipSubnetMask>
</PosConfig>

```

Dirección IP del Servidor
 Nombre del POS ante el servidor
 Número de plaza donde el POS va a registrar sus transacciones, en este caso el número 1098 hace referencia a la plaza de devoluciones.
 Hace referencia a la estación donde se encuentra el POS, en este caso esta es una estación especial, para lo que es devoluciones.
 Dirección IP del equipos
 Mascara de sub-red del equipos

Figura 20: Selección de parámetros de POS

Fuente: Siemens

Para finalizar, se hace correr el programa “*Download*” y se deja listo para producción.

b) Equipo terminal TVM

La TVM se considera como un equipo automático de carga y venta de tarjetas, debido a que no necesita de ningún intermediario. El TVM es un equipo con la arquitectura de una computadora convencional, tiene una *mainboard* que maneja la tarjeta *coinsystem* la cual gestiona los componentes que tienen contacto directo con el dinero. La *mainboard* también cuenta con dos (02) tarjetas de red, de las cuales solo se usa una. Dicha tarjeta está conectada directamente al concentrador y al servidor de aplicaciones, este enlace de comunicación tiene como función transmitir las transacciones que se realicen en la TVM. A diferencia del POS, la TVM envía todo el tiempo sus transacciones al servidor de aplicaciones, en cambio el POS solo cuando se hacen cierres de caja. Dichas transacciones también se guardan internamente en el almacenamiento de la TVM en un directorio denominado historial.

La TVM tiene como sistema operativo el Windows XP donde está instalado el aplicativo que hace de interface con el usuario, dicho software se activa,

automáticamente, cada vez que se enciende el equipo. Dicho aplicativo se puede apreciar en la Figura 21.

El asistente del SIO tiene como función velar que el equipo siempre se encuentre operativo durante las 24 horas, en caso de detectarse cualquier alarma en la computadora de monitoreo relacionado con este equipo, que generalmente son los componentes que gestionan la tarjeta *coinsystem*. El asistente SIO tiene que comunicarse de inmediato con el operario de Telecomunicaciones para que intervenga el equipo.

El mantenimiento preventivo que el Asistente SIO le debe dar al TVM, es liberar el sistema de archivos temporales, limpiar los archivos más antiguos del historial. El TVM tiene un disco duro sólido de ocho (08) Gb donde está instalado el sistema operativo y los software de aplicación los cuales llenan el espacio restante con archivos temporales e historiales de eventos; por esta razón se realiza este mantenimiento para evitar que el TVM gaste todo su espacio. En caso de que el aplicativo esté corrupto, se graba en la TVM un archivo imagen que se tiene almacenado en la oficina del SIO. Este archivo se graba al TVM con el programa *Acrónics True Image*, se efectúan las configuraciones de IP y nombre del equipo, y el servidor de aplicaciones se encargó de grabar el estado actual de los usuarios de la Línea 1, los cuales están en el servidor de Base de Datos.

Una de las razones que hacen que el sistema se corrompa es una baja de tensión sin programar y el equipo se apaga intempestivamente, sin que el aplicativo guarde sus operaciones pendientes, esto provoca que una vez encendido el TVM, este no reconozca algunos componentes de la *coinsystem* o que el aplicativo esté muy lento, y pierda transacciones o que se congele constantemente.

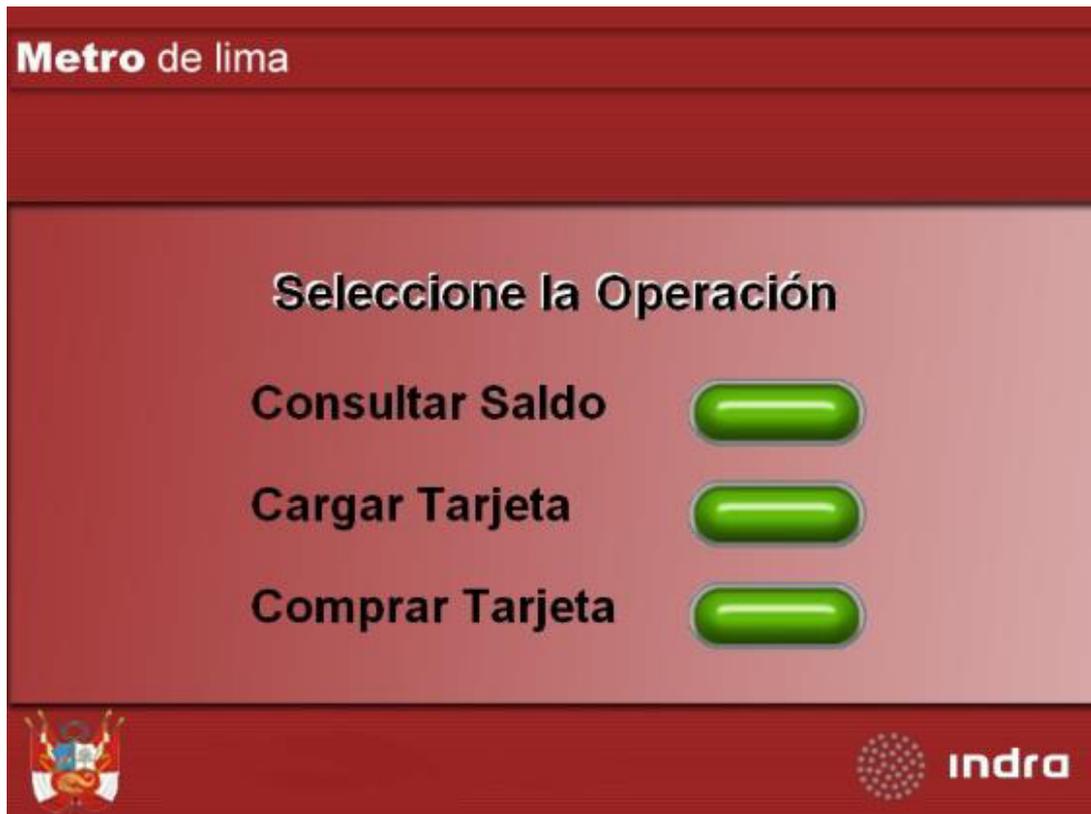


Figura 21: Interfaz del TVM

Fuente: Internet

c) Equipo Terminal Torniquete

El equipo torniquete tiene la función de hacer el débito de la tarjeta del usuario y permitir el paso del mismo o negárselo, en el caso que la tarjeta no tenga el monto requerido. Dicho equipo cuenta con dos tarjetas principales, la que las pueden apreciar de la Figura 4, estas son la tarjeta validadora y la tarjeta de control. La tarjeta validadora es la encargada de almacenar las transacciones y archivos de actualización, se encarga de hacer el descuento del pasaje y darle la orden a la tarjeta de control de permitir el giro del brazo del torniquete.

La tarjeta validadora es la que tiene instalado el software que permite hacer todas estas tareas, también le permite comunicarse con el concentrador para recibir los archivos de actualización y enviar las transacciones. La tarjeta de control es la encargada de controlar el giro del brazo del torniquete y

controlar los semáforos del mismo. Esta tarjeta está conectada directamente con la tarjeta validadora y es la que confirma si se hace el descuento del pasaje cuando habilite el giro del brazo. El torniquete también tiene dos tarjetas secundarias, la tarjeta de *display* que muestra al usuario el saldo que se consume o los diferentes mensajes que indica si esta fuera de operación o en mantenimiento y la otra aquella es la tarjeta antena la cual se comunica con la tarjeta del pasajero usando la tecnología RFID.

El subsistema de torniquetes también migró en el año 2013, en dicha migración se le permitió a este sub sistema, de realizar un descuento en el pasaje en relación con el número de estaciones recorridas.

El asistente del SIO tiene la responsabilidad de velar por la comunicación de estos equipos, este subsistema es el más crítico ya que la información transmitida se usa para movilizar la afluencia diaria de usuarios.

Los incidentes que pueden producirse en este equipo, es perder la conectividad por saturación en la tarjeta para solucionar este problema se avisa al operador de Telecomunicaciones que reinicie el equipo, otro incidente puede ser un archivo de actualización corrupto en el sistema del torniquete, esto hace que el torniquete no envíe sus usos y los almacene en su memoria interna. Este se soluciona sacando del servicio al torniquete y con la Laptop de programación se dirigen a donde está situado el torniquete y se reinstala el software sin borrar la memoria donde están las transacciones que no se transfirieron. Luego de instalar el software se configura el equipo para que pueda ser reconocido por el concentrador, recibir sus actualizaciones y estar operativo.

d) Equipo terminal concentrador

El equipo Concentrador tiene dos (02) funciones, una es mostrar el estado de los equipos al agente de estación y la otra es gestionar la información de los torniquetes. El concentrador es una computadora industrial con Linux Centos como sistema operativo.

El equipo concentrador se comunica directamente con el servidor de aplicaciones y es el intermediario entre los torniquetes y el servidor. Si el concentrador deja de funcionar, los torniquetes pierden conectividad y empiezan a guardar sus transacciones, en la memoria interna, hasta recuperar su comunicación con el concentrador.

El equipo concentrador también tiene la capacidad de recibir las actualizaciones desde el servidor de aplicaciones y transferir los mismos a los torniquetes. El concentrador instala los paquetes, específicamente, al torniquete seleccionado por el Asistente del SIO, quien es el encargado de realizar la discriminación en la transferencia de archivos en el concentrador.

La responsabilidad del asistente del SIO es la de velar por la comunicación continua del concentrador, los incidentes generados por este equipo son la pérdida de comunicación con los torniquetes, se debe, a que en algunas ocasiones, el sistema operativo se congela, por la gran cantidad de archivos temporales generados, debido a que el equipo está en trabajo constante durante las 24 horas del día, los siete (07) días de la semana. Para solucionar este problema, se accede al terminal remoto del concentrador desde la computadora de monitoreo y se hace un reinicio para que el equipo borre los archivos temporales.

El asistente del SIO también tiene la responsabilidad de realizar el mantenimiento físico del Concentrador, desmontando el equipo y liberando

del polvo y la humedad, a la *mainboard* y al disco duro. También se encarga del mantenimiento, a nivel software, borrando los archivos temporales y los historiales antiguos. En el caso de que el sistema operativo se corrompa, debe efectuarse la copia de imagen del equipo usando el programa *Acronics True Image* y posteriormente, efectuar las configuraciones de IP y nombre del equipo para que el servidor de aplicaciones pueda enviar los archivos de actualización y pueda estar operativo.

1.2.1.5 Referencias académicas y logros en el puesto de asistente del SIO con respecto a los equipos terminales

Como se indicó al inicio del capítulo, se me asignó como Asistente del SIO por mis conocimientos en “Arquitectura de Redes” y “Conmutación Digital”.

Ambos cursos me brindaron el conocimiento para poder solucionar la naturaleza de un problema de conectividad y facilitar la toma de decisiones.

a) Identificación del problema

Es importante tener una referencia clara, ante un problema de conectividad, gracias a cursos de “Conmutación Digital” se puede identificar en qué nivel del modelo OSI se encuentra el problema. En el sistema de control de pasajeros, se manejan aplicativos que ayudan a solucionar problemas, desde el nivel de aplicación. En el día a día, surgen problemas en los equipos del sistema SCP que se pueden y deben solucionarse desde comandos que tienen los aplicativos de la Línea 1. En el caso de problemas de conectividad, estos en su mayoría, se generan en el nivel de Enlace de Datos. En estos casos, se debe identificar en donde se corta la transmisión de tramas, la referencia teórica del curso de “Conmutación Digital” y las

guías fueron de gran utilidad para localizar los problemas, usando las herramientas de consulta de los switches enseñados en dicho curso.

b) Toma de decisiones para la solución de problemas

Identificados los problemas, se decide qué tipo de decisión tomar para solucionar los mismos, valiéndose de los conocimientos adquiridos en los dos (02) cursos mencionados, se pueden ejecutar procedimientos rápidos para salir de los apuros generados como realizar una programación de emergencia para usar puertos de reserva en switches hasta que se reponga el que se malogró o habilitar un canal de comunicación en un tiempo determinado para realizar la descarga de información de los equipos POS.

c) Logros obtenidos

Uno de los logros más importantes es el conocimiento obtenido gracias a la experiencia ganada en la solución de problemas del día a día. Al ingresar como asistente del SIO se me asignó el cuidado de un sistema de equipos terminales unidos por una red. Dicha red está formada por una serie de protocolos que han sido vistos en la Universidad que al saber de su comportamiento se puede llegar a soluciones que resuelvan el problema en el menor tiempo posible. Gracias al buen desempeño en esta área se me fue asignando más responsabilidades siendo uno de estos mantener la integridad de la Base de Datos.

El conocimiento obtenido me sirvió como un elemento más valioso para la empresa y gracias al criterio demostrado se me proporcionó mayor capacitación asistiendo a cursos de Sistemas de Fibra Óptica, Arquitectura de Data Center y Servidores.

1.2.2 Descripción y funciones del Asistente del SIO con respecto al Anillo de Fibra Óptica y Networking

La tecnología que gobierna al anillo de fibra óptica es la de OTN *System*. Esta tecnología es la encargada de poder administrar los filamentos de Fibra Óptica.

OTN (siglas de *Open Transmisión Network*), Red de Transmisión Abierta.

- Abierta: Plataforma multiservicio para voz, audio, data, Ethernet, video.
- Transmisión: Transporte de información de manera digital, transparente y segura.
- Red: Red que usa como medio la Fibra Óptica.

Como se puede apreciar en la Figura 22, el anillo de Fibra Óptica está seccionado por nodos. Estos nodos serán los que lleven por dentro las tarjetas que adoptaran las distintas tecnologías a transmitir. El nodo será el responsable de asimilar las distintas tecnologías y enviarlo por un solo canal a través del anillo de Fibra Óptica.

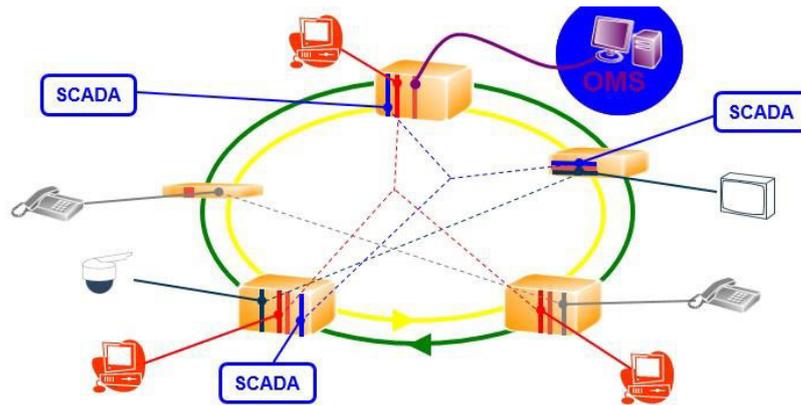


Figura 22: Topología de Anillo y Estrella [19]

Fuente: Internet

1.2.2.1 Ventajas del Sistema OTN Systems

El sistema OTN tiene múltiples ventajas, una de ellas es la proveer un ancho de banda único por el tipo de tecnología que se va a transmitir. Gracias a este tipo de tecnología se tienen las siguientes ventajas:

- Múltiples interfaces
- Largas distancias entre nodos
- Ancho de banda disponible y programables

El asistente del SIO debe tener perfecto conocimiento del sistema OTN, debido a que este equipo es el que se encarga de gestionar las transacciones por el anillo de fibra óptica.

1.2.2.2 Equipos que conforman el Sistema OTN

a) Nodo N42C

La Línea 1 del Metro de Lima trabaja con distintos sistemas operativos y la transmisión de información entre dichos sistemas es también distinta.

Para los Sistemas de Control de Pasajeros, Telefonía IP, Sistema CCTV y SCADA la comunicación es Ethernet.

Para los sistemas de Telefonía de emergencia, la comunicación es analógica de dos (02) hilos.

El Nodo N42C puede converger con todos estos tipos de tecnologías de comunicación, los que se envían por un solo canal de fibra óptica. En la Figura 23, puede apreciarse al Nodo N42C que es el modelo que se tiene en la Línea 1 del metro de Lima. Este modelo tiene la característica de incluir una bandeja extraíble de ventiladores integrada. La bandeja de ventiladores tiene tres (03) potentes ventiladores axiales para optimizar la circulación de aire por el nodo.

En la tabla 1, se muestran las tarjetas y tipos de tarjetas que pueden ser instalados en el Nodo N42C.

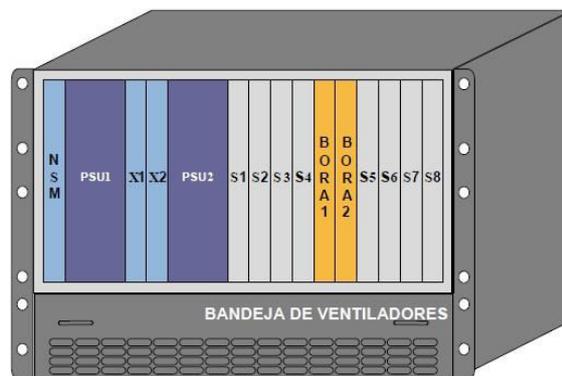


Figura 23: Nodo N42C [1]

Fuente: Manual OTN System

Tabla 1: Significado de abreviaturas

Posición de la tarjeta	Nombre de la Tarjeta
NSM	Módulo de soporte de red (NSM)
PS1	Alimentación de corriente 1
X1, X2	Ranuras adicionales
PS2	Alimentación de corriente 2
S1, S2, S3 y S4	Tarjetas Interfaces
Bora 1 y Bora 2	Tarjeta de red
S5, S6, S7 y S8	Tarjetas Interfaces

Elaboración: El autor

b) Módulo de soporte de red (NSM)

El módulo de soporte del nodo forma parte de cada nodo N42C y se encarga de la supervisión y el control. El NSM se conecta a la *backplane* del nodo y se comunica con las tarjetas de red, las de interface, la bandeja de ventiladores y los módulos de alimentación. El módulo tiene las siguientes funciones:

- Indica si la tarjeta de red está activa.
- Indica si la temperatura del nodo está dentro o fuera del rango admisible.
- Detección de la rotación y accionamiento de los ventiladores de refrigeración del nodo (controlados por la tarjeta de red). Indica el correcto o incorrecto funcionamiento de cada ventilador.
- Tiene un botón de ensayo para comprobar el funcionamiento de los ventiladores de refrigeración, la de los LED del NSM o para desactivar el bus de estado y control por motivos de mantenimiento.

Asimismo, mediante interruptores DIP el NSM permite establecer la versión de su módulo y los números de nodo y anillo. El NSM controla que interface o ranuras de extensión están libres y si los módulos de alimentación están en orden. El NSM proporciona la tensión de suministro de conexión

Se dispone de dos (02) alimentaciones de corriente diferentes:

- Versión de alta tensión para 100 a 240 V c.c.
- Versión de baja tensión para 18 a 60 V c.c.

La Figura 24 nos muestra los paneles delanteros de las fuentes de alimentación sobre los que se encienden los LED verdes cuando hay alta tensión a la entrada (V_{in}). Al encender la alimentación de corriente, se encienden los LED de las tres (03) tensiones de salida +5 V, +12V y -12V. Si un LED verde no se enciende, la salida correspondiente está averiada.

La alimentación de la versión de alta tensión se conecta al panel delantero mediante un enchufe de corriente de red normal con conexión a tierra.

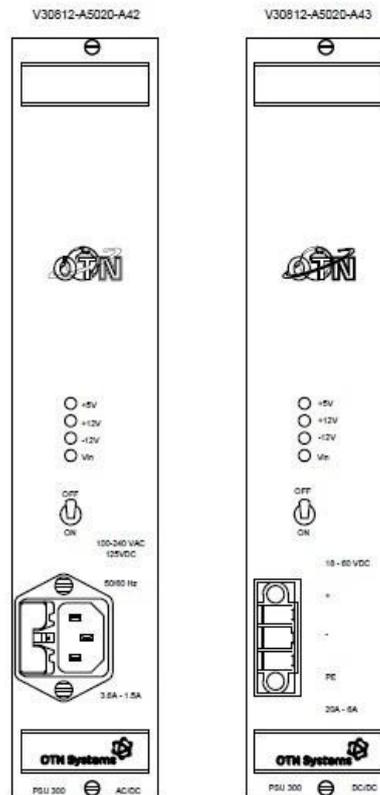


Figura 24: Tipos de fuente de alimentación [1]

Fuente: Manual OTN System

d) Tarjeta de red BORA10G-X3M-ETX

El modelo que se usa en la Línea 1 del Metro de Lima es la BORA10G-X3M-ETX, es la encargada de conectarse a todas las tarjetas de interface, mediante el *backplane*, convierte la señal eléctrica en señal para la Fibra Óptica y transmite o recibe información por el anillo; se puede apreciar en la Figura 25.

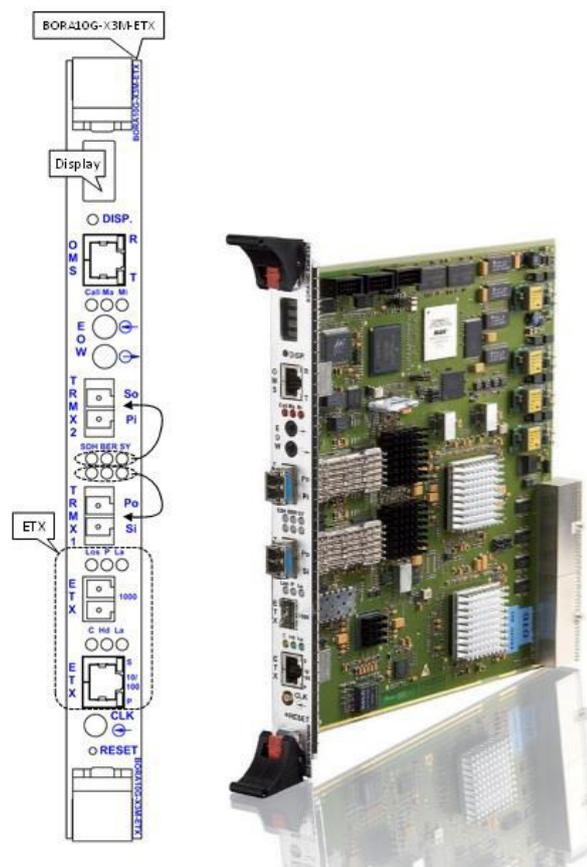


Figura 25: Tarjeta de red BORA10G-X3M-ETX [2]

Fuente: Manual OTN System

La tarjeta de red controla las comunicaciones entre las diferentes tarjetas de interface y el anillo óptico y proporciona la interface al sistema OMS, o sistema de gestión de la OTN, que se controla desde la computadora de monitoreo de la OTN, este tema se va a detallar más adelante.

En el nodo N42C, están instaladas dos (02) tarjetas Bora, una de ellas en modo de parada activa y la otra para actuar en caso de contingencia. Los circuitos dedicados de las dos (02) tarjetas de red se comunican entre sí a través de señales de red activa, también conocida como *heartbeat* donde una analiza la funcionabilidad de la otra, si la tarjeta secundaria no detecta la primaria, entonces esta toma la posta para volverse primaria y advertir mediante una alarma la falta de funcionabilidad de la tarjeta; en el caso que la primaria no detecte la secundaria, el *heartbeat* de la primaria envía la alarma para que pueda ser revisada desde la OMS y se pueda tomar acción, en la Figura 26 se expone el *heartbeat*.

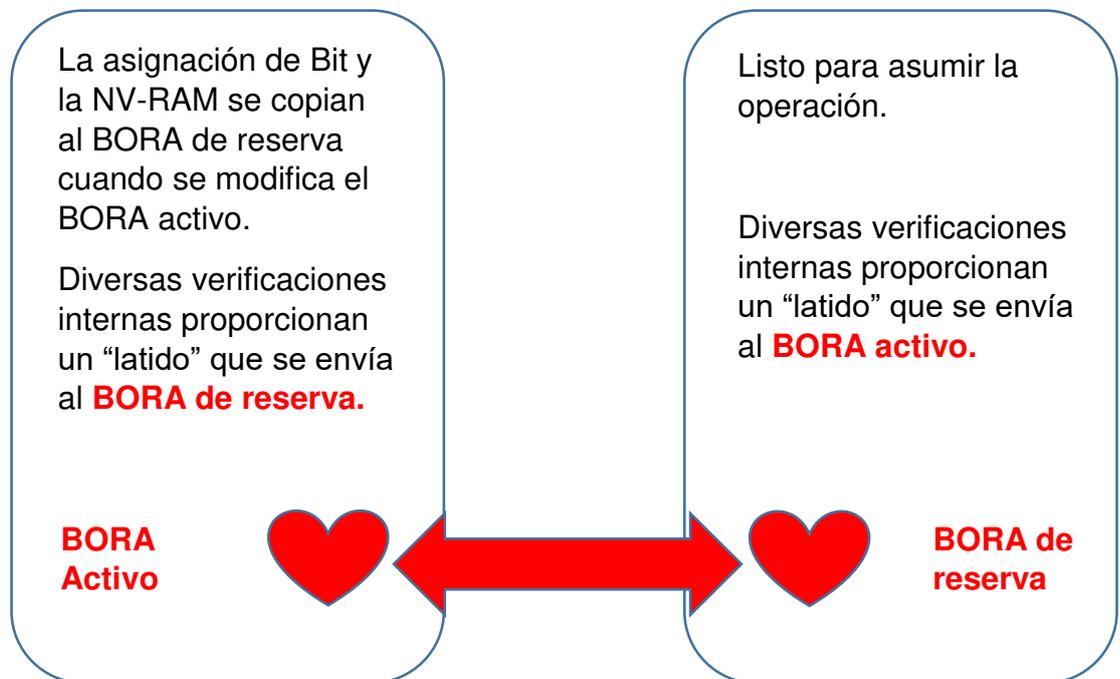


Figura 26: Señal de *Heartbeat*

Elaboración: El autor

Las conexiones de lectura y escritura de datos entre las tarjetas de interface y la tarjeta de red siguen una topología estrella, lo cual permite una transferencia de datos simultánea a máxima velocidad entre las tarjetas de

interface y la tarjeta de red, sin que se produzcan interferencias entre las distintas tarjetas de interfaz.

El BORA10G-X3M-ETX permite conseguir una velocidad de transmisión de anillo de 9952 Mbps. La tarjeta de red puede extraer hasta 6,288 Gbps del anillo óptico.

La tarjeta de red también puede operar como interface con el sistema OMS. Un anillo de Ethernet de 10 Mbps integrado, con comunicación sobre IP, interconecta el sistema OMS con todas las tarjetas de red de la red OTN-X3M.

Inicialmente, se solicita al OMS para configurar la red OTN y sus componentes individuales y para establecer las conexiones de datos. Posteriormente se descargan las configuraciones de red en la tarjeta de red y finalmente la red puede operar de manera completamente autónoma. No obstante, es preferible mantener en línea el OMS para poder supervisar el estado de la red y de los procesos, así como los cambios de eventos. Se incluye un puerto de Ethernet en el panel delantero de cada tarjeta de red para conectarla a un terminal de gestión portátil y poder realizar tareas de mantenimiento locales.

Los módulos transductores ópticos (TRM) convierten la señal óptica del anillo de OTN en la correspondiente señal eléctrica y viceversa. El BORA 10G-X3M-ETX está equipado con dos (02) TRMS, que son XFP (enchufables de factor de forma pequeña) y de 10 Gigabit que se pueden conectar en funcionamiento.

La tarjeta BORA 10G-X3M-ETX también tiene una interface de Ethernet de 1000 Mbps que permite conexiones Gigabit Ethernet sobre la red OTN. El servicio completo de Ethernet sobre la red podría ser de 9.3 Gbps. Esta

interface de 1000 Mbps puede funcionar tanto eléctrica como ópticamente a través de los módulos SFP.

Además del puerto de 1000 Mbps, esta tarjeta incorpora un puerto fijo de Ethernet RJ45 10/100 Mbps. Los puertos de 1000 Mbps y 10/100 Mbps se pueden utilizar simultáneamente.

La tarjeta de red gestiona el anillo óptico, llevando a cabo las siguientes tareas:

- Generación de trama (en el nodo maestro).
- Arranque y sincronización de ambos anillos.
- Determinación del nodo maestro.
- Reconfiguración del nodo en situaciones de error.
- Transmisión de indicaciones de error a nodos vecinos.
- Autocomprobaciones extensivas.
- Activaciones de alarma principal y secundaria.

e) Tarjetas Interface

Todos los periféricos se conectan a la Red de Transporte Abierta mediante tarjetas de interface, se dispone de tarjetas de interface adecuadas para una amplia gama de aplicaciones de datos, voz, transmisión de vídeo y LAN.

El nodo N42C ofrece posiciones y montajes universales para un máximo de ocho (08) tarjetas de interface. En el mismo nodo se puede utilizar conjuntamente tarjetas de interface da alta y de baja velocidad.

La comunicación del sistema entre la interface y la tarjeta de red se realiza a través del bus de estado y control.

El intercambio de datos de usuario entre las tarjetas de interface y el anillo de Fibra Óptica se realiza a través de un *multiplexor/demultiplexor add-drop* (ADM, de inserción-extracción), al que se conectan las tarjetas de interface mediante una topología estrella.

f) Tarjetas Interface 12LVOI-T/-P

La función de este tipo de tarjeta de interface es la de consolidar la comunicación de servicio de telefonía analógica usando el anillo de Fibra Óptica.

Se necesitan dos (02) tipos de tarjetas de interface diferentes para estas conexiones entre una central y sus estaciones de Telefonía Analógica, en la Figura 27 puede apreciarse un ejemplo de cómo se interconectan las tarjetas.

- 12LVOI-P (Tarjeta de interface en la central): Esta tarjeta ofrece la interface entre la central y la red de transporte abierta (OTN). Cada tarjeta proporciona doce (12) conexiones (circuitos) de dos (02) hilos a través del conector *Champ* apantallado de cincuenta (50) pines del panel frontal. La central ve a cada conexión de la tarjeta como una estación.
- 12LVOI-T (Tarjeta de interface en la estación de telefonía): Esta tarjeta ofrece la interface entre las estaciones de telefonía y la red de transporte abierta (OTN). Las estaciones identifican a cada conexión de la tarjeta de interface como un circuito de línea de la central. Cada tarjeta proporciona doce (12) conexiones (circuitos) de dos (02) hilos para las estaciones con señalización de impulso o frecuencia a través del conector *Champ* apantallado de 50 pines del panel frontal.

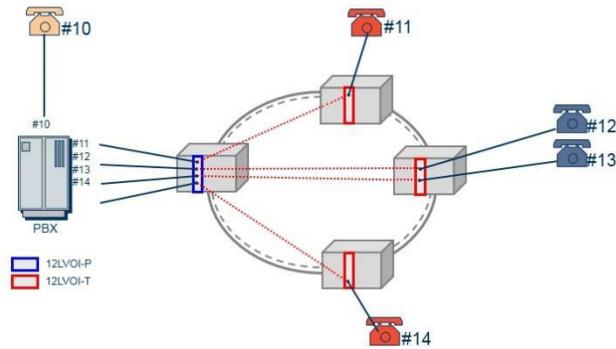


Figura 27: Interconexión de las tarjetas 12LVOI-P/-T

Fuente: Manual OTN System

Una conexión de “línea caliente” entre dos estaciones de telefonía analógica exige dos (02) tarjetas de interface 12LVOI-T. En este caso, la tarjeta de interface 12VOI-T puede implementar sobre la OTN, conexiones virtuales de punto a punto entre dos estaciones de telefonía analógica sin utilizar una central telefónica. Este concepto se puede entender mejor observando la Figura 28 donde los dos (02) teléfonos se comunican en una línea caliente.

Entre las tarjetas 12VOI-T y 12VOI-P se desarrollan dos (02) funciones que permiten la comunicación entre ellas, la cual involucra el tendido de Fibra Óptica. Estas dos (02) funciones son la función de voz y la función de señalización.

La función de voz es prácticamente idéntica para 12LVOI-T y 12LVOI-P y consta de las siguientes operaciones.

- Recepción de la señal de voz analógica de la central o de la estación de telefonía. Esta señal de voz analógica consta de información de voz y de los diferentes tonos de llamada.
- Codificación de la señal analógica en una señal PCM (serie de 64 kbps). La señal PCM es de tipo binaria y ha sido transformada de su original (señal analógica), es convertida en pulsos mediante un filtro pasa bandas y un circuito de muestreo, para luego operar como una señal PCM

mediante un convertidor analógico – digital (A/C) la señal es transportada por el medio óptico hasta el receptor para luego poder reconvertirse en una señal de pulsos, mediante un convertidor digital – analógico (C/A) y posteriormente a una señal analógica mediante un circuito de retención y un filtro pasa bajas. El método de codificación restringe el ancho de banda de la señal analógica de 300 Hz a 3400 Hz. Por tanto, las señales con una frecuencia fuera del rango de ancho de banda no se pueden transportar por la señal PCM. En la Figura 29 se muestra un diagrama general de lo anteriormente explicado.

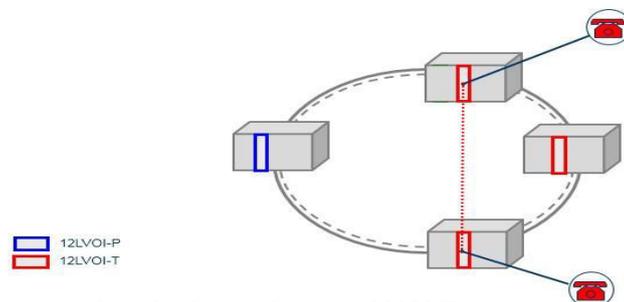


Figura 28: Interconexión de dos tarjetas 12LVOI-T para establecer una línea caliente

Fuente: Manual OTN System

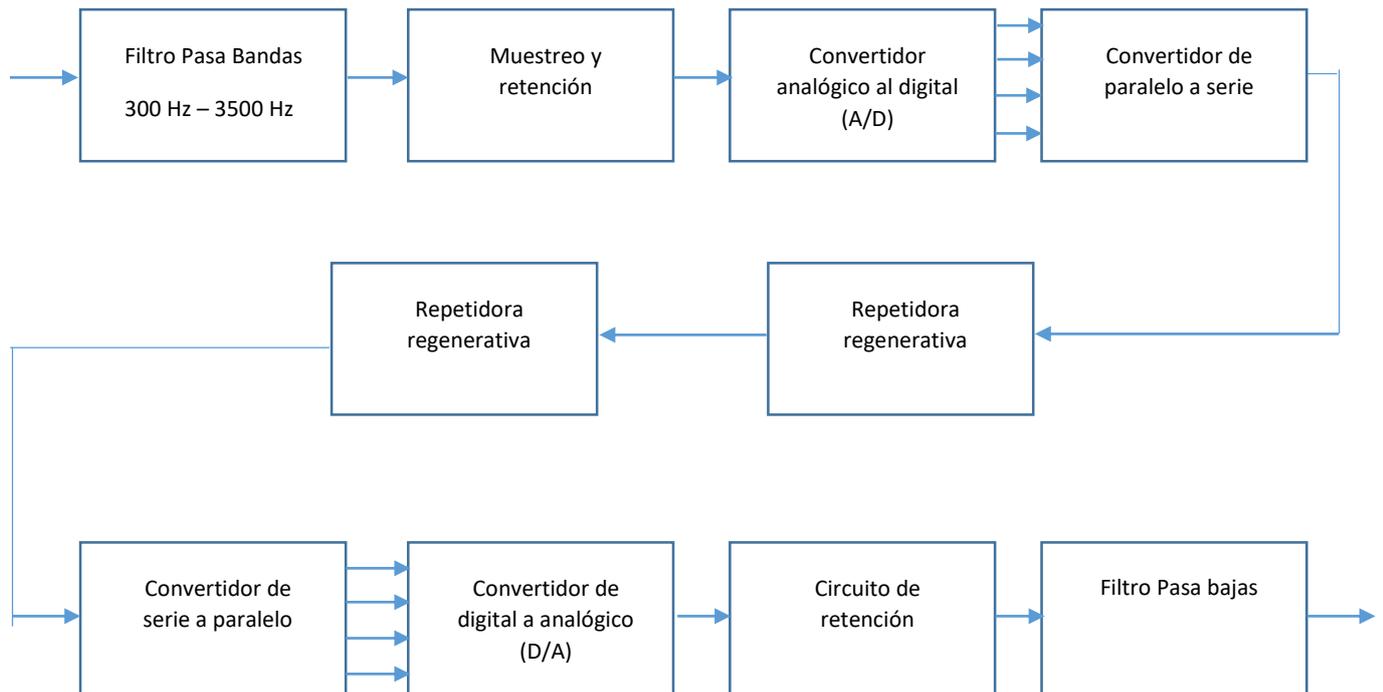


Figura 29: Diagrama general de bloques de una comunicación PCM

Elaboración: El autor

El filtro pasa banda es de 300 Hz a 3500 Hz para evitar la distorsión por Alias, el doble de la frecuencia de la señal de entrada no puede ser superior a la frecuencia de muestreo. En este caso 8 kHz, esta distorsión se produce cuando el bloque de muestreo y retención sigue enviando información de la señal de entrada sin que se haya terminado de construir la señal de pulsos. El teorema de muestreo de Nyquist indica que por lo menos se deben tomar dos muestras en el periodo de una señal, por esta razón, la frecuencia de muestreo debe ser mayor al doble de la frecuencia de entrada.

En el bloque de convertidor analógico al digital, se le asigna un valor en bits a cada muestra, el número de bits se conoce como n y el bit más significativo decide el signo mientras que los demás la magnitud. En la Figura 30, se puede apreciar cómo funcionan el bloque de muestreo y retención y el convertidor A/D ante una señal analógica.

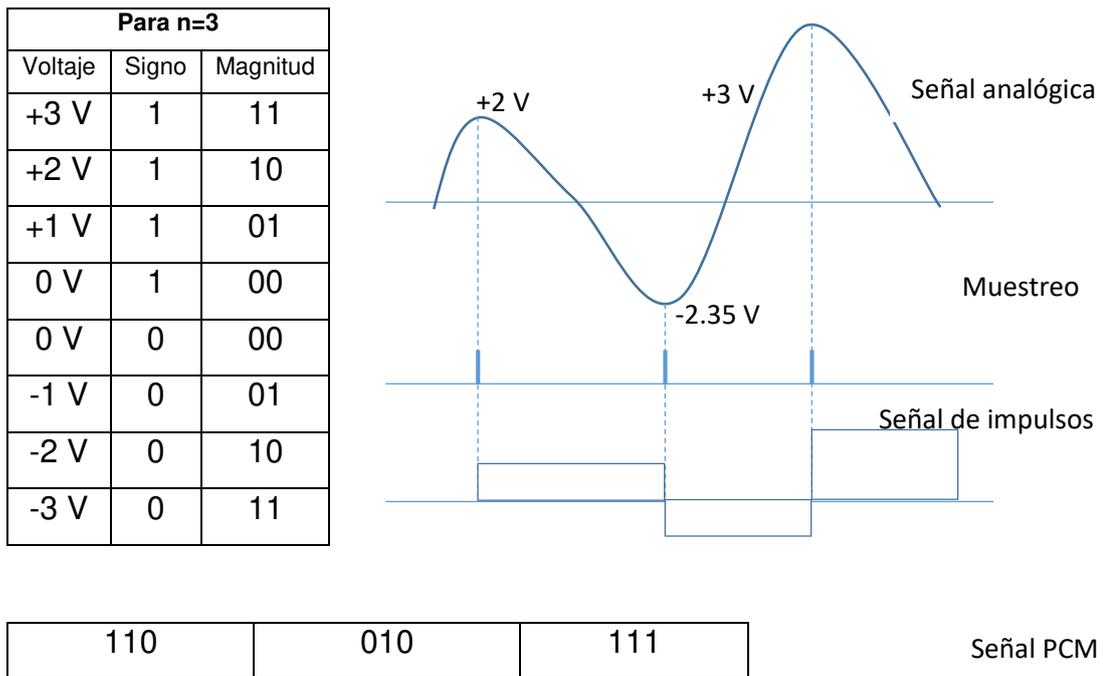


Figura 30: Digitalización de una señal analógica

Elaboración: El autor

Como se puede observar en la Figura 30 al valor de +2 V se le ha puesto el valor binario 110 y al valor de -2.35 V se le ha puesto el valor binario 010, cuando ambos valores se reconstruyan analógicamente el valor binario con 110 tendrá el valor de señal analógica de +2 V y el valor binario de 010 tendrá el valor de señal analógica de -2 V produciendo un resultado de -0.35, llamado error por cuantización.

La velocidad de transmisión de la señal PCM será de 64 kbps y usa como medio de transmisión la fibra óptica; en el caso de que el nodo siguiente no tenga el destino indicado se usará dicho nodo como un repetidor hasta llegar al nodo de destino donde se decodificará la señal y se reconstruirá la señal de impulsos a una señal analógica.

La función de señalización es necesaria para establecer, comprobar y cortar la conexión entre la central y la estación de telefonía o entre dos (02) estaciones de telefonía.

La tarjeta de interface 12LVOI-P realiza las siguientes funciones de señalización.

- Detección de la corriente de llamada desde la central telefónica.
- Apertura y cierre de la línea a la central.
- Cierre de la línea, cuando el circuito 12VOI-T conectado detecta que una estación se colgó.

La tarjeta de interface 12LVOI-T realiza las siguientes funciones de señalización.

- Envío de corriente de línea a la estación.
- Envío de corriente de llamada a la estación.
- Detección de estado colgado, señalización a la tarjeta 12LVOI-P correspondiente y activación de un LED en el panel frontal mediante el micro controlador.

Esta señalización se realiza mediante ranuras de tiempo de trama reservada (canal de señalización).

Con el fin de permitir que se pueda supervisar y controlar las tarjetas a distancia, estas ofrecen varios bits de estado y de control, a ellos se puede acceder desde la OMS utilizando el bus de estado. Los siguientes datos de estado están disponibles en ambas tarjetas.

- 1 bit que indica la posición del interruptor. Cuando el interruptor está en la posición apagado, la tarjeta de red no se dirige a la tarjeta de interface y no se puede establecer ninguna comunicación con esa tarjeta.
- 7 bits para la identificación de la tarjeta. Mediante estos bits, el OMS conoce el tipo de tarjeta instalada en el nodo.

- 1 bit por circuito que indica si la estación conectada está en estado colgado o descolgado.
- 1 bit que indica el procedimiento activo de la inicialización y se pueden leer los bits de estado.
- 1 bit que indica si la inicialización fue satisfactoria o no. Este bit indica si se le puede asignar ancho de banda a la tarjeta.
- 4 bits que indica la versión del firmware.
- 1 bit que indica que los parámetros de transmisión dependientes del país seleccionado se implementan en esta versión del firmware.

La tarjeta 12LVOI-T tiene dos (02) bits de estado adicionales.

- 1 bit que notifica al OMS que la corriente de llamada está disponible.
- 1 bit que notifica al OMS que los -48 V están disponibles.

Los datos de control indican lo siguiente:

- 1 bit para el reinicio de la tarjeta desde el OMS.
- 6 bits para el ajuste de los parámetros de transmisión dependientes del país.
- 3 bits que determina el modo de señalización por grupo de cuatro (04) circuitos.

En la Figura 31, podemos apreciar la parte frontal de las tarjetas de voz 12LVOI-T y 12LVOI-P.

La tarjeta 12LVOI-T necesita de un módulo de -48 V con generador de corriente de llamada. Esta tarjeta también se instala en el módulo y tiene que ser conectada lo más cerca posible a la tarjeta 12LVOI-P. En la Figura 32, puede apreciarse este tipo de conexión.

Instaladas las tarjetas se procede a la programación de los servicios en la OMS. Los servicios se pueden programar después de instalar las tarjetas de interface 12LVOI-T y 12LVOI-P. Se necesitan los siguientes datos.

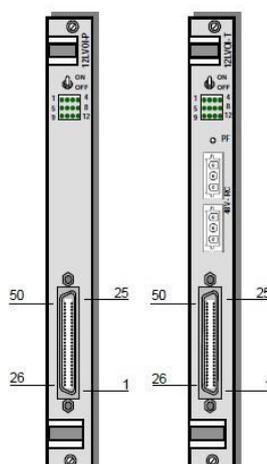


Figura 31: La tarjeta de la izquierda es la tarjeta 12LVOI-P y la de la derecha la tarjeta 12LVOI-T [3]

Fuente: Manual OTN System

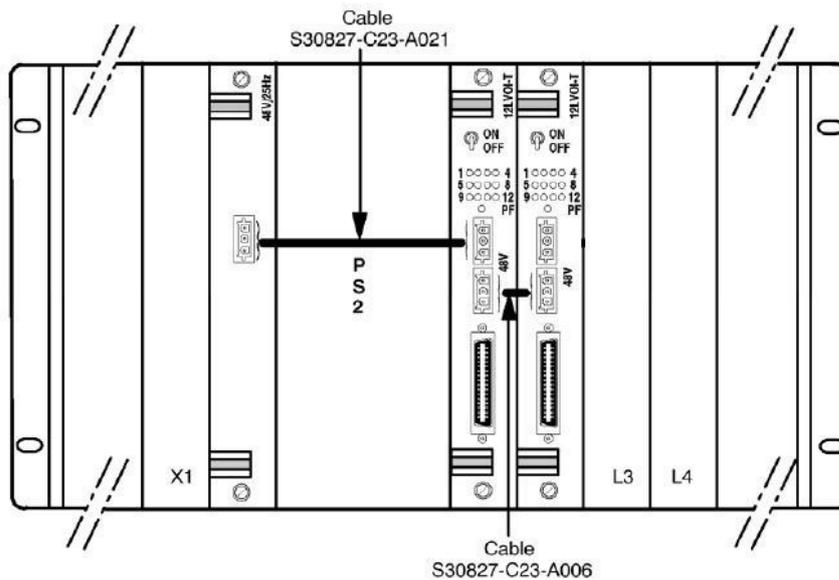


Figura 32: Módulo de energía en el Nodo de la OTN [3]

Fuente: Manual OTN System

- Las direcciones de los nodos en los que las tarjetas 12LVOI se instalan
- La posición de las interfaces en los nodos respectivos
- Los puertos de las tarjetas de interfaces a las que se conectan las estaciones de telefonía, ya sea caliente o a la central
- La selección de los parámetros de transmisión dependientes del país

g) Tarjetas Interface UNIVOICE

La tarjeta de interface UNIVOICE consta de una placa madre sobre la cual se pueden instalar cuatro (04) módulos enchufables, en la Línea 1 se usa para instalar un módulo 12LVOI-P y otro módulo 12LVOI-T en el Data Center, donde exista una central de teléfono, para poder ahorrar espacios en las ranuras del nodo. Otro módulo que debe ser instalado, es el 2W/4W-EM, cuya función es la de preparar el canal de comunicación y usar una configuración de cuatro (04) hilos. En la Figura 33 podemos apreciar a la tarjeta de interface UNIVOICE.

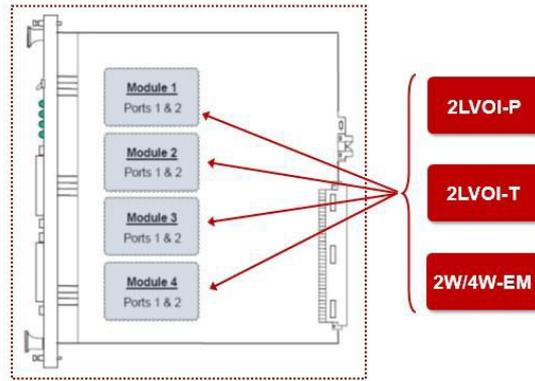


Figura 33: Tarjeta UNIVOICE [4]

Fuente: Manual OTN System

En la Figura 34 se puede ver una configuración de anillo con la interface UNIVOICE.

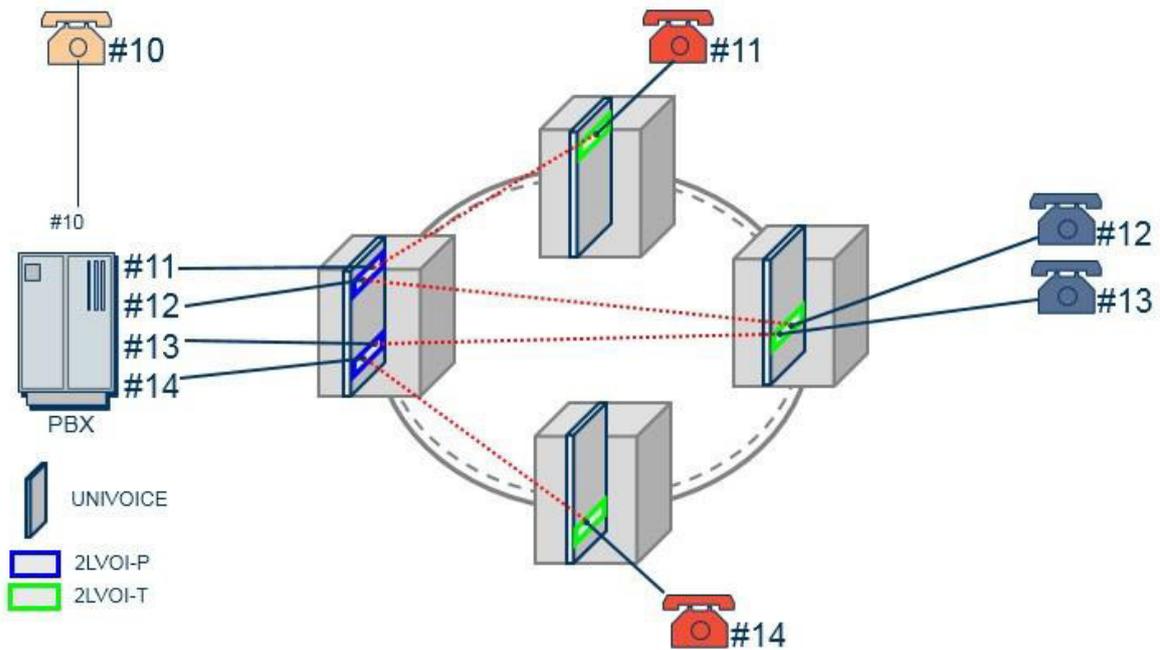


Figura 34: Configuración con tarjeta UNIVOICE

Fuente: Manual OTN System

h) Tarjetas Interface RSXMM

La tarjeta de interface universal RSXMM se puede utilizar para establecer una red de transporte abierta (OTN) con conexiones punto a punto y/o multipunto según la norma RS232 o RS422.

i) Norma RS232

La norma RS232 para comunicaciones en serie, especifica la función y las características eléctricas de hasta veinticinco (25) señales en paralelo que sirven como interface entre los DTE y los DCE. La norma también define las señales de protocolo de intercambio que se pueden utilizar.

- DTE (Equipo terminal de datos): como ejemplo tenemos una computadora, estación de trabajo, terminal, impresora, entre otros. Se recomienda el uso de conectores macho de veinticinco (25) pines. En el dispositivo DTE, el conector DB-25 tiene los pines 2, 20 y 24 como salida, mientras que los pines 3, 6 y 17 son entradas. En el caso de un conector DB-9, los pines 3 y 4 son salidas y los pines 2 y 6 son entradas.
- DCE (Equipo de comunicación de datos): entre ellos incluye el módem. Se recomienda el uso de un conector hembra de veinticinco (25) pines. En el dispositivo DCE el conector DB-25 tiene los pines 2, 20 y 24 como entradas y los pines 3, 6 y 17 como salida. Mientras que en un conector DB-9, los pines 3 y 4 son entradas y los pines 2 y 6 son salidas.

En la Figura 35, puede verse un anillo de Fibra Óptica con un sistema RSXMM.

La distancia máxima permitida entre dos (02) dispositivos es de quince (15) metros según la norma RS232. Esta restricción se relaja cuando dos (02) dispositivos se unen a través de una red OTN; en este caso un dispositivo

puede estar a un máximo de quince (15) metros de un nodo de OTN en vez de los quince (15) metros de otro dispositivo DTE o DCE.

De manera general, dos (02) dispositivos cualesquiera que puedan interconectarse físicamente con un cable directo, también pueden interconectarse a través de una red OTN. La única condición necesaria que debe satisfacer es la de cumplir con las características eléctricas de la norma RS232.

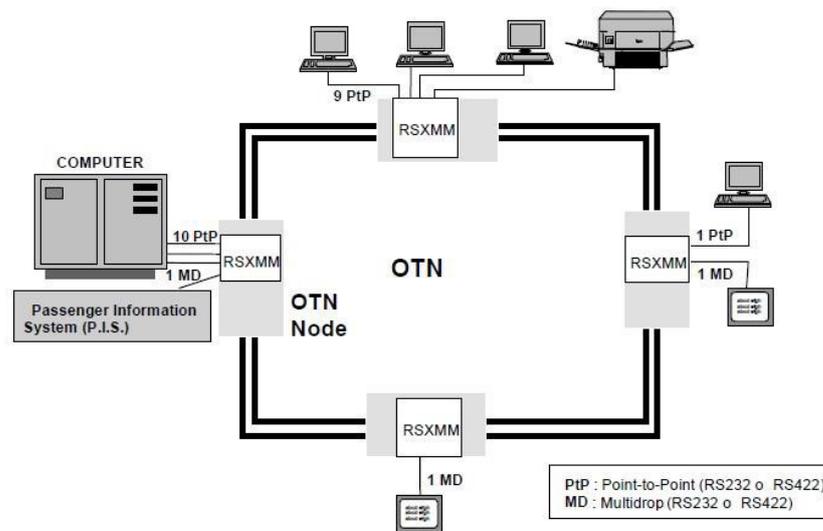


Figura 35: Red RSXMM típica

Fuente: Manual OTN System

j) Norma RS422

La norma RS422 especifica la función y las características eléctricas de los circuitos simétricos que se utilizan para el intercambio de señales binarias sería entre diferentes DTE o entre un DTE y un DCE.

Los ejemplos de DTE y DCE y los criterios en el uso de señales RS422 son los mismos a los descritos para RS232.

La distancia máxima según la norma RS422 que se permite entre dos (02) dispositivos de comunicaciones es de 1200 metros. Esta restricción se relaja cuando dos (02) dispositivos se unen a través de una red OTN; en este caso

un dispositivo puede estar a un máximo de 1200 metros de un nodo de OTN en vez de 1200 metros de otro dispositivo DTE o DCE.

De manera general, dos (02) dispositivos cualesquiera que puedan interconectarse, físicamente con un cable directo, también pueden interconectarse a través de una red OTN. La única condición que se debe satisfacer es que la señal tiene que cumplir las características eléctricas de la norma RS422.

Los puertos Rx/Tx de las tarjetas de interface RSXMM se pueden configurar para tres (03) aplicaciones diferentes:

- Conexiones punto a punto
- Conexiones multipunto
- Supervisión de contactos de alarmas externos

Se puede establecer un máximo de doce (12) enlaces punto a punto, seis (06) conexiones multipunto por tarjetas de interface RSXMM o cualquier combinación de los dos (02) enlaces entre los dos (02) límites. Se pueden supervisar un máximo de doce (12) contactos de alarmas externas con una tarjeta de interface RSXMM siempre y cuando no se programe ninguna otra conexión. Se puede realizar cualquier combinación de conexiones y de contactos de alarma externas dentro de los límites dados.

Con respecto a las conexiones punto a punto la tarjeta de interface RSXMM proporciona doce (12) circuitos Rx/Tx RS232 asimétricos y doce (12) circuitos RS422 simétricos para conexiones punto a punto. Se pueden asignar diferentes normas a diferentes circuitos, pero no se pueden utilizar simultáneamente los dos (02) puertos de un circuito.

Si solamente tienen que transmitirse señales Rx/Tx, la tarjeta de interface RSXMM permite establecer un máximo de doce (12) conexiones de punto a punto en la norma RS232, en RS422 o en una mezcla de ambas. En la Figura 36 puede verse la tarjeta RSXMM.

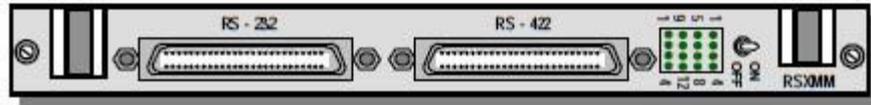


Figura 36: Tarjeta interface RXMM [5]

Fuente: Manual OTN System

k) Tarjetas Interface ET100DAE

La interface ET100DAE proporciona enlaces Ethernet, conmutados entre áreas locales que cumplan el estándar IEEE802.3. Esta tarjeta funciona en una red OTN.

Esta tarjeta tiene los siguientes puertos de Ethernet en su panel frontal.

- Diez (10) puertos RJ45: puertos 10BaseT/100BaseTX.
- Dos (02) módulos SFP: (Eléctrico: 10/100/1000BASE-T, Óptico: 1000BASE-X)

Esta tarjeta puede funcionar como un conmutador de Ethernet distribuido en todo el anillo de la red OTN. El conmutador distribuido se puede configurar como punto a punto o multipunto.

La tarjeta de interface ET100DAE permite dirigirse a doce (12) segmentos totalmente independientes sobre el anillo OTN. Como resultado cada segmento tiene su propio ancho de banda exclusivo y totalmente personalizable. Además, cada aplicación externa individual tiene una mayor independencia, lo que provoca una mayor seguridad y disponibilidad.

La interface ET100DAE conmuta los distintos puertos del panel frontal con las interfaces o puertos de servicios que etiquetarán la información para que viaje por el anillo y llegue al puerto correspondiente del otro lado canalizado por la interface o puerto de servicio de la interface ET100DAE de destino. Esto se puede apreciar en la Figura 37.

Ethernet se ha convertido en la tecnología de red más popular y más ampliamente desplegada del mundo. Comenzó como un simple protocolo de comunicaciones por cable compartido por todos los dispositivos de la red. Una vez que un dispositivo se conectaba a este cable (coaxial) tenía la capacidad de comunicarse con cualquier otro dispositivo conectado, aunque era obligatorio que dichos dispositivos estuvieran muy cerca.

Ethernet usa el método de transmisión de datos CSMA/CD (acceso múltiple por detección de portadora y detección de colisión) que describe cómo el protocolo de Ethernet regula la comunicación entre dispositivos. Cuando una estación de Ethernet está transmitiendo, todas las estaciones del medio escuchan la transmisión. Antes de que una estación transmita “escucha” al medio para determinar si otra estación está transmitiendo o no. Si el medio está en silencio, la estación reconoce el momento como el adecuado para transmitir. El medio forma un dominio de colisión simple y la Ethernet funciona en *semiduplex* (los datos solamente pueden ser transmitidos en una dirección a la vez).

Cada equipo con capacidad de conectarse a una red Ethernet tiene asignado un número de 48 bits el cual identificará al hardware que se conecte a la red, este identificador es único para cada equipo y se le conoce como MAC-ADDRESS, “dirección de Ethernet” o “dirección física”.

Todo equipo que se comunica vía Ethernet usa las tramas para transmitir y recibir información. Estas tramas varían entre 64 a 1518 bytes, en esta trama tenemos el encabezado, los datos y la información. En la Figura 38, se puede apreciar la configuración de una trama.

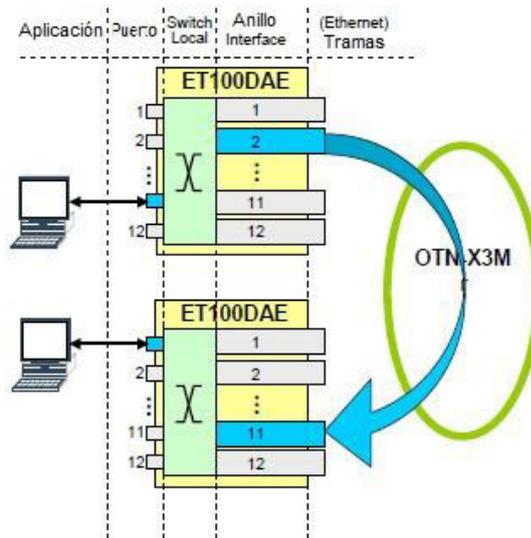


Figura 37: Diagrama de funcionamiento de la interface ET100DAE [6]

Fuente: Manual OTN System

Preámbulo	Dirección de Destino	Dirección de Fuente	Tipo	Dato	CRC
8 bytes	6 bytes	6 bytes	2 bytes	46-1500 bytes	4 bytes

Figura 38: Trama Ethernet

Fuente: Manual OTN System

El preámbulo alterna ceros y unos para la sincronización de los nodos de recepción. El CRC (*CyclicRedundancyCheck*) detecta los errores de transmisión el emisor calcula el CRC en función de la trama y el receptor vuelve a calcular el CRC para compararlo con el CRC del emisor y determinar que sean iguales para que la información sea aceptada. El Tipo de nodo permite que la trama se autoidentifique, esto quiere decir que cualquier equipo conectado a la red Ethernet identificará el campo tipo y determinará que módulo de software se utilizará para procesar la trama.

Protocolo TCP/IP

El protocolo TCP/IP está dividido por niveles, desde los físicos hasta los de software, los niveles son cuatro (04) para el protocolo TCP/IP: capa de acceso, internet, transporte y aplicaciones. Para temas de educación se usa el modelo OSI (siglas de *Open System Interconnection*). En este modelo, se describen siete (07) niveles, los cuales son: Físico, Enlace de datos, Red, Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación. En la Figura 39 se puede apreciar estos modelos.

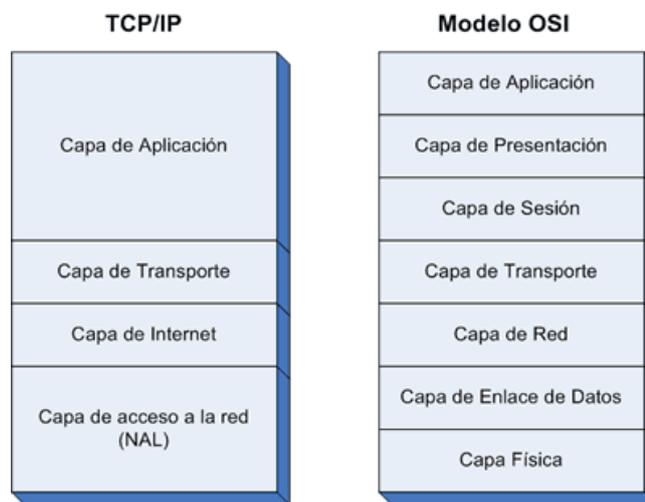


Figura 39: TCP/IP y modelo OSI

Fuente: Internet

En este caso solo, se estudiará cuatro (04) niveles del protocolo TCP/IP, que son los que más se adaptan a la transmisión de datos en la Fibra Óptica.

Encapsulado

Al inicio, en el nivel de aplicación, el usuario genera los datos a transportar, estos pueden ser de: un boletero y su computadora de recarga, un usuario que acceda a la carga de su tarjeta usando la TVM o un usuario que usa su tarjeta en el torniquete. Sea cual sea los datos que se generen en el equipo

del terminal, estos necesitan ser identificados por el servidor de aplicación para que este pueda conocer de qué terminal vienen, este identificador se procesa a nivel de aplicación y luego que el terminal le proporciona su identificador, se transfieren los datos más el identificador al siguiente subnivel como datos de aplicación, en este punto finaliza el nivel de aplicación.

Posterior a esto se continúa con el nivel de transporte o TCP. En este nivel, se dividirá el flujo de datos para hacer más fácil la transferencia de los mismos; cada grupo de información en este nivel toma el nombre de segmento. La finalidad de dividir en segmentos la información es facilitar su transporte, evitar que se pierdan algunos segmentos y que la información recibida en el otro nivel, pueda ser leída sin dificultad.

Existen dos (02) tipos de protocolo en este nivel, estos son:

- Protocolo TCP (siglas en internet de *Transmission Control Protocol*): en este protocolo, el origen confirma el destino quien trasmite, confirmado el canal, el origen separa la información en segmentos y asigna un número a cada uno de ellos, para luego ser enviados al destinatario, al cual le exige la confirmación de llegada del mismo, en caso de pérdida del destino, se le solicita que se vuelva a enviar el segmento, cuando los segmentos llegan al destino, este los ordena por el origen y luego confirma la recepción del total de la información, finalizando el procedimiento se cierra el canal. Este protocolo asegura que no se pierda información; los datos generados en el Sistema de Control de Pasajeros no se puede perder por ser información financiera de todas las transacciones monetarias, la desventaja con esta información es que demanda gran cantidad de tiempo y un alto uso del medio.
- Protocolo UDP (siglas en inglés *User Datagram Protocol*): Los segmentos son enviados sin solicitar una confirmación del destino y son ordenados en el destino por orden de llegada. Este protocolo se usa en aplicaciones

que necesitan velocidad de transmisión como la transmisión de video en vivo o en la telefonía IP, no se necesita un gran uso del medio.

Una vez definido el segmento, se transfiere vía Internet que es el siguiente sub nivel, aquí se traslada la información de una red a otra red utilizando el router, que es el equipo encargado de conectar las distintas redes, la etiqueta utilizada para fijar la dirección de la red de destino, es el número IP. Al etiquetar el segmento este deja de ser uno y se transforma en un paquete de datos o datagrama IP.

Cuando la información ya tiene la dirección para poder navegar por las distintas redes sin perderse, se procede a utilizar el último sub nivel, denominado canal de acceso. En este nivel, se preparan los datos para ser transportados en el medio físico, para lo cual la tarjeta de red asigna dos (02) etiquetas:

- Encabezado Ethernet: Esta etiqueta indica la dirección necesaria para que la información llegue al otro lado del medio físico. El equipo de información utiliza la dirección MAC para poder cumplir este objetivo. Un equipo que conecta varios equipos terminales en la misma red es el switch o conmutador de red, este guarda todas las direcciones MAC en una tabla interna y mediante un mensaje a todos los terminales conectados consigue la atención del destino para conectarse directamente con el origen. El mensaje grupal tiene el nombre de broadcast y el mensaje de comunicación entre dos (02) terminales tiene el nombre de unicast.
- Ethernet CRC: Esta etiqueta sirve para comprobar que la información llegó sin distorsión al destino. Este destino tiene un valor de CRC y es comparado con el que llega del origen, ambos deben de tener un nivel aceptable de coincidencia, si no es así, la información se descarta, en el caso de que ambos valores tengan un alto nivel de coincidencia, la información es aceptada por el destino.

Después que el datagrama IP recibe estas dos etiquetas se convierte en una Trama Ethernet.

En la Figura 40, se puede apreciar cómo los datos en el protocolo TCP/IP son transformados a medida que se trasladan y transmiten por los diferentes niveles.

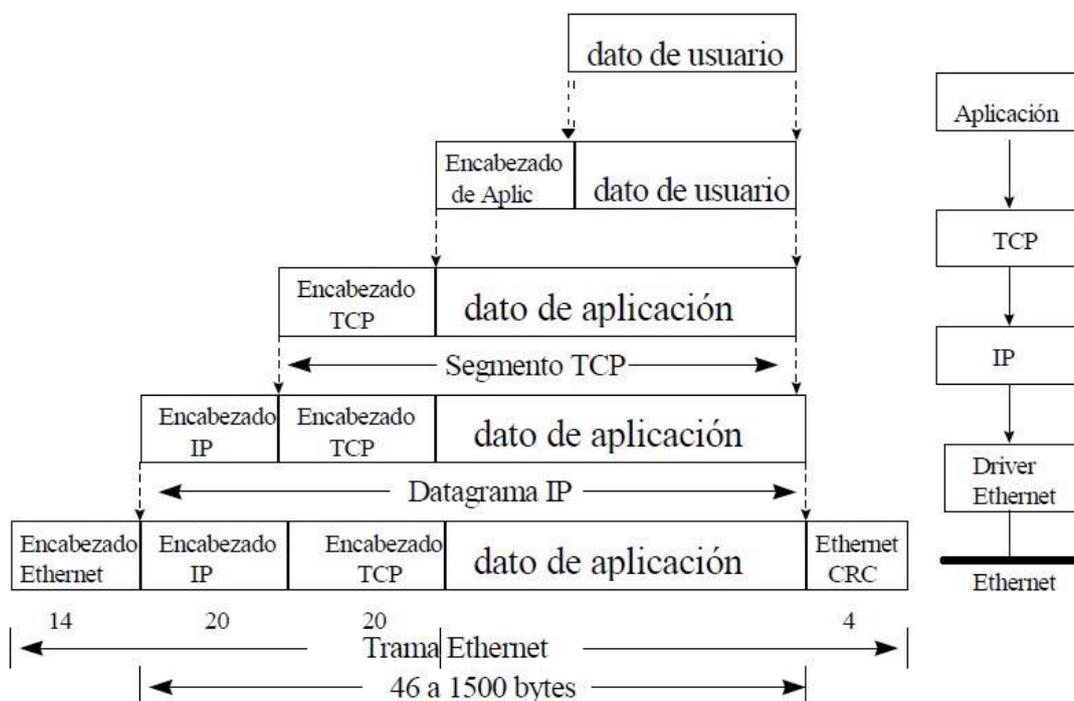


Figura 40: Información en los distintos niveles del protocolo TCP/IP

Fuente: Internet

Las implementaciones modernas de Ethernet utilizan cable de par trenzado o Fibra Óptica para conectar las estaciones. Estas redes Ethernet existentes transmiten los datos a 10 Mbps (10BaseT), mientras que las redes modernas pueden funcionar a 100 Mbps (100BaseTX), 1000 Mbps (1000Base-T) o incluso cifras mayores. Esto es posible principalmente gracias al Ethernet conmutado. Las redes conmutadas sustituyen el medio compartido de la Ethernet antigua, a través de un segmento dedicado a cada estación. En una red totalmente conmutada cada dispositivo se comunica solamente con el conmutador en vez de directamente con los demás dispositivos. La información puede viajar desde el dispositivo al conmutador y desde el conmutador al dispositivo simultáneamente. La conmutación permite a una

red mantener una Ethernet dúplex total (con capacidad para enviar y recibir datos al mismo tiempo).

La mayoría de los conmutadores de LAN (Local Área Network, Red de Área Local) utilizan el método de almacenaje y retransmisión para dirigir el tráfico. El paquete será desechado si se muestra algún error, si no se muestra ningún error, el conmutador buscará la dirección MAC y enviará el paquete al dispositivo de destino.

Las tecnologías actuales de redes de área local (LAN) conectan muchos dispositivos que están relativamente cerca unos de otros, habitualmente en el mismo edificio. Las tecnologías de red de área amplia (WAN) conectan un número más pequeño de dispositivos que pueden estar muchos kilómetros de distancia.

Con la red OTN y su tarjeta de interface de Ethernet ET100DAE, se pueden obtener las ventajas en ambas redes: una red de muchos dispositivos que se distribuye por cientos de kilómetros con la fiabilidad de la LAN.

La tarjeta Ethernet ET100DAE tiene las siguientes características:

- Diez puertos (10) 10/100 Mbps más dos (02) puertos 10/100/1000 Mbps. Los doce (12) puertos tienen auto-negociación, control de flujo y cambio automático.
- Los puertos frontales se pueden asignar dinámicamente y sobre la marcha a los doce (12) segmentos/servicios independientes. Todas las combinaciones son posibles.
- Cada puerto puede deshabilitarse individualmente para bloquear a posibles intrusos al acceso a la LAN.
- Cada segmento/servicio tiene su propio ancho de banda programable y escalable, lo que garantiza un uso óptimo del ancho de banda del anillo.

- El caudal de la tarjeta ET100DAE puede segmentarse y personalizarse libremente sobre un máximo de doce (12) servicios. Cada servicio cubre un segmento que se conecta a una LAN

En la Figura 41, se puede apreciar una configuración de red Ethernet con la interface ET100DAE.

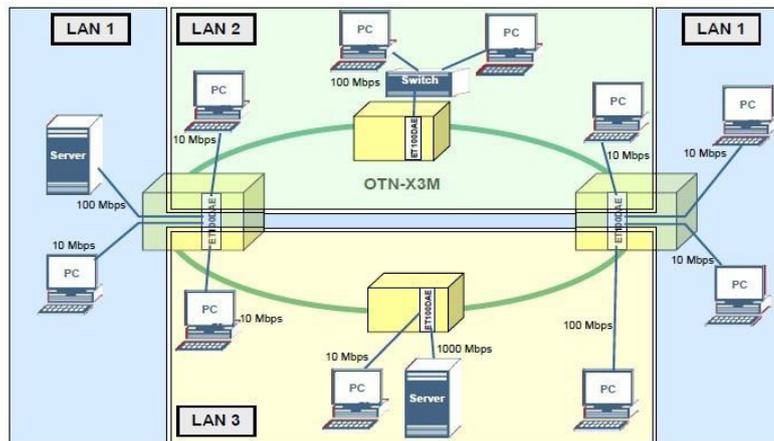


Figura 41: Red Ethernet usando la tarjeta de interface ET100DAE [6]

Fuente: Manual OTN System

La tarjeta de interface recibe tramas de los dispositivos de Ethernet conectados a través de sus puertos frontales del 1 al 12. Se pueden establecer 10BaseT / 100BaseTX / 1000Base-T (1000Base-T solamente en los puertos 11, 12) a través del mismo puerto mediante auto-negociación, incluyendo detección paralela (lo que significa que un dispositivo de Ethernet con auto-negociación también reconocerá a un dispositivo sin auto-negociación).

Según la información de dirección contenida en la trama, el conmutador local decide qué tramas se envían directamente a otro puerto local de la misma tarjeta y cuáles se envían a la interface del anillo.

En la Figura 42, se puede apreciar el panel frontal de la tarjeta interface ET100DAE.

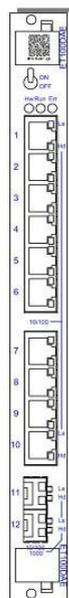


Figura 42: Tarjeta interface ET100DAE [6]

Fuente: Manual OTN System

I) Interface software OMS (Administrador del sistema OTN, OTN Management System)

El OMS le permite configurar, supervisar y/o mantener la red de transporte abierta (OTN) desde una ubicación central. También le permite modificar la configuración de las interfaces a lo largo de la fibra óptica de una manera amigable con el usuario.

En la Figura 43, puede apreciarse la ventana de monitoreo de la OTN, en esta ventana se pueden visualizar los nodos del anillo y las interfaces conectadas a los mismos.

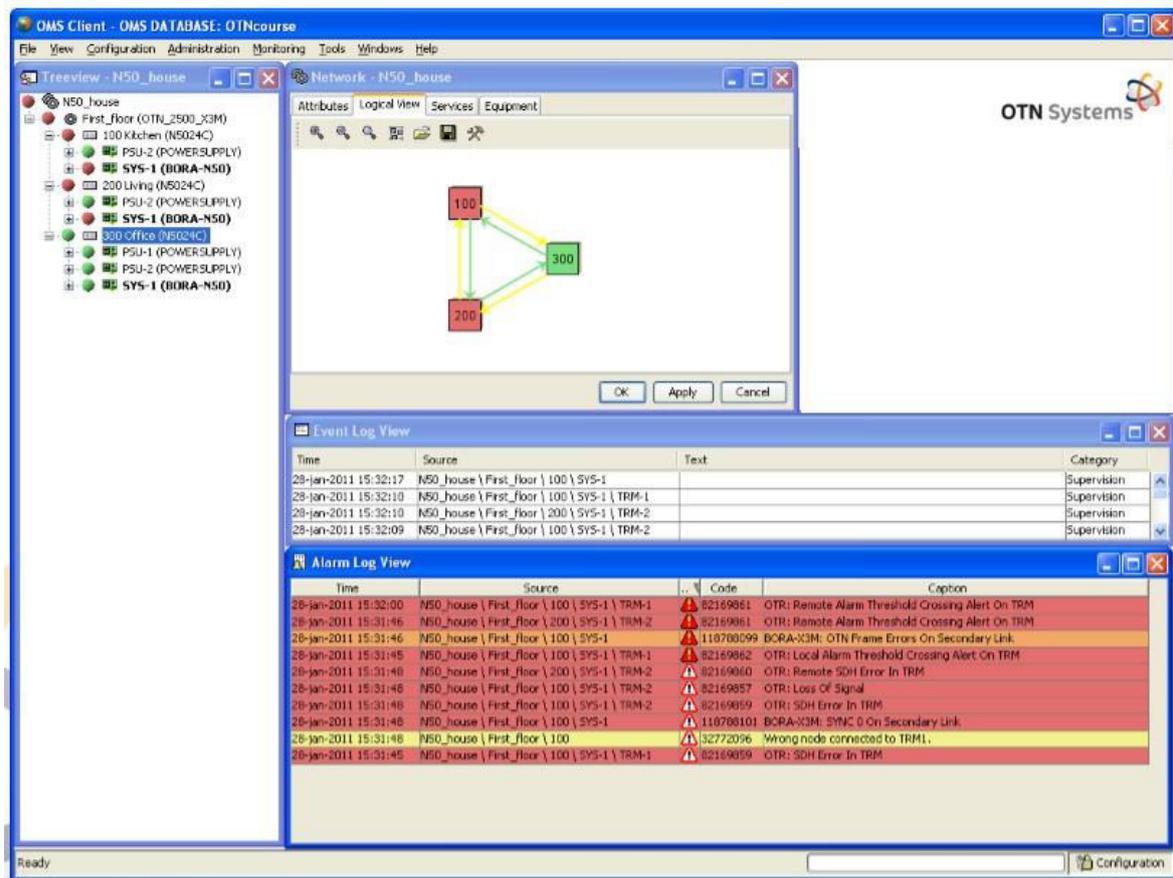


Figura 43: Interfaz gráfica de la OMS

Fuente: Manual OTN System

Como se muestra en la figura 43, en la ventana izquierda, tenemos el árbol que nos indica cómo están distribuidos los nodos y las tarjetas de interface, de esta manera podemos navegar por todo el anillo de Fibra Óptica y poder detectar los eventos y alarmas que se produzcan físicamente en cualquiera de las estaciones de la Línea 1 del Metro de Lima.

En la primera ventana de la derecha, podemos ver los nodos del anillo de una forma gráfica, dicha gráfica mostrará, en primera instancia, las alarmas que ocurran en el nodo para poder analizar el problema en el árbol.

La segunda ventana de la derecha, nos muestra los eventos en los nodos, así como cualquier tipo de transmisión entre los mismos, de esa manera se puede conocer la actividad que se suscita en el nodo de Fibra Óptica de la Línea 1.

La tercera ventana de la derecha nos muestra un histórico de las alarmas y las mismas que se presentan en vivo. Estas son clasificadas por un símbolo representativo a la izquierda de la indicación de la alarma, el símbolo blanco con negro indica una alarma ya superada mientras la alarma con símbolo amarillo con rojo indica una alarma no superada que debe ser atendida, que puede generarse por un flujo de datos inapropiado al ancho de banda o como una desconexión de alguna de las interface o nodos.

Para poder programar el anillo de Fibra Óptica es necesario entender la estructura plasmada, en la Figura 44, la cual nos indica la correlación de las interfaces con respecto a los nodos.

El objetivo de la configuración de la funcionalidad del anillo de Fibra Óptica es generar servicios en las interfaces instaladas en los nodos. Las diferentes tarjetas de interface tienen la capacidad de recibir configuraciones en sus puertos, estas configuraciones se conocen como servicios. Un ejemplo claro se puede verificar en la Figura 37, donde apreciamos como los puertos de la tarjeta ET100DAE se conmutan y se enlazan a los puertos para servicio de la tarjeta, esta nos permite relacionar el puerto frontal de la tarjeta con el puerto de servicio que escojamos, todos los puertos de la misma tarjeta de interface que estén enlazados en el mismo puerto de servicio, compartirán el mismo ancho de banda, el cual es exclusivo para ese servicio. Cada servicio que generemos nos dará la opción de un ancho de banda, el ancho de banda será seleccionado dependiendo del tipo de señal que queramos transmitir, a su vez dependerá de los equipos terminales que estén conectados a los puertos frontales, que definen el sistema tecnológico a utilizar, podría ser telefonía IP, Sistema de Control de Pasajeros, CCTV, Telefonía analógica de emergencia, sistemas de alarma, SCADA, entre otros.

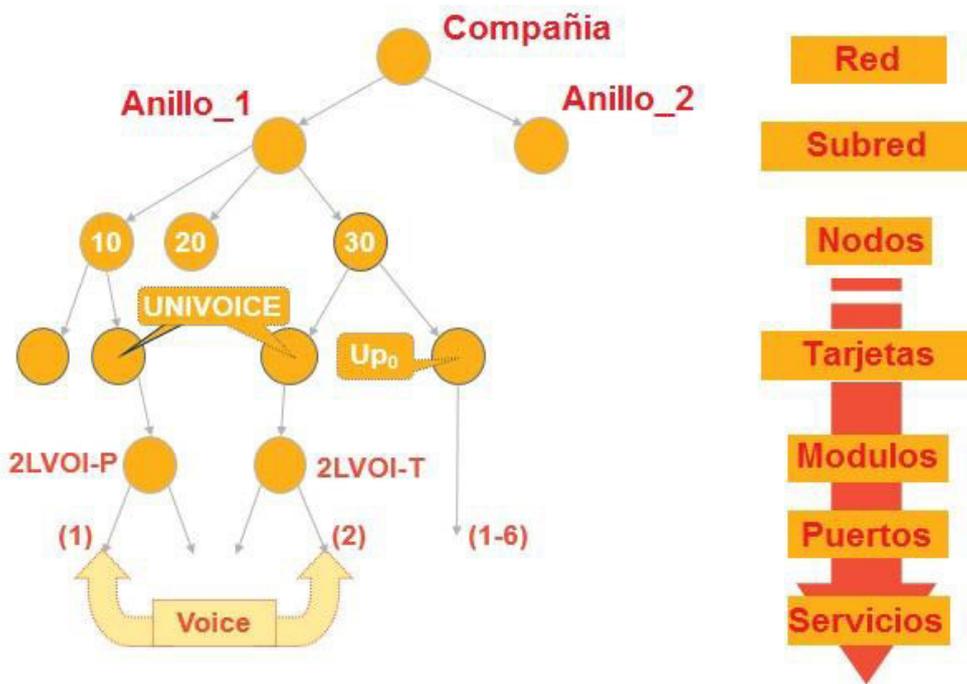


Figura 44: Estructura de Nodos y Anillos

Fuente: Manual OTN System

Para el caso de la Línea 1, la Compañía responsable sería la Línea 1 del Metro de Lima, tan solo tendrá un anillo y 28 nodos que representan a cada una de las estaciones y los puestos de control en Villa el Salvador y Bayovar.

m) Funciones del Asistente SIO

El Asistente del SIO tiene la responsabilidad de mantener la correcta conectividad de los sistemas involucrados con el anillo. El Asistente del SIO mantiene un monitoreo periódico de la OTN a través de la OMS y si se perdiera la conectividad de algunos de los sistemas involucrados, se procede a un rastreo del problema, el cual se inicia desde la columna vertebral de las conexiones Ethernet, es por decir la OTN. Por esta razón es importante que el Asistente del SIO conozca el funcionamiento de la OTN,

teniendo en cuenta que los sistemas más importantes se comunican a través del anillo.

Otra de las razones por la cual es importante conocer el funcionamiento de la OTN es para la supervisión de los proveedores cuando se realizan trabajos de implementación o migraciones. En la migración de tecnología de los años 2013 y 2014 para la implementación del Tramo 2, que abarca desde La estación del Ángel hasta la estación Bayovar, se tuvo que ampliar el anillo de Fibra Óptica, muy aparte se ampliaron todos los sistemas de la Línea 1. Como Asistente del SIO se tuvo que hacer los acompañamientos de supervisión para asegurar que se cumplan con las Bases del Contrato y velar y resguardar los equipos para que no se produzcan daños en los sistemas asignados a CONCAR de la Línea 1, las migraciones involucraron pruebas de diferentes anchos de banda en el anillo, para ver el comportamiento de los sistemas instalados en las nuevas estaciones. Todas esas pruebas e implementaciones se realizan de madrugada para empezar el horario de servicio es necesario exigir a la empresa encargada de la migración, que transfiera optimizado el sistema de OTN, para que la Línea 1 opere con normalidad todo el día.

También es importante para las propuestas de nuevos proyectos a implementarse en beneficio de la Línea 1, deberán ser compatibles para el tipo de Fibra Óptica en uso y para cualquiera de las tarjetas interfaces expuestas en este documento.

1.2.2.3 Referencias académicas y logros en el puesto de Asistente del SIO con respecto al sistema de Networking

El Networking de la Línea 1 utiliza para todos sus niveles un sistema de Fibra Óptica. Las conexiones entre cada Nodo del sistema de Fibra Óptica se encuentran en el nivel de Enlace de datos del modelo OSI, gracias al buen desempeño y responsabilidad demostrada, más la capacitación recibida en el curso de “Conmutación digital” llevado en la universidad y al curso de “Sistemas de Telecomunicaciones – Transmisión Digital” proporcionado por la Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico - AATE, se me asignó la supervisión y operación del sistema de Fibra Óptica de la Línea 1.

a) Identificación de problemas

Para la identificación de los problemas es básico y necesario contar con la referencia teórica de “Conmutación Digital”, el cual nos permite precisar si el problema está asociado al sistema de Fibra Óptica, enseguida proceder a una prueba de funcionamiento de los equipos que se conectan a cada uno de los nodos a intervenir; descartados los equipos que se conectan a la fibra óptica, se realiza un diagnóstico de cada nodo de operación, para encontrar donde se produce la avería de transmisión de información, esto conlleva utilizar al máximo lo aprendido en el curso de “Sistemas de Telecomunicaciones – Transmisión digital”.

b) Toma de decisiones para la solución de problemas

En el caso del sistema de Fibra Óptica, no es necesario programar algún dispositivo, es un sistema único de OTN *System* y cuenta con sus propios

protocolos de comunicación. La definición de la distribución de nodos está dada por el Estado, en el caso del Asistente de SIO, su responsabilidad recae en cuando debe aplicar el reinicio del sistema y la atención que debe recibir. Antes de aplicar el reinicio a una tarjeta del nodo, que involucre varios sistemas de trabajo, el Asistente debe coordinar como van a trabajar los sistemas involucrados después del corte de la comunicación, un ejemplo es el caso de los torniquetes, se debe asegurar que todos ellos funcionen en forma local y además guarden la información en el mismo equipo, esto nos permite un tiempo de 48, horas aproximadamente, para aplicar el procedimiento de solución a un Nodo de comunicación.

c) Logros obtenidos:

La experiencia ganada al asumir la responsabilidad de estas tareas, me permitió captar mayor conocimiento de los nuevos sistemas usados en varios proyectos de Telecomunicaciones. Adicionalmente los cursos de actualización técnica recibidos en la Universidad contribuyeron a mi carrera profesional dentro de la empresa.

El sistema de Fibra Óptica enlaza varios sistemas distintos de comunicación, esto nos ayuda a entender como estos pueden ensamblarse en los distintos tipos de negocios, solo es necesario manejar correctamente los parámetros, para que un sistema se comporte de una manera específica, lo cual requiere de meses de experiencia, solucionando los diferentes problemas de conectividad generados en los sistemas involucrados.

1.2.3 Descripción y funciones del Asistente del SIO con respecto al Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

Como se vio anteriormente el Sistema CCTV es el encargado de gestionar todas las cámaras IP instaladas en las estaciones y en los puestos de control. La responsabilidad del Asistente del SIO es mantener operativo el Sistema CCTV. Otra de las funciones del Asistente del SIO es la revisión de las incidencias usando el Sistema CCTV, estas pueden ser usadas para corroborar si se usaron correctamente los equipos de SCP ante algún reclamo del usuario o cuando en el puesto de control se solicita la revisión de los incidentes en cualesquiera de las estaciones.

1.2.3.1 Composición del Sistema CCTV

El sistema de CCTV esta constituido principalmente por cámaras IP marca AXIS, como se pudo apreciar en la Figura 6, estas tienen una interface gráfica a la cual puede ingresarse con su dirección IP, utiliza un formato HTTP y permite efectuar las configuraciones de red, zoom y ángulo de la cámara. La señal adquirida por las cámaras son enviadas a un servidor local en la estación y luego a través del anillo de Fibra Óptica, hacia el servidor central del puesto de control de Villa El Salvador.

Los servidores tanto locales como los de uso en el puesto central son de la marca NICE, se encargan de captar señales de video utilizadas para emitir datos de imágenes que quedaran guardadas en los discos duros de los storages del servidor del puesto central de operaciones. Se puede apreciar una imagen del equipo servidor NICE en la Figura 45.

Los parámetros para poder configurar la señal de video que será guardada en los servidores, se puede determinar desde la computadora

de monitoreo del sistema, la cual tiene conexión directa con el servidor NICE.



Figura 45: Servidor del sistema CCTV

Fuente: Internet

El primer parámetro utilizado por el servidor, es captar la señal de video emitida por la cámara IP, establecer en que espacio del disco duro o del storage se va guardar, configura la resolución de la imagen para que no ocupe un espacio excesivo y luego se procede a etiquetar la señal con el nombre de la cámara que capturó la imagen y el código de la estación a la que pertenece.

Finalmente se configura el sistema para grabar todo lo captado por las cámaras, todas las señales de video ocupan un espacio enorme en el disco duro, por lo tanto se permite mantenerlas durante treinta (30) días. Si se aumentara la resolución de las señales de video, se tendría menos tiempo de grabación, el disco duro y/o los storages topan su capacidad y el sistema empieza a grabar desde inicio, eliminando las señales de video más antiguas.

a) Interfaz Nice Vision

Para poder gestionar e interactuar con el sistema de cámaras se necesita de una interfaz hombre máquina, esta interface es el Nice Visión. Esta interface puede correrse en cualquier computadora que se conecte al servidor del

sistema de cámaras. El software de uso por el Nice Vision debe ser instalado en la computadora de monitoreo, utiliza los recursos del servidor para poder gestionar las cámaras, monitorearlas o para poder navegar por las mismas en el tiempo, también nos permite gestionar usuarios.

La función del Asistente del SIO es monitorear el sistema usando esta interface, revisar periódicamente los permisos de los usuarios del sistema, (agentes de estación), los cuales solo tienen permisos para visualizar las cámaras de su estación y no tienen capacidad para navegar en el tiempo. El supervisor del SIO es el único que puede otorgar permisos a los usuarios.

En la Figura 46, se puede apreciar un ejemplo de la interface Nice Visión.

b) Parámetros de las cámaras IP:

La Línea 1 del Metro de Lima usa las cámaras IP marca AXIS modelo P3343 de 6mm de diámetro del lente para área de boleterías y de 12mm de diámetro de lente para el área de andenes. El lente es el responsable de tomar la imagen y determinar cuanta luz penetra en el equipo para poder enviar la señal visual al sensor de imágenes.

La cámara tiene una resolución de 800x600 píxeles (SVGA) dicha resolución cumple con las necesidades de calidad de imagen y no eleva el ancho de banda necesario.

Las cámaras IP de la Línea 1 usan el formato H.264, es hasta ahora el más usado en todo el mundo, debido a que conserva una alta calidad de video sin la necesidad de tomar un gran tamaño en el ancho de banda de la red ni en el almacenamiento.



Figura 46: Interfaz Nice Visión

Fuente: Internet

Dicho formato nos puede dar una buena resolución de imagen solo con 30/25 (NTSC/PAL) imágenes por segundo o conocido también como fps (siglas en inglés *frame per second*). En la cámaras de la Línea 1 se trabaja con 30 fps, parametro de uso para el sistema NTSC. El sistema NTSC transmite 30 imágenes por segundo usando 486 líneas horizontales de 648 píxeles cada una. Este sistema fue creado para transmitir la televisión a color analógica y fue desarrollado en Estados Unidos, dicho sistema se utiliza en Perú.

Por esta razón, este fomato no ocupa mucho espacio en el ancho de banda de un canal de comunicación ni en su almacenamiento.

El algoritmo usado para la compresión de imágenes de video se denomina Codec (siglas en inglés de *encoder/decoder*). La compresión de imágenes de video hace referencia al procesamiento que sigue una fuente de video, ya sea para un archivo o para videos en vivo o para eliminar imágenes

repetidas o sectores de video redundantes, se conoce que el ojo humano no necesita tantas imágenes por segundo para comprender una señal de video.

Para la definición de una imagen en video, se usa el termino *frame*, en formato H.264, en uso existen 3 tipos de *frame*:

- *I-frame*: Es la imagen del video que no necesita información de imágenes anteriores y/o posteriores para ser decodificada. Con ella se inicia una secuencia de video.
- *P-frame*: Esta imagen si requiere de imágenes referenciales, necesita información de la *I-frame* mas cercana y de las *P-frame* vecinas, mientras más cercana se encuentre de una *I-frame*, más exacta será la información que tenga la *P-frame*.
- *B-frame*: Es la imagen de video que se puede desarrollar entre imágenes vecinas, ya sea *I-frame*, *P-frame* u otra *B-frame*.

En la Figura 47, se muestra cómo están organizadas las *frames* en un archivo de video.

En video vigilancia, solo se usan los *I-frames* y *P-frames*, este tipo de videos se pueden compartir en la red de transmisión con muchas otras fuentes de video, para el caso serían otras cámaras de vigilancia, y toda la información se va a compartir el mismo almacenamiento. Por esta razón, se necesita que el peso de los videos por almacenar sea el mínimo posible.

También se minimiza el peso del video, reduciendo información en la misma *frame* o eliminando los pixeles repetitivos de los *frames* que necesitan las referencias de sus *frames* vecinos. En la Figura 48, se puede mostrar este ejemplo.

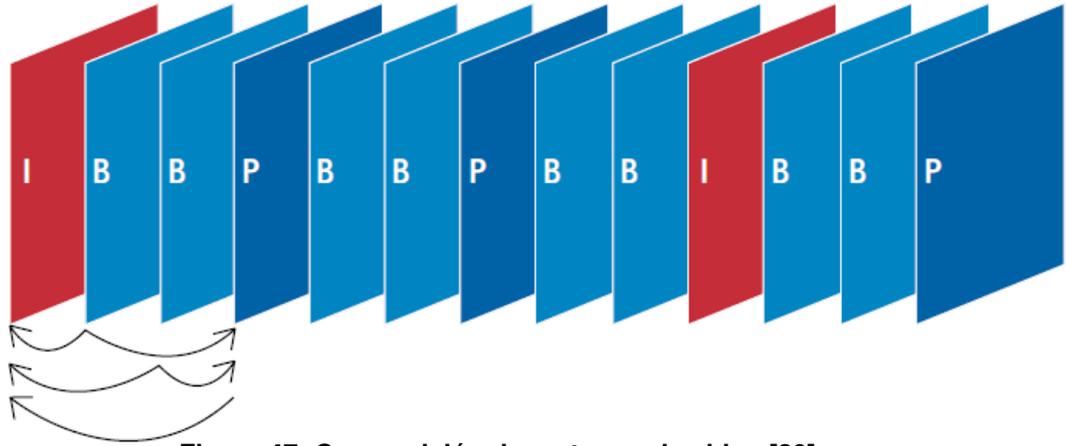


Figura 47: Composición de un tramo de video [20]

Fuente: Internet

A diferencia del formato JPEG que elimina información de toda la *frame*, el formato H.264 solo elimina los pixeles repetidos en los *frames* de referencia para el decodificador, los pixeles que no son repetitivos se dejan como están.

En el ejemplo de la Figura 48, solo el *I-frame* cuenta con su información íntegra, los *P-frames* tomarán referencia de los pixeles estáticos del *I-frame*.

Se escogió una velocidad de transferencia de 1536 kbit/s, se tiene en consideración la capacidad de ancho de banda que puede proporcionar la Fibra Óptica. En el caso de la Línea 1, se proporcionó cinco (05) canales de 101 Mbit/s cada uno, por donde se trasmite la información de video de cinco (05) estaciones, cada estación tiene ocho (08) cámaras en promedio, esto quiere decir que cada canal emitiría la información de 40 cámaras IP, requiriendo un ancho de banda de 61 Mbit/s, dejando 40 Mbit/s en stand by para el caso que el sistema CCTV tenga que crecer.

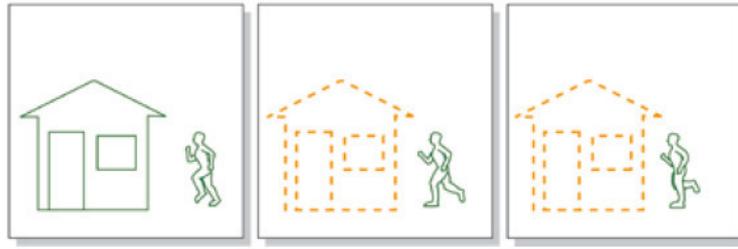


Figura 48: Ejemplo de reducción de píxeles repetitivos. Las líneas punteadas son las que no se van a transmitir [20]

Fuente: Internet

c) Funciones del Asistente del SIO:

La función del Asistente del SIO es asegurar la integridad del sistema CCTV valiéndose de la interface *Nice Vision*.

La interface *Nice Vision* nos proporciona un menú en forma de árbol para poder acceder a cualquier cámara instalada en el corredor de la Línea 1. Este tipo de estructura divide y subdivide la organización de las cámaras, dependiendo de la estación en la que se encuentren, de esta forma se puede navegar en todo el sistema para ubicar la cámara que deseamos ver, esto se puede apreciar revisando la Figura 46.

La interface *Nice Visión* cuenta con un generador de eventos cada vez que detecta situaciones anómalas en el sistema, tales como la desconexión de una cámaraNVR o un canal entero de comunicación. Para este problema, el Asistente del SIO debe tener pleno conocimiento de la arquitectura de red ethernet del sistema y saber en que nivel de la estructura OSI se está perdiendo la comunicación.

- En caso de ser una desconexión en el nivel de capa 2, el Asistente tiene que valerse de las herramientas de monitoreo, como la OMS o pruebas de *pin* en los *switches*, de la línea 1, para poder determinar en qué puerto se generó dicha desconexión.

- En caso de una desconexión en el nivel de capa 4 para arriba, el Asistente debe ingresar a la cámara vía ethernet de forma directa, sin usar el sistema *Nice Visión*, revisa la configuración y determina si los parámetros son los indicados.
- En caso de ser un problema con la NVR el Asistente de SIO debe revisar que el programa del *Nice Visión* este funcionando correctamente, en caso de encontrar el programa congelado, debe reiniciarlo, observando que el programa se conecte al sistema.

1.2.3.2 Referencias académicas y logros en el puesto de Asistente del SIO con respecto al sistema de CCTV

En el caso del sistema CCTV, los problemas mayormente se presentan en los niveles 2 y 4 del modelo OSI, porque las cámaras están conectadas a los switches y estos envían sus tramas a los servidores de *NiceVision*. Para poder solucionar los problemas del día a día que genera este sistema, es necesario tener la referencia teórica del curso de “Conmutación Digital”, aprendido en la Universidad y el curso “Arquitectura de Servidores” brindado por la empresa CONCAR.

a) Identificación de problemas:

Existen dos (02) tipos de problemas frecuentes en la línea 1 del Metro de Lima con respecto al sistema CCTV. Uno de ellos es la de no poder visualizar en el programa de monitoreo una cámara o un grupo de ellas. Para poder identificar el problema se necesita efectuar un seguimiento a las cámaras, hasta encontrar el punto en donde se corta la transmisión, normalmente se puede dar por una sobrecarga en el puerto del switch, problemas en el switch de datos o problemas en el puerto que corresponde al CCTV del Nodo de Fibra Óptica. Otro problema muy frecuente en el sistema de CCTV es: no recibir la señal de algún servidor del sistema CCTV. Este problema está referido a la integridad operativa del servidor, se debe verificar la configuración de los discos duros, chequear si alguno ha dejado de funcionar o si algún servicio del sistema operativo se congeló.

b) Toma de decisiones para la solución de problemas:

Con respecto a la desconexión de cámaras, se debe ubicar el punto en donde se corta la transmisión y revisar la naturaleza del problema. Los conocimientos obtenidos en el curso de "Conmutación Digital" brindan el criterio para poder ubicar el punto en la red donde está el problema. En el caso de que un puerto esté sobrecargado, solo se debe reiniciar la cámara, en supuesto caso que el puerto se encuentre defectuoso se debe configurar un puerto de reserva, respetando todos los protocolos de uso por la cámara, en el caso de una avería en el switch, se debe configurar otro elemento para reemplazar el defectuoso y en el caso de ser el puerto del nodo de Fibra Óptica, se debe liberar tan solo desconectando el cable UTP que lleva la señal CCTV y volverlo a reconectar nuevamente.

Para poder solucionar el problema del servidor, se debe revisar si el aplicativo del servidor se encuentra en funcionamiento, en caso de que este se encuentre congelado, el software debe reiniciarse, en caso que el

problema sea el mal funcionamiento de un disco duro, se debe realizar el cambio sin apagar el servidor, estos cambios pueden efectuarse en caliente.

c) Logros obtenidos

Los logros obtenidos están basados en los conocimientos adquiridos al convalidar la teoría con la experiencia; por el dominio del sistema de CCTV se me asignó nueva capacitación en cursos referidos al mantenimiento de los *Data Center*. Posteriormente, recepcioné nuevas y mayores responsabilidades que me ayudaron a seguir una línea laboral ascendente en la empresa.

CAPÍTULO II

CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLA LA EMPRESA

El campo en el que se desarrolló mi experiencia profesional fue la empresa CONCAR, perteneciente al grupo Graña y Montero, quien tiene la responsabilidad de mantener mas de 4600 kilómetros de carreteras distribuidos en 12 proyectos a nivel nacional. CONCAR también tiene la responsabilidad del Mantenimiento y Gestión de la Línea 1 del Metro de Lima.

En este capítulo, se realizó una pequeña reseña histórica de donde la empresa CONCAR consiguió su primera concesión y como esta, toma la responsabilidad con respecto a la Línea 1. Se definió la Misión y Visión de la Empresa, la estructura orgánica del área general encargada del Plan de conservación de los sistemas de Telecomunicaciones de la Línea 1 y el puesto desempeñado acompañado de sus funciones, con la finalidad de asegurar la operatividad y conservación de dichos sistemas.

2.1 Reseña Histórica

CONCAR inicia sus actividades como empresa en el año 1994, asumiendo la Rehabilitación, Operación y Mantenimiento de los 105 kilómetros de la carretera Arequipa - Matarani. Este proyecto fue la primera licitación vial en el Perú y CONCAR la primera concesionaria vial del país.

En abril del año 2011, CONCAR inicia las labores de Gestión y Mantenimiento de la Línea 1 del Metro de Lima, proyecto perteneciente al Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Este medio de transporte es moderno, seguro, integral, masivo y rápido. A la fecha registra más de 57 millones de pasajeros transportados.

2.2 Misión y Visión de la empresa

2.2.1 Misión

Brindar un servicio especializado en operaciones, conservación y gestión de infraestructura, dando oportunidades de crecimiento a nuestros empleados, contribuyendo a su seguridad y salud, respetando el medio ambiente y el bienestar de las comunidades aledañas a las zonas de trabajo.

2.2.2 Visión

Ser reconocidos por los clientes, usuarios y entidades reguladoras como la mejor empresa de servicios de operación, conservación y gestión de infraestructura en el país.

2.3 La organización

La organización del área de Infraestructura se divide en vías y obras; Equipos Auxiliares; Sub-Estaciones y Catenarias; y Señalización y Telecomunicaciones. El área de Señalización y Telecomunicaciones es la encargada del control automatizado de las vías, las cuales controlan la velocidad y paradas del Tren, también se encarga de las comunicaciones entre todos los sistemas de la Línea 1 del Metro de Lima y de la operatividad de los sistemas de CCTV, SCP, Difusión Sonora, Telefonía IP, Radio Tetra, OTN. La sub-área del SIO se encuentra en el área de Señalización y Telecomunicaciones. En la Figura 49, se muestra el organigrama.

2.3.1. Organigrama



Figura 49: Organigrama del área de Infraestructura

Fuente: Concar

El autor tuvo participación en el proyecto de migración del sistema de torniquetes de la Línea 1 en el año 2013, que consistió en cambiar de un

sistema de cobranza de tarifa única, a un sistema de cobranza dependiendo del tramo recorrido por el tren.

Al personal de CONCAR se le encomendó la tarea de supervisar y participar de los trabajos de migración, con el fin de poder conocer el sistema después de implementado y tener la capacidad de expandirlo, intervenirlo en caso de incidentes y efectivizar un óptimo Mantenimiento Preventivo.

2.4 Puesto de desempeño

El puesto de desempeño relacionado con el área, fue como Asistente del SIO y las funciones asignadas fueron: supervisar el Sistema de Control de Pasajeros, OTN, CCTV, supervisar la red operativa de la Línea 1 y supervisar el cumplimiento de los procedimientos de migración del sistema de torniquetes de la Línea 1 (año 2013), que permitió cambiar el sistema de cobranza de tarifa única a un sistema de cobranza dependiendo del tramo recorrido por el tren.

Al personal de CONCAR se le encomendó la tarea de supervisar y participar de los trabajos de migración con el fin de poder conocer el sistema después de implementado y tener la capacidad de expandirlo, intervenirlo en caso de incidentes y efectivizar un óptimo Mantenimiento Preventivo.

CAPÍTULO III

ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Con el inicio del funcionamiento del Tramo 2 del Metro, que comprende desde la Estación del Ángel en el Cercado de Lima hasta la Estación Bayovar en el distrito de San Juan de Lurigancho. El estado solicitó que el sistema de control de pasajeros tenga la capacidad de diferenciar el trayecto recorrido del tren para cobrar una tarifa que sea equivalente. Hasta el momento la Línea 1 solo tenía la capacidad de cobrar una tarifa única de S/. 1.50 para adultos y una tarifa de S/. 0.75 para contrato medio. Con el cambio exigido por el estado el Sistema de Control de Pasajeros podrá cobrar una tarifa económica para trayectos cortos y una completa para trayectos largos.

Para poder responder a las solicitudes del estado la Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico (AATE) se decidió realizar una migración de tecnología del Sistema de Control de Pasajeros. Para esto la AATE optó por contratar a la empresa tecnológica española INDRA la cual se encargaría de realizar el proyecto junto con CONCAR, la empresa concesionaria de la Línea 1 del Metro de Lima.

INDRA es una empresa multinacional de consultoría y tecnología que ofrece soluciones para los sectores de Transporte y Tráfico, Energía e

Industria, Administración Pública y Sanidad, Servicios Financieros, Seguridad y Telecomunicaciones.

Una de las actividades en las que tomé parte, fue en la migración del sub-sistema de torniquetes. Este capítulo se centró en la migración del sub-sistema de control de torniquetes, se describirá cada componente del sistema, que tecnología se usa para el cumplimiento de sus funciones y se especificará técnicamente el funcionamiento de las tarjetas electrónicas y equipos. Se verá qué soluciones de tecnologías se utilizan para cubrir las distintas necesidades con respecto a la carga, registro y débito de los pasajes.

También se vio qué soluciones se tomaron en cuenta para cubrir las necesidades de conectividad, y se especificará el funcionamiento de la tecnología de conectividad elegida.

Por último, se expuso los cambios hechos en la migración y se vieron cómo estos han traído mejoras en el sistema de torniquetes para adaptarse a las nuevas solicitudes del estado.

En la figura 50, puede apreciarse un diagrama general entre el torniquete y el servidor de aplicaciones.

3.1 Sub-sistema de torniquetes antes de la Migración

El sub-sistema de torniquetes tiene como función principal debitar el saldo de las tarjetas de pasajeros usando la tecnología RFID, aparte tiene la función de bloquear la tarjeta de pasajeros, por motivo de fraude, y diferenciar el tipo de tarifa entre perfil adulto o médio.

El subsistema de torniquetes tiene la capacidad de comunicarse en tiempo real con el servidor de aplicaciones que ira guardando la información recaudada por los torniquetes en el servidor de base de datos. Para que los torniquetes puedan comunicarse con los servidores necesita de una serie de equipos y dispositivos que puedan transferir los datos y canalizarlos debidamente para evitar la pérdida de información y/o los cuellos de botella.

Es importante describir la composición de este subsistema desde el Torniquete hasta el Servidor de aplicaciones para poder entenderlo al detalle, saber como este se integra a la red operativa que tiene como canal el anillo de fibra óptica.

Por esta razón, este capítulo se centrará en la composición de este sub-sistema antes de la migración, para entenderlo, describiremos como cambia en su migración a partir del 2013.

A diferencia de los demas sub-sistemas del Sistema de Control de Pasajeros, este cambia desde el equipo terminal hasta el servidor de aplicaciones, en el caso de los demas solo cambia en el equipo terminal. La migración no solo aumentó las funciones de los equipos terminales sino que también optimizó la comunicación de los mismos con los servidores.

3.1.1 Torniquetes

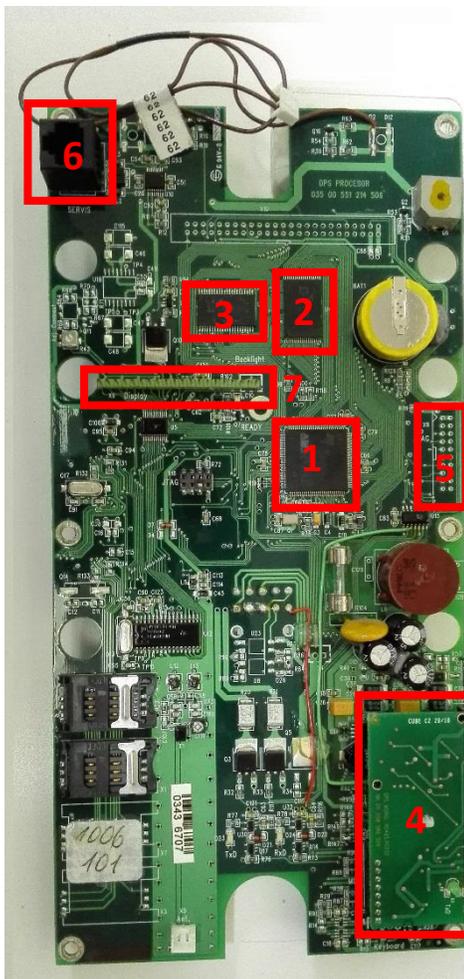
El subsistema de torniquetes necesita cumplir con las siguientes características para garantizar la integridad de los datos desde el terminal hasta el servidor de aplicaciones:

- Un procesamiento electrónico con la capacidad de almacenar el software encargado de controlar los procesos mecánicos del torniquete, la comunicación con la tarjeta del usuario y la comunicación con el servidor de aplicaciones.
- El torniquete debe tener la capacidad de soportar la tecnología RFID básica y necesaria para poder hacer lectura y escritura rápida ante la gran cantidad de usuarios que pasan usando este sistema.
- La integridad de la información debe estar asegurada entre el torniquete y el primer nodo que llevó la información por toda la red.

Para poder cumplir con estas necesidades el equipo torniquete cuenta con dos tipos de tarjetas principales. Una es la tarjeta validadora con las funciones de comunicarse con la tarjeta de usuario, comunicarse con el primer nodo de red, almacenar el software con el programa de control de procesos y mandar las señales indicativas a la tarjeta de control. La tarjeta de control es la responsable de manejar los dispositivos actuadores que mueven el sistema mecánico y los semáforos que nos indican el pase o la negación del mismo.

3.1.1.1 Tarjeta validadora

Esta tarjeta electrónica tiene la función de comunicarse con la tarjeta de usuario sin necesidad de contacto físico, comunicarse con el sistema de red, enviar las indicaciones de control a la tarjeta de control y guardar el software de aplicación de las funciones antes mencionadas.



- 1.- Micro controlador STR710FZ2T6, en dicho dispositivo esta grabado el programa principal.
- 2.- Dispositivo MFRC531 encargado de llevar la tecnología RFID.
- 3.- Dispositivo SAMSUNG, controlador para el barrido de la pantalla del torniquete.
- 4.- Tarjeta de comunicación, convierte el lenguaje de la tarjeta validadora en una señal RS485 para la transmisión de transacciones y actualizaciones.
- 5.- Conector JTAG para la programación ICP con lo que se programara el software de control del micro controlador.
- 6.- Puerto de comunicación RS232 para la programación IAP con la cual se configurarán los parámetros del torniquete.
- 7.- Puerto de comunicación con la pantalla de torniquete.

Figura 51: Tarjeta validadora de torniquete

Fuente: Siemens

Este software es conocido como *firmware* el cual se instala en la tarjeta para que esta pueda comunicarse con todos los dispositivos del equipo, la tarjeta validadora puede apreciarse en la Figura 51. Esta tarjeta tiene como centro de procesos al microcontrolador STR710FZ2T6 de la serie de los dispositivos STRZ10 y de la familia *ARM-Powered 32-bit Microcontrollers*, el cual contiene una memoria *Flash* y otra RAM. En la tabla 2, se aprecia las descripciones físicas de esta familia.

Tabla 2: Características físicas de la familia STR710

Características	STR710 FZ1	STR710 FZ2	STR710 RZ	STR711 FR0	STR711 FR1	STR711 FR2	STR712 FR0	STR712 FR1	STR712 FR2	STR715 FRx
Flash - Kbytes	128 + 16	256 + 16	0	64 + 16	128 + 16	256 + 16	64 + 16	128 + 16	256 + 16	64 + 16
RAM - Kbytes	32	64	64	16	32	64	16	32	64	16
Función de Perifericos	CAN*, USB, 48 I/Os**			USB, 30 I/Os			CAN, 32 I/Os			32 I/Os
Voltaje de Operación	3.0 a 3.6V									
Temperatura de Operación	-40 °C a 85 °C									
*CAN: Protocolo de comunicación basado en topología BUS para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. ** xI/O: Dispositivo que permite la comunicación entre un sistema de procesamiento y el exterior, como el ser humano.										

Elaboración: El autor

En la figura 52 se puede apreciar un diagrama general de dicho procesador.

El núcleo del procesador usa la técnica *pipeline* la cual consiste en cumplir instrucciones simultaneas donde el final de una es el inicio de la otra, el número de instrucciones que realiza dicha familia son 3:

- *Fetch*: Consiste en tomar la instrucción de la memoria, en este caso dicha instrucción se encuentra en la memoria ya escrita (*firmware*) para su posterior decodificación, mientras se pasa al siguiente paso el núcleo repite esta instrucción mientras se realiza el siguiente procedimiento.
- *Decode*: En este paso el núcleo decifra lo que dice la instrucción retirada para una posterior ejecución.
- *Execute*: Se ejecuta la instrucción, en caso de escritura se usa el registro, en caso de requerir una operación lógica se usa la ALU (*Aritmetic Logic Unid*).

Con respecto al acceso de memoria el procesador, tiene un bus de 32 bits por donde transitan instrucciones y datos. Solamente tienen acceso las operaciones de carga, almacenamiento e intercambio de datos.

El procesador STR710FZ2 tiene una memoria flash de alta velocidad dividida en dos bancos de memoria, el banco 0 contiene 256 Kbytes y está destinado al programa de aplicación y el banco 1 contiene 16 Kbytes destinado a guardar datos constantes.

Hay dos formas de programar la memoria flash:

- *IAP (In Application Program)*: Capacidad para reprogramar la memoria del microcontrolador mientras este sigue en funcionamiento. En la línea 1, se usa dicha capacidad para cambiar parámetros como número de torniquete,

hora y fecha, formatear memoria de 16K y 256K, configuración como bidireccional, entrada, salida, entre otros cambios.

- ICP (*In Circuit Program*): Capacidad de programar la memoria del microcontrolador usando el protocolo JTAG. Este tipo de programación se usa para instalar el firmware con el programa de control de la tarjeta validadora, sin tener la necesidad de sacar el microprocesador de la tarjeta modular.

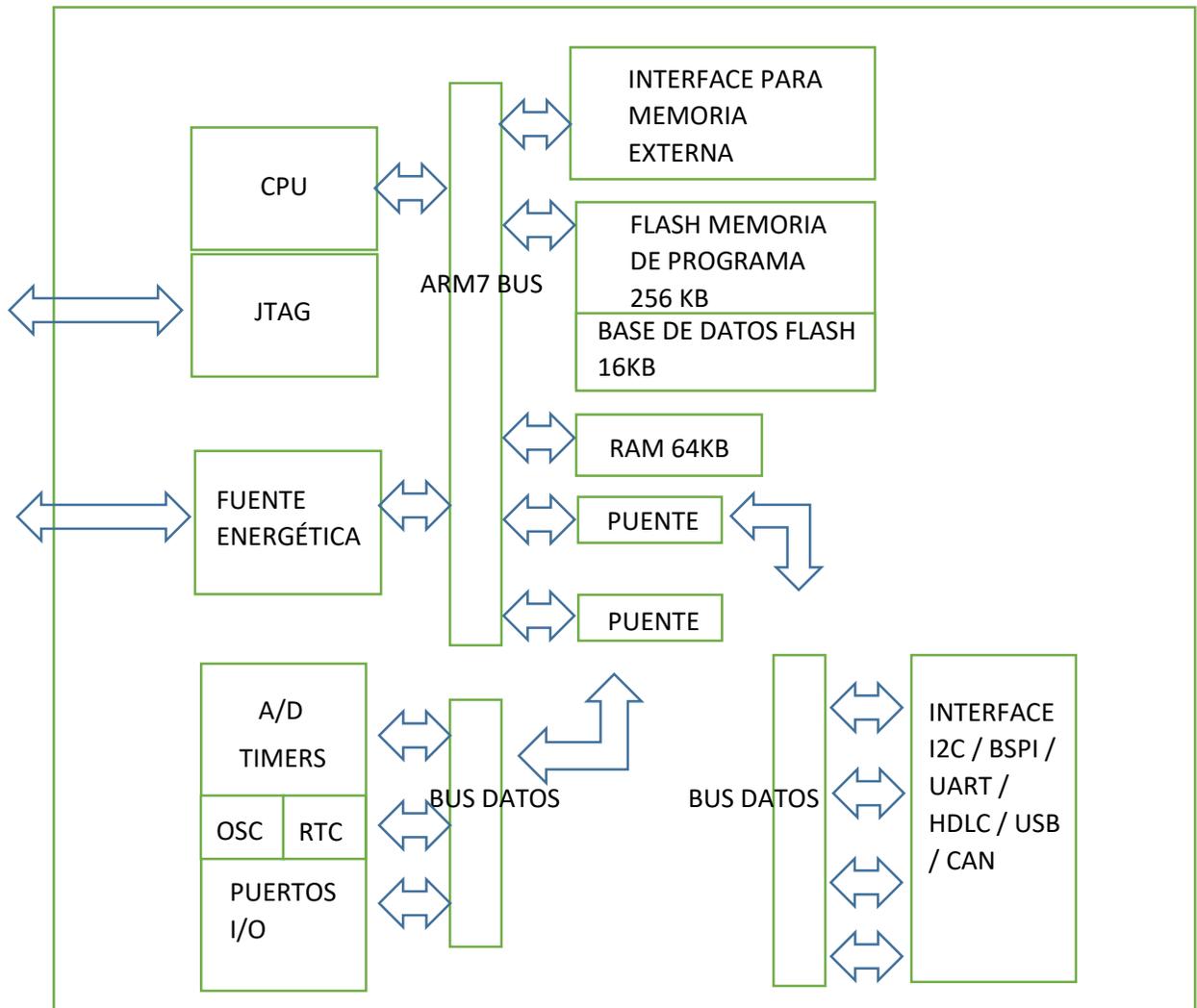


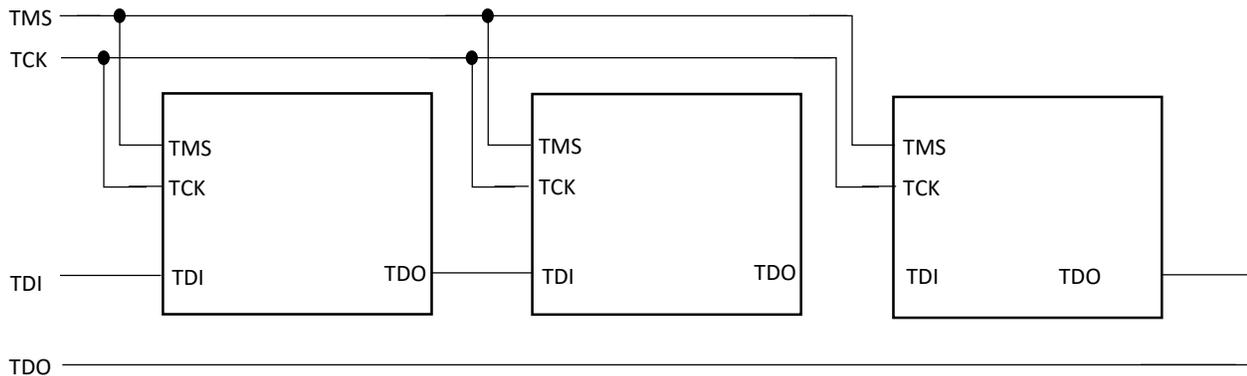
Figura 52: Diagrama general de la serie STRZ10FZ2

Elaboración: El autor

JTAG (*Join Test Action Group*) es el grupo de la Empresa formada en 1985 usada para la revisión de circuitos impresos y se convierte en un estándar de la IEEE 1149.1. Se utiliza para corregir los errores de

programación. Permite entrar a la memoria del programador sin retirar del mismo la tarjeta electrónica.

El estándar IEEE 1149.1 define la forma de poder revisar, probar o modificar la lógica de un circuito así este se encuentre en plena operación. El propósito de este estándar, es brindar un esquema general para ser adoptado como estándar por las demás empresas de circuitos. En la figura 53 puede verse el esquema general de esta arquitectura.



TMS (*TestingModeSelect*): Selector de modo de testeo, señal de entrada.

TCK (*TestingClock*): Reloj de testeo, señal de entrada.

TDI (*Testing Data In*): Entrada de datos de testeo, señal de entrada.

TDO (*Testing Data Out*): Salida de datos de testeo, señal de salida.

Figura 53: Arquitectura general del estándar IEEE 1149.1

Elaboración: El autor

El dispositivo JTAG se sincronizó con la señal de reloj del TKC y determinó entre datos de ingreso o salida con el TMS, de esta forma, en rasgos generales, se programó la memoria Flash del STR710FZ2 sin la necesidad de retirar el controlador del circuito, ni este, del mismo del sistema.

El conector utilizado para programar la memoria con el protocolo JTAG es el ARM-20, este se muestra en la figura 54.

- VTREF: Voltaje de referencia, es usado para crear los niveles lógicos de voltaje. Se conecta directamente a la fuente de energía del procesador
- VSUPPLY: Se usa en algunos modelos, en este caso no se usa. Por lo general necesita de una fuente de 5 o 3.3 voltios
- TRST-: “*Test Reset*” es usado para reiniciar de manera asincrónica el puerto de acceso JTAG (TAP). Dicho puerto de acceso se encuentra en muchas familias de procesadores con JTAG para modificar registros

Signal	Pin	Pin	Signal
VTREF	1	2	VSUPPLY
TRST-	3	4	GND
TDI	5	6	GND
TMS	7	8	GND
TCK	9	10	GND
RTCK	11	12	GND
TDO	13	14	GND
SRST-	15	16	GND
DBGREQ	17	18	GND
DBGACK	19	20	GND

Figura 54

Fuente: Internet

- TDI: “*Test Data In*” este pin lleva la señal de datos al procesador para modificar el programa
- TMS: “*Test Mode Select*” brinda la señal de control para el reinicio del procesador (TAP)
- TCK: “*Test Clock*” brinda la señal de control para la programación del controlador

- RTCK: “*Return Test Clock*” se usa para sincronizar la señal JTAG al reloj interno en caso que se generen retrasos del reloj, por el uso de una señal de alta frecuencia para el reloj
- TDO: “*Test Data Out*” se usa para leer la señal de datos del procesador
- SRST-: “*System Reset*” se usa para reiniciar el sistema
- DBGRQ: “*Debug Reset*” permite poner al procesador en modo de programación
- DBGACK: “*Debug Acknowledge*” pin usado para sensar el estado del procesador
- GND: “*Ground*” Estos pines se conectan al tierra del circuito

Para terminar con el STR710FZ2 se mencionará en rasgos generales los componentes faltantes del procesador:

- Temporizadores estandar (*Timers A/D*): Son cuatro (04) temporizadores de los cuales tres (03) son usados para comparar pulsos de funciones y el cuarto temporizador es utilizado para aplicaciones generales de software para sincronizar funciones.
- Reloj en tiempo real (RTC): Proporciona un contador continuo impulsado por un cristal de 32 KHz.
- Interfaces: El procesador cuenta con diferentes interfaces como CAN, USB, HDLC, entre otros, los cuales brindan capacidad de interactuar al procesador.

En el banco 0 de la memoria flash, fue grabado el programa que controló las funciones de la tarjetas validadora, dentro de estas estan:

- Señal de control y adquisición de datos del Integrado MFRC531, el cual está encargado de manejar la tecnología RFID del torniquete. Esta tecnología se explicará más adelante.
- Control y solicitud de confirmación del integrado ATmega162 el cual tiene como función el control mecánico del brazo del torniquete y los semáforos del mismo.
- Control de la comunicación RS-485 con el cual se transfirió la información de la tarjeta de usuario al servidor.
- Lectura y escritura del banco 1 de 16 KB para consultar o escribir la información de la tarjeta de usuario.

En el banco 1 de la memoria flash, se grabaron los siguientes paquetes.

- Paquetes de tarifas: Estos contienen los valores de descuento para usuarios adulto y medio, tiempo de caducidad de las tarjetas y los días feriados.
- Paquetes de listas negras: Estos contienen los números de tarjetas que deben ser bloqueados por motivos de infracción.
- Paquetes de software: Estos contienen modificaciones en la programación del hardware siempre y cuando el firmware lo permita.

La tarjeta validadora se conecta directamente con el electrograbador de tarjetas la cual mediante la tecnología RFID podrá leer y grabar en

las tarjetas de los usuarios. Dependiendo de la configuración que tenga el *firmware* la tarjeta validadora usará las capacidades del electro grabador para cumplir sus funciones.

En una lectura de tarjeta de usuario, el sistema tiene que extraer la información con respecto al tipo de usuario, si es usuario Adulto o usuario Medio, y con respecto al tipo de usuario hacer el descuento de S/. 1.50 para adulto o S/. 0.75 para medio, en caso de ser feriado el sistema cobrará S/. 1.50 a todas las tarjetas de usuarios. Después de hacer la transacción el subsistema de torniquetes guardó el nuevo estado en la tarjeta y envió la transacción al servidor de aplicaciones y si la tarjeta esta considerada en las listas negras el subsistema de torniquetes grabó en la tarjeta de usuario un estado de tarjeta bloqueada para que la misma no se pueda usar en el Sistema de Control de Pasajeros.

3.1.1.2 Comunicación RFID:

En la tarjeta validadora se encuentra el integrado MFRC531 que procesa la comunicación sin contacto obedeciendo el estándar ISO/IEC 14443. Dicho controlador funciona con un voltaje de entrada de 6.5 V

ISO/IEC 14443 es un estándar dirigido a la tecnología de comunicación sin contacto que operan a 13.56 MHz. El electro grabador expulsa una señal electromagnética de 13.56 MHz usando una antena propia del dispositivo, el alcance de la señal del dispositivo dependerá de la potencia del mismo, el alcance máximo es de 10 cm. Dicha señal induce la antena de la tarjeta que se aproxime a su influencia electromagnética generando una corriente AC la cual es rectificadora y regulada por el circuito integrado de la tarjeta para obtener una corriente DC, dicha señal es decodificada y se obtiene

los datos. Cuando la tarjeta tiene que comunicarse con el dispositivo electrograbador, modula la señal con los datos en una señal portadora de 847.5, KHz la cual será demodulada por el dispositivo y decodificada para obtener la señal generada por la tarjeta. Existen dos tipos de comunicación definidos por el estándar.

Tipo A

Para la comunicación entre el dispositivo y la tarjeta se usa el metodo de “Codificación Miller” donde cualquier cambio de voltaje es 1 y la permanencia en el voltaje es 0.

Para la comunicación entre la tarjeta y el dispositivo, este usa la codificación Manchester, en la cual, un cambio de voltaje de negativo a positivo es 0 y de positivo a negativo es 1. Con respecto a la modulación para ambos casos, se usa la modulación por conmutación de amplitud, ASK de las siglas *Amplitude shift keying*. El principio de modulación se puede especificar en la fórmula 1 y se puede ver en la figura 55. Los diferentes tipos de codificación pueden apreciarse en la figura 56.

$$v_{AM}(t) = [1 + v_m(t)] \left[\frac{A}{2} \cos(2\pi f_c t) \right] \quad (1)$$

v_m : Señal digital inicial

A : Amplitud de portadora

f_c : Frecuencia de portadora

$v_{AM}(t)$: Señal modulada

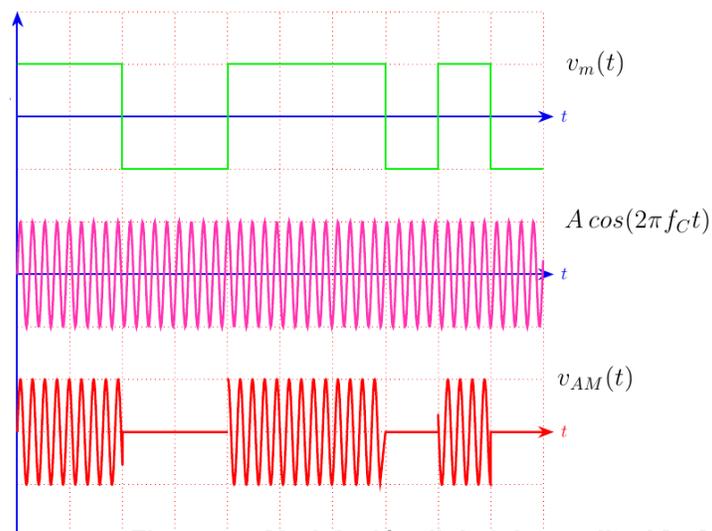


Figura 55: Modulación digital de amplitud [22]

Elaboración: El autor

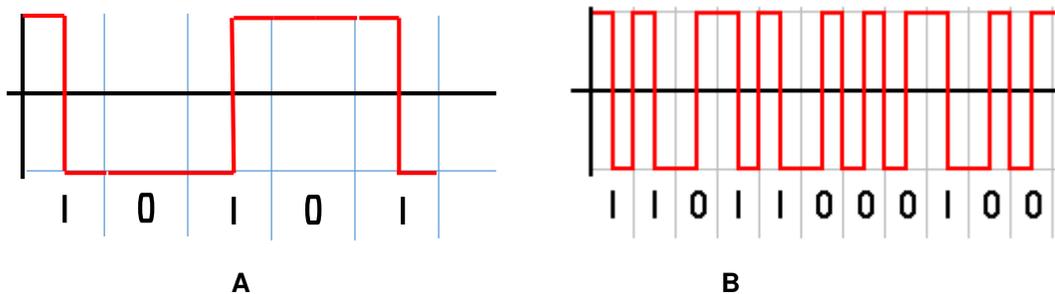


Figura 56: (A) Codificación Miller (B) Codificación Manchester

Elaboración: El autor

Tipo B

En el caso de la modulación con respecto a la comunicación y entre el dispositivo y la tarjeta, se usa la modulación por conmutación de amplitud pero en el caso de la comunicación entre la tarjeta y el dispositivo, se usa la modulación por conmutación de fase, PSK de las siglas *Phase shift keying*. Con respecto al método de codificación binaria usamos el NRZ, siglas de *non return to zero*, el cual se usa como valores lógicos de los voltaje positivos y negativos, usado tanto en la comunicación entre dispositivo a tarjeta, como de tarjeta a dispositivo, esto se puede entender mejor en la figura 57.

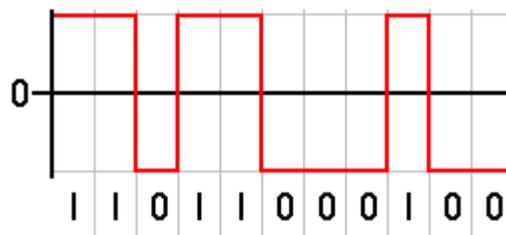


Figura 57: Codificación binaria NRZ

Fuente: Internet

3.1.1.3 Formato de los datos

El estándar ISO/IEC 14443 define la comunicación entre la tarjeta de usuario y el electro grabador la cual consiste en transmitir una fila de datos entre un valor que indique el inicio de los datos a recibir y el final. El bit de inicio de los datos es 0 y el bit indicando el final es 1. El tiempo de cada bit de esta fila de datos, incluyendo los datos de inicio y final, se conoce como unidad de tiempo elemental (ETU) y su duración es de 9.439 micro segundos.

También existe un tiempo entre cada fila de datos el cual se llama tiempo de guardia (EGT), este tiempo puede ser 0 segundos o una fracción del ETU. En la figura 58 se puede apreciar lo anteriormente expuesto.

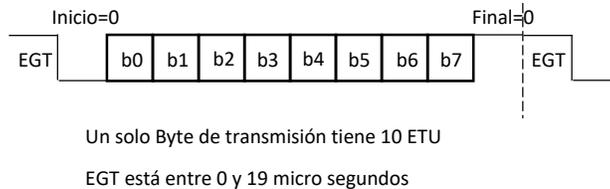


Figura 58: Representación del formato de transmisión de datos

Elaboración: El autor

La tarjeta validadora se conecta también a la tarjeta *display*, la cual muestra al usuario la información que necesita con respecto a su tarjeta de pasajero. También se conecta a la tarjeta de pictogramas, que mostraron un check verde en caso que el pase sea aprobado y un aspa roja en caso de que el torniquete no dé paso al usuario.

3.1.1.4 Tarjeta de Control

Por último, la tarjeta validadora se comunica con la tarjeta de control, la cual será la encargada de controlar los semáforos delantero y trasero del torniquete y habilitar el giro del brazo del torniquete en caso que se permita el paso al usuario.

La tarjeta de control finalmente se conecta a un pulsador, en la parte trasera del torniquete, que permite la salida al usuario haciendo que el torniquete oriente el giro del brazo de forma contraria.

Se necesita que el microcontrolador de la tarjeta tenga las siguientes características:

- La capacidad de ser reprogramada en caliente, ya que esta tarjeta controla dispositivos electromecánicos, por lo tanto está sometida a energía relativamente alta y un pico de energía puede desprogramar la tarjeta.
- Puertos E/S para accionar los actuadores que permitan el giro del brazo y el encendido de los semáforos.
- Una memoria *flash* con la capacidad de guardar el *firmware*.

Para poder cubrir las necesidades anteriormente expuestas, se cuenta con el microcontrolador ATmega162, que cuenta con las siguientes características importantes.

- Una memoria ISP *flash* de 16 K Bytes. ISP viene de las siglas *In-System Programmable*, esto se explicará mas adelante.
- Una memoria EEPROM de 512 bytes.
- Una SRAM de 1K Byte.
- 35 compuertas E/S.

a) Tecnología ISP

La tecnología ISP de las siglas *In-System Programmable* está compuesta por dispositivos lógicos programables, tienen la capacidad de ser programados y reprogramados cuando ya están instalados en el sistema, inclusive después de estar soldado en la tarjeta.

La ventaja de esta tecnología es que nos permite programar y testear el microcontrolador en una sola fase de producción, esto quiere decir que no se necesita usar una estación de programación para este tipo de dispositivos.

También es necesario un componente externo hardware para programar el dispositivo usando los puertos E/S de una PC, este dispositivo es conocido como programador ISP. Este dispositivo puede apreciarse en la figura 59.

Este dispositivo se conecta por puerto USB en la computadora y solo puede tener una distancia máxima de 180 cm hasta el dispositivo a programar, en el caso de los torniquetes. Este no es un problema ya que la llegada al microcontrolador es de fácil acceso.

Este componente es conocido como periférico de interface serial (SPI) y contiene 3 conectores:

- Reloj serial (SCK)
- Entrada maestra (*Master In*) – Salida esclavo (*Slave Out*) (MISO)
- Salida maestra (*Master Out*) – Entrada esclavo (*Slave In*) (MOSI)

Cuando el ISP inicia su programación, este opera en modo maestro y el microcontrolador en modo esclavo.

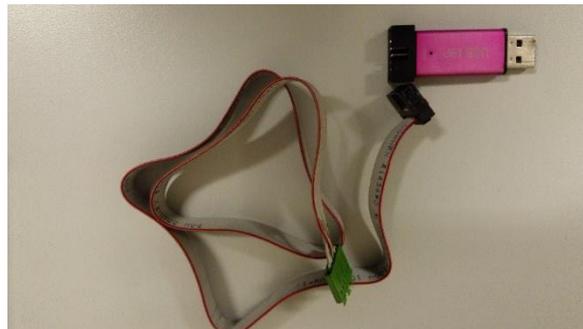


Figura 59: Componente de programación externo

Fuente: Indra

En la figura 60 se puede apreciar el esquema general de bloques de una comunicación ISP.

El SPI proporciona una señal de reloj en el conector SCK en cada pulso de reloj se entrega un bit por el conector MOSI y simultáneamente se recibirá un bit desde el microcontrolador por el puerto MISO, esto es para verificar que el microcontrolador está recibiendo la programación.

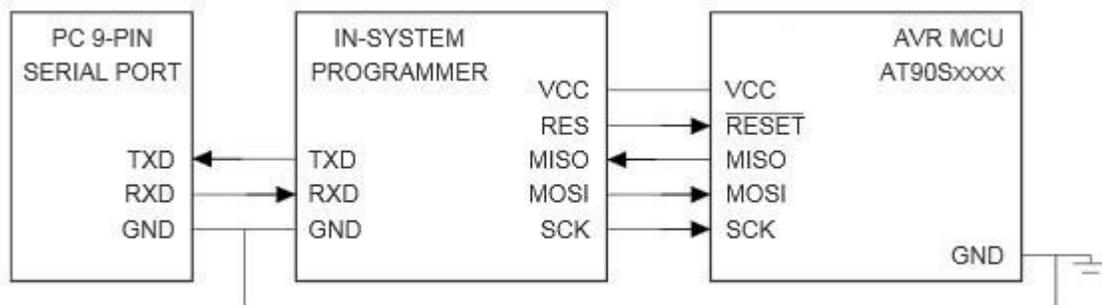


Figura 60: Diagrama de bloques general de una comunicación ISP

Fuente: Internet

Para mantener al microcontrolador en estado de grabación el SPI debe mantener la señal del RESET en estado *low*.

En la tabla 3, se pueden especificar los componentes del diagrama de bloques general.

Ya grabado el firmware, la tarjeta controladora está en condición de poder controlar sus actuadores para que el torniquete pueda operar. En la figura 61, puede apreciarse a la tarjeta de control.

Tabla 3: Componentes del diagrama general ISP

Componente	Nombre	Función
SCK	Reloj Serial	Reloj para programación generado por el SPI.
MOSI	<i>Master Out</i> – <i>Slave In</i>	Línea de comunicación de programación del SPI al Microcontrolador.
MISO	<i>Master In</i> – <i>Slave Out</i>	Línea de comunicación para la comprobación de la recepción de la señal MOSI que indica el microcontrolador hacia el SPI.
GND	Tierra comun	Tanto el SPI como el Microcontrolador comparten la misma tierra.
RESET	<i>Reset</i> del Microcontrolador	El ISP utiliza el reset para poner en estado de programación al microcontrolador.
Vcc	Voltaje para el Microcontrolador	Alimentación necesaria para que el microcontrolador se mantenga activo.
TXD	Señal de transmisión	Señal de transmisión del programador.
RXD	Señal de recepción	Señal de recepción del programador.

Elaboración: El autor

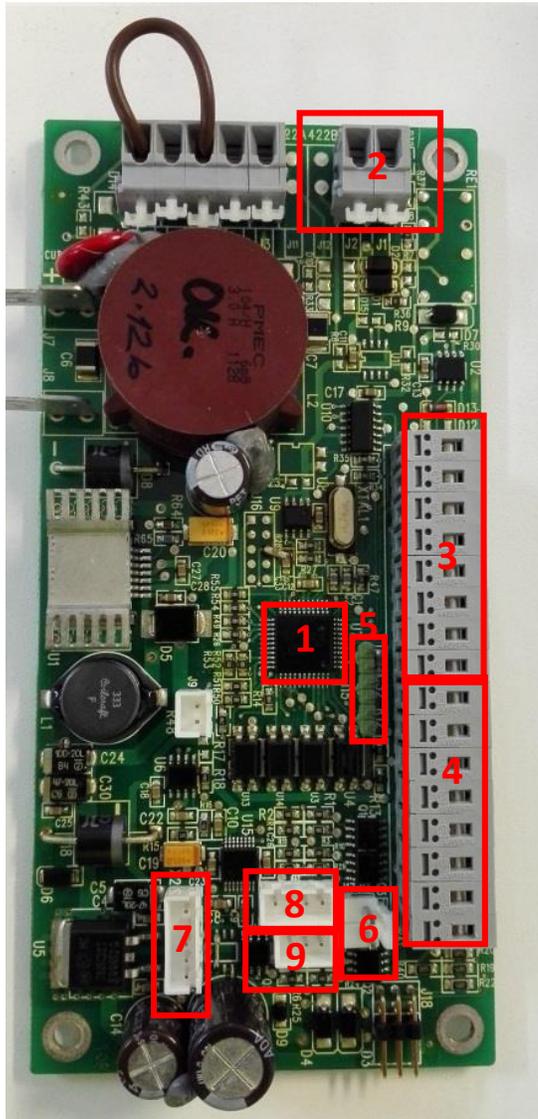


Figura 61: Tarjeta de control

Fuente: Siemens

- 1.- Procesador de la tarjeta de control ATmega162.
- 2.- Recepción de señal de pase de tarjeta validadora.
- 3.- Señales de entrada de los finales de carrera que confirman que el brazo de torniquete dio la vuelta y confirma que se hizo el pase.
- 4.- Señales de salida que van hacia los solenoides que dan el sentido de giro al brazo del torniquete.
- 5.- Puerto para programación ISP.
- 6.- Señal de pase para los semáforos del torniquete.
- 7.- Señal de recepción de tarjeta validadora para indicar estado en los semáforos (si es entrada, salida, bidireccional).
- 8.- Señal de salida para indicar estado de semáforo frontal (bidireccional y solo entrada en verde, solo salida en rojo).
- 9.- Señal de salida para indicar estado de semáforo posterior (bidireccional y solo salida en verde, solo entrada en rojo).

La función de la tarjeta de control es recibir la señal de apertura de la tarjeta validadora del torniquete, dicha señal será transformada en señales eléctricas de potencia para activar los solenoides lineales y permitir el giro del brazo y el energizado de los semáforos del torniquete.

b) Solenoide lineal

El solenoide lineal es un actuador electromagnético donde alrededor de un tubo cilíndrico está debanado un solenoide de cobre que al ser energizado generará un campo magnético que moverá un eje metálico con el que activará una llave que permitirá el giro del brazo del torniquete.



Figura 62: Parte delantera y trasera del torniquete antes de la migración

Fuente: Siemens

Hay dos tipos de solenoide lineal, el tipo *Pull* el cual retrae el eje cuando es energizado y el tipo *Push* el cual empuja el eje al exterior cuando es energizado. En el caso del torniquete son dos solenoides tipo *Push* los cuales desenganchan el mecanismo del brazo del torniquete para permitir el giro anti horario u horario del brazo. También hay un solenoide tipo *Pull* que se encuentra energizado cuando el torniquete esta encendido para mantener rígido

el brazo, ya que al ser des-energizado el eje activa el mecanismo para que el brazo caiga y deje salir al usuario en caso de emergencia.

En la figura 62 se puede apreciar al torniquete antes de la migración.

3.1.2 Comunicación entre el torniquete y el concentrador

La comunicación entre los torniquetes y el primer nodo ethernet que se encuentra en la oficina del agente de estación, debe ser de confianza, y no debe significar un gasto excesivo de recursos, esto significa que todos los torniquetes tienen que entrar en el mínimo número de puertos del switch destinado al Sistema de Control de pasajeros, sin disminuir la confiabilidad de la transmisión de la información.

Una solución con cable ethernet de par trenzado queda descartada porque cada torniquete debería tener su propio cable y ser conectado a un *Hub* en donde todos los torniquetes compartirían el mismo punto de colisión ocasionando retrasos en la comunicación y tener un switch exclusivamente para los torniquetes es una solución cara.

En la figura 63, puede verse este ejemplo de conexión:



Figura 63: Ejemplo de conexión con hub

Fuente: Internet

Es necesario optar por una solución que tenga las siguientes características:

- Que permita conectar varios equipos en la misma línea de comunicación.
- Conservar la eficiencia de la comunicación a una distancia máxima de 12 metros, ya que esa es la distancia promedio del torniquete mas lejano al primer nodo de comunicación ethernet.
- Resistente a la distorsión del medio.
- Que la implementación no sea de valor económico elevado.
- Que solo requiera hasta un máximo de 2 puertos del switch conmutador para conectarse a la red de los SCP.

La solución que puede cubrir todas estas necesidades es la comunicación que cumpla con la norma TIA/EIA – 485. Este es un estándar para una comunicación que utiliza el voltaje diferencial, esto quiere decir que se cuenta con dos cables y el valor lógico lo decidirá la diferencia de voltajes entre esos dos cables. Esto nos trae las siguientes ventajas:

- Longitud de transmisión de hasta 1200 metros.
- Se pueden conectar múltiples equipos en la misma línea pero solo pueden transmitir una señal a la vez.
- Resistencia al ruido ya que el ruido se distribuye en los dos cables.

En la figura 64, se puede apreciar una configuración típica. Para una salida válida, la diferencia entre las salidas A y B debe ser al menos 1.5 voltios. Si la interfase está perfectamente balanceada, las salidas estarán desfasadas igualmente a un medio de la fuente de voltaje.

En la tabla 4, puede verse los parámetros de esta comunicación.

Tabla 4: Parametros del estandar RS 485

PARAMETROS	VALORES LÍMITES
Voltajes pico	-7 a 12 Voltios
Resistencia de receptor	12K Ohm como mínimo
Sensibilidad de receptor	± 200 mV
Resistencia del medio	60 Ohm

Elaboración: El autor

En el receptor RS485, la diferencia de voltaje entre las entradas A y B necesita ser 0.2 voltios, si A es al menos 0.2 voltios más positiva que B, el receptor ve un 1 lógico y si B es al menos 0.2 voltios más positivo que A, el receptor ve un 0 lógico. Si la diferencia entre A y B es menor a 0.2 voltios, el nivel lógico es indefinido. Si esto ocurre habría un error en la transmisión y recepción de la información.

La diferencia entre los requerimientos del Transmisor y el Receptor pueden tener un margen de ruido de 1.3 voltios. La señal diferencial puede atenuarse o tener picos de largo como 1.3 voltios y aun así el receptor verá el nivel lógico correcto.

La tarjeta validadora tiene instalado un módulo RS485 / RS232 que recepcionará la información en formato RS485 y transmitira en dicho formato.

La comunicación entre el torniquete y el convertidor de RS-485 a Ethernet es *Half Duplex*. Este término en un sistema de comunicación se refiere, a que solamente en un tiempo determinado, el sistema puede transmitir o recibir información; sin embargo, no lo puede hacer al mismo tiempo.

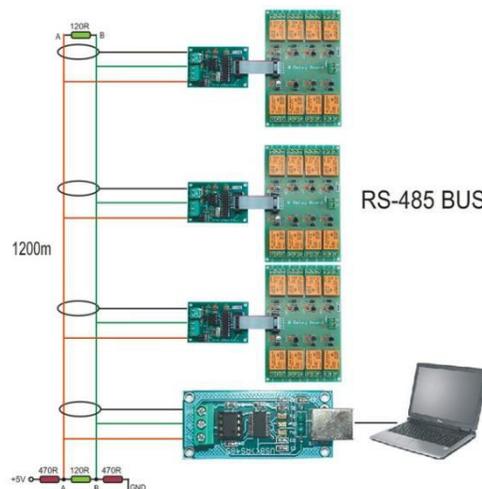


Figura 64: Ejemplo de una conexión RS-485 [23]

Fuente: Internet

El torniquete se comunica en RS485 hasta el gabinete de comunicaciones. Debido a que el Sistema de Control de Pasajeros se comunica usando ethernet es necesario que la comunicación RS485 se convierta a comunicación ethernet para que el subsistema de torniquetes se comuniquen con el concentrador.



Figura 65: Gnome 485 [13]

Fuente: Internet

En el subsistema de torniquete, antes de la migración se optó por usar el dispositivo Gnome 485 que tiene la capacidad para poder recibir la señal RS485 de hasta 8 dispositivos y convertirla en comunicación ethernet para que el sub-sistema de torniquetes se comuniquen con el concentrador a través de switch en el gabinete del agente de estación. Se puede apreciar al dispositivo Gnome 485 en la figura 65.

El Gnome es un dispositivo de bajo precio que permite a un dispositivo con RS485 conectarse al ethernet o extender la comunicación RS485 usando el ethernet. En la figura 66 puede apreciarse un ejemplo del Gnome 485.

Características importantes del Gnome 485:

- Conexión a 10/100 Base-T a Ethernet mediante conector RJ-45.
- Se configura mediante su interface Web.

- Trabaja con los protocolos TCP y UDP.
- El conector de la línea serial es la barra slip-on.
- Para la comunicación RS-485 se usa los pines de señal RxTx+ y RxTx-.
- Puede trabajar con voltajes entre 5 a 72 V.

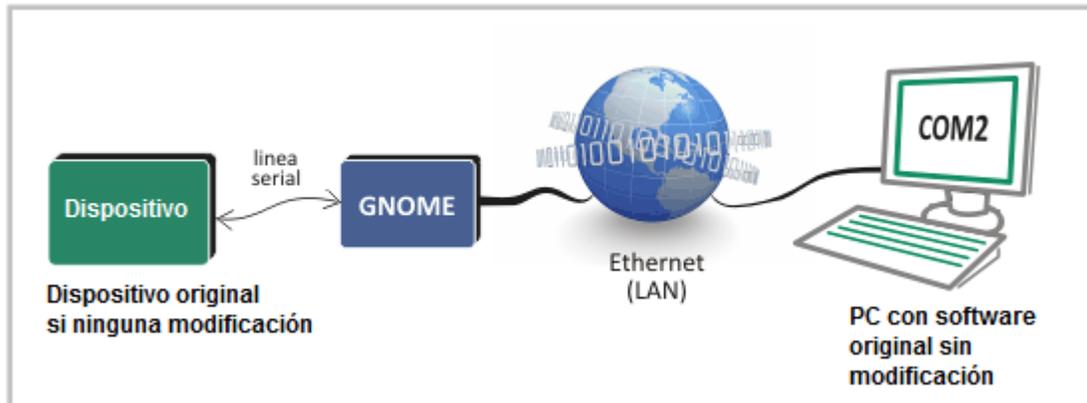


Figura 66: Ejemplo de conexión con Gnome [13]

Fuente: Internet

3.1.2.1 TCP Servidor/Cliente

Desde que el dispositivo es encendido, el mismo espera la señal de la línea serial y a su vez, esta listo para recibir el requerimiento desde la interface ethernet. Si los datos vienen desde la línea serial el Gnome, se activan como TCP cliente y si llega un requerimiento al Gnome este cambia a modo servidor.

3.1.2.2 Servidor TCP

Desde que el dispositivo se enciende, el mismo se escucha en el puerto seleccionado y espera por la conexión del cliente, en el momento que el cliente se conecta, envía la información a la línea serial y viceversa. Si el cliente no se conecta y recibe una señal en la línea serial, esta información es guardada en la memoria cache, para luego ser mandada al servidor cuando el cliente se conecte.

3.1.2.3. Cliente TCP

Si no hay requerimiento o señal del cliente el dispositivo espera los datos de la línea serial, ni bien recibe la señal serial, el dispositivo se conecta al servidor con la IP que se le configuró, cuando se establece una conexión los datos son enviados a la línea serial y se espera la comprobación de la llegada de los datos a la línea ethernet.

3.1.2.4 UDP

Cuando el dispositivo recibe la señal serial esta es mandada hacia el servidor sin pedir una comprobación de los datos, haciendo que la comunicación sea mas rapida pero no 100% confiable.

El Gnome puede ser configurado mediante su interface web interna la cual funciona con internet explorer o Mozilla Firefox, despues de la configuración inicial se puede acceder al Gnome usando Telnet, el Gnome

puede trabajar con el protocolo DHCP el cual tiene la función de asignar una dirección IP automático al dispositivo. En la figura 67 se puede apreciar la interfaz de configuración.

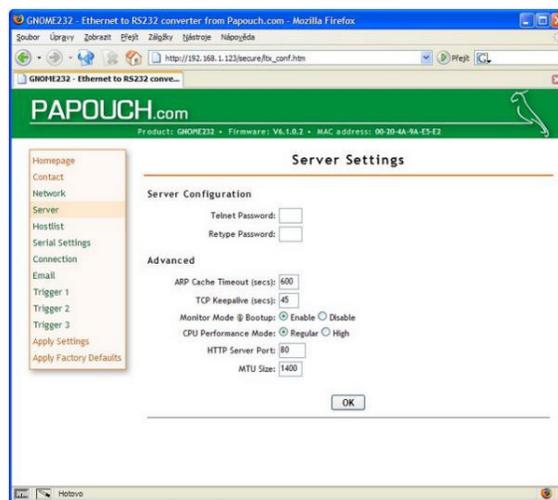


Figura 67: Interfaz web de configuración [13]

Fuente: Internet

El Gnome 485 esta equipado con dos conectores. La interface ethernet es conectado en la parte delantera en conexión RJ45, esta parte va conectada al switch o al equipo con recepción ethernet. La parte posterior del módulo tiene un terminal tipo bus bar para conexión de poder, y a tierra, y la comunicación de línea RS485 (RxTx+, RxTx-). En la figura 68 se puede apreciar el tipo de conector posterior del dispositivo Gnome 485.

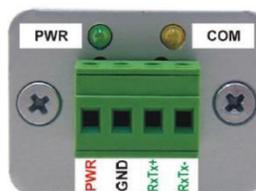


Figura 68: Conexión posterior del dispositivo Gnome 485 [13]

Fuente: Internet

3.1.3 Concentrador

El equipo concentrador es el encargado de adquirir la información que generan los torniquetes para enviarlos al servidor de aplicaciones y de recibir los paquetes de actualización del servidor de aplicaciones para enviarlo a los torniquetes.

El equipo concentrador es un computador industrial marca Avantech con sistema operativo linux Fedora, tiene como utilidad secundaria, la de monitorear el Sistema de Control de Pasajeros mediante el software Nagios.

Nagios es un sistema de monitorización de redes de código abierto diseñado para poder vigilar equipos de un sistema específico o distintos tipos de servicios.

Este software proporciona una gran versatilidad para poder consultar cualquier parámetro de interés de un sistema, y genera alertas que pueden ser recibidas por los encargados del área responsable.

En la figura 69, puede apreciarse la presentación inicial del programa.

Con el programa Nagios se puede recepcionar cualquier alerta del sistema de control de pasajeros, entre estos está la conectividad de los torniquetes, las alarmas de los distintos dispositivos del TVM, así como el estado del papel, los carruseles, el validador de billetes, entre otros. También guarda toda esa información en un historial, incluyendo las intervenciones en los equipos ya sea por el personal de recaudación o el personal operativo de mantenimiento.

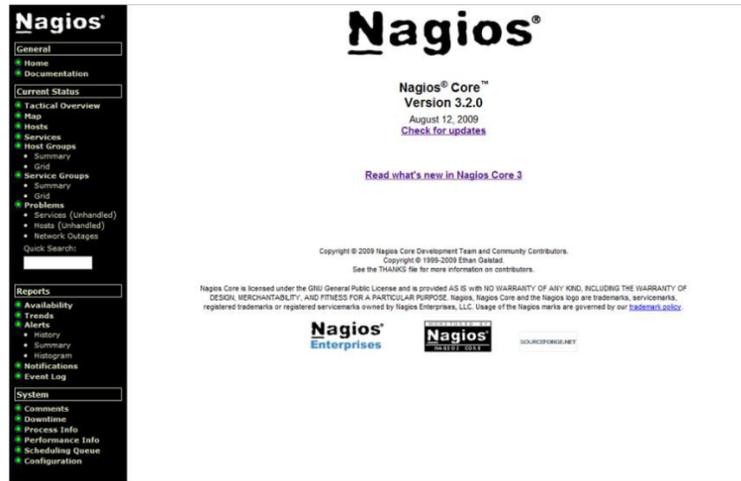


Figura 69: Presentación del programa Nagios

Fuente: Internet

El equipo concentrador también permite conectarse al servidor web para entrar al programa de backoffice desarrollado por Siemens donde se pueden generar los paquetes de actualización para todos los equipos del sistema de control de pasajeros, también se pueden descargar los informes con la información generada por dicho sistema, como por ejemplo las cantidades de usos en una estación, las cantidades de ventas y cargas de tarjetas entre otros trámites.

En la figura 70, puede apreciarse al equipo concentrador.

El subsistema de torniquetes antes de la migración esta limitado por el hecho de que solo puede validar las entradas, esto no permite que el sistema pueda determinar un costo del pasaje dependiendo de la trayectoria recorrida.

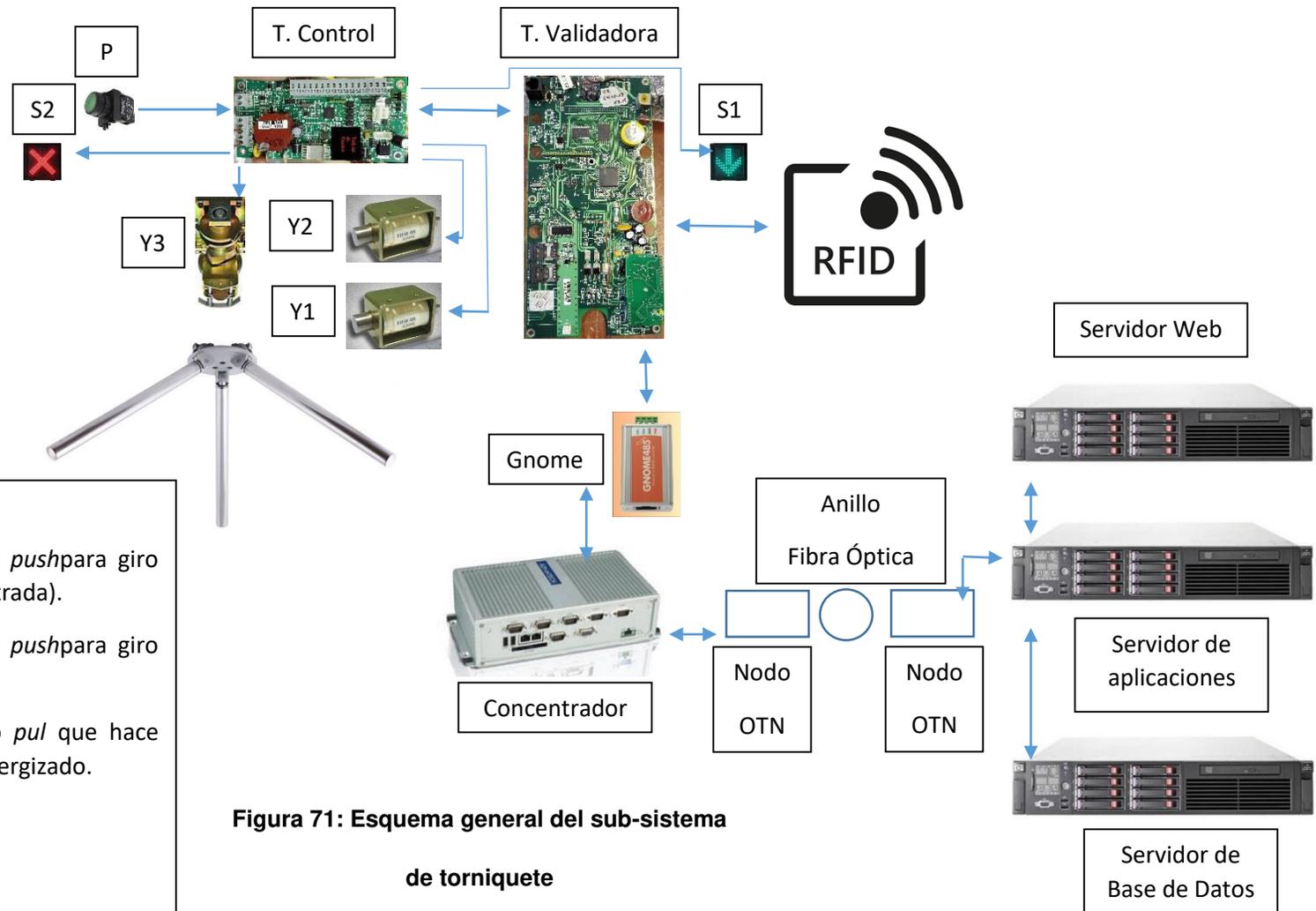


Figura 70: Equipo Concentrador

Fuente: Internet

El subsistema de torniquetes antes de la migración tiene la capacidad de validar la entrada de un usuario descontando el saldo requerido por el sistema, permite la actualización del sistema dependiendo de los cambios que se generen desde el servidor de aplicaciones y su salida es mediante un pulsador en la parte posterior del torniquete.

En la figura 71, puede apreciarse como el sub-sistema de torniquetes se interconecta desde las tarjetas validadoras y de control hasta su conectividad final con el concentrador y el servidor de aplicaciones.



3.2 Migración del sub-sistema de torniquetes

Debido al desarrollo de Tramo 2 de la Línea 1 del Metro de Lima, el cual comprende desde la estación Miguel Grau en Cercado de Lima hasta la Estación Bayovar en el distrito de San Juan de Lurigancho, el estado a solicitado que el subsistema de torniquetes tenga la capacidad de hacer un cobro de pasaje diferencial y de forma proporcional al trayecto recorrido.

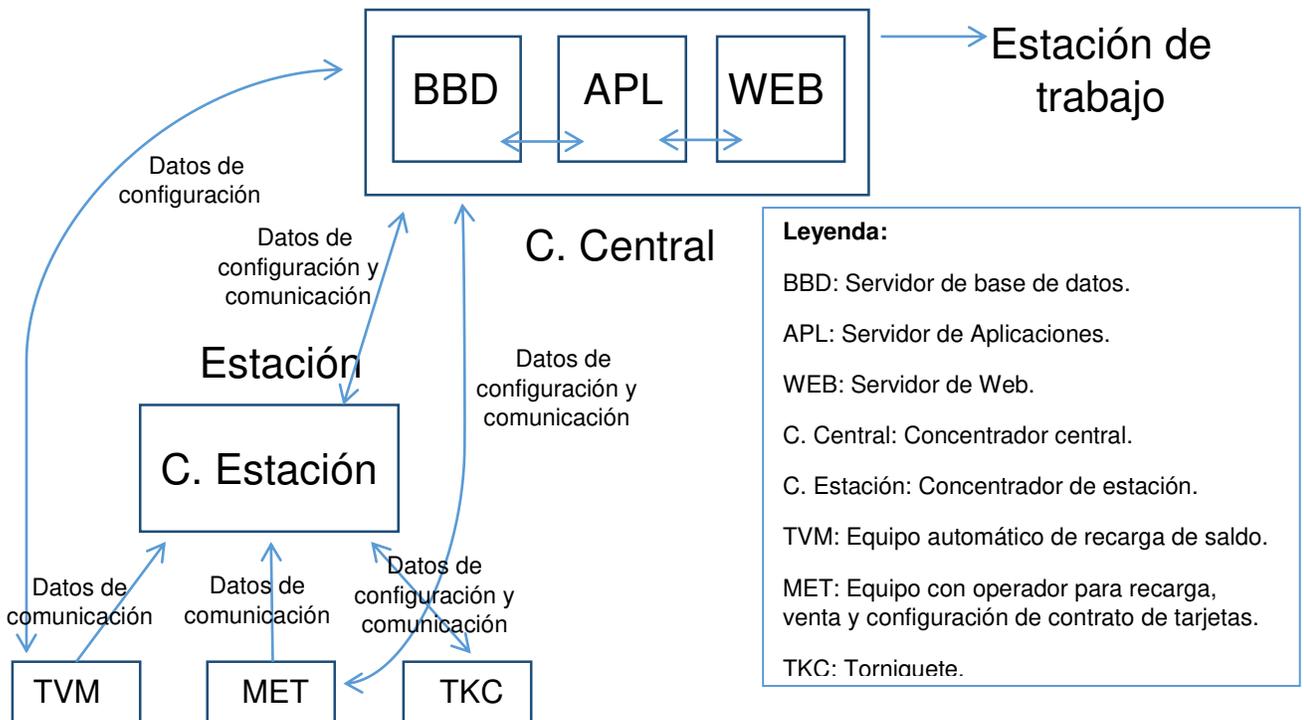


Figura 72: Esquema general

Fuente: Indra

El subsistema de torniquetes desarrollado por Siemens no tenía la capacidad de hacer una diferenciación en el cobro del pasaje dependiendo del trayecto, por esta razón se optó por la migración de tecnología del Sistema de Control de Pasajeros, la cual comprendía de la migración del subsistema de TVM's, el

cambio de POS por computadoras, migración de los servidores y la migración de tecnología del sub-sistema de torniquetes. En la figura 72, puede apreciarse un esquema general propuesto por la empresa responsable de la migración.

3.2.1 Migración de las tarjetas validadoras y de control

Como se señaló anteriormente, el motivo de la migración de tecnología es conseguir que el sub-sistema de torniquetes tenga la capacidad de diferenciar el costo del pasaje con respecto al trayecto recorrido por el usuario. Para que este sub-sistema pueda diferenciar el pasaje tiene que tener la capacidad de saber de que estación sale el usuario después de transportarse en la Línea 1 del metro de Lima, por esta razón se elige instalar una tarjeta validadora más en la parte posterior del torniquete con todas las funciones que tiene la tarjeta validadora de la parte delantera, esto quiere decir, con la capacidad de descontar saldo, bloquear tarjetas en listas negras, recibir paquetes de actualización, autorizar a la tarjeta de control para que este permita la salida del usuario. Esto implica que la tarjeta validadora delantera tenga la capacidad de comunicarse constantemente con la tarjeta validadora posterior y la misma condición debe cumplirse en sentido contrario por esto la tarjeta validadora tiene que hablar el mismo idioma que la tarjeta nueva que se instalará en la parte posterior del torniquete y para esto debe hacerse una migración en software a la tarjeta validadora antigua.

3.2.1.1 Proceso de migración de la tarjeta validadora

La tarjeta validadora necesita contar con un software instalado que prepare la placa a todo el sistema integrado del Metro de Lima, de tal forma que pueda comunicarse con el concentrador, instalado por INDRA, y le permita descargar cualquier actualización de software y ficheros que se encuentren en ese momento en el sistema.

Lo primero que se debe comprender es la estructura de la memoria flash del microcontrolador y los registros de la interface.

En la tabla 5 se muestra la estructura de la memoria flash donde iría programada el software y el espacio para los datos.

Tabla 5: Estructura de la memoria flash del procesador

Banco	Sector	Dirección	Tamaño
Banco 0 256 Kbytes Memoria de programa + 8K Memoria de Sistema	Banco 0 Sector Flash 0 (B0F0)	0x00 0000 – 0x00 1FFF	8K
	Banco 0 Sector Flash 1 (B0F1)	0x00 2000 – 0x00 3FFF	8K
	Banco 0 Sector Flash 2 (B0F2)	0x00 4000 – 0x00 5FFF	8K
	Banco 0 Sector Flash 3 (B0F3)	0x00 6000 – 0x00 7FFF	8K
	Banco 0 Sector Flash 4 (B0F4)	0x00 8000 – 0x00 FFFF	32K
	Banco 0 Sector Flash 5 (B0F5)	0x01 0000 – 0x01 FFFF	64K
	Banco 0 Sector Flash 6 (B0F6)	0x02 0000 – 0x02 FFFF	64K
	Banco 0 Sector Flash 7 (B0F7)	0x03 0000 – 0x03 FFFF	64K
	Banco 0 Memoria de Sistema	0x10 0000 – 0x10DFFF	8K
Banco 1 16 KBytes	Banco 1 Sector Flash 0 (B1F0)	0x0C 0000 – 0x0C 1FFF	8K
Memoria para datos	Banco 1 Sector Flash 1 (B1F1)	0x0C 2000 – 0x0C 3FFF	8K

Elaboración: El autor

La memoria del sistema es la encargada de manipular los estados de la memoria para borrar la programación antigua, volver a escribir en la memoria y verificar la misma para posteriormente sea ejecutada cuando el sistema entre en operación. En la Tabla 6, se muestra la estructura de dicha memoria.

Tabla 6: Memoria de sistema

Nombre	Descripción	Dirección	Tamaño
FLASH_CR1-0	Registro de control Flash 1-0	0x10 0000 – 0x10 0007	2x32-bit
FLASH_DR1-0	Registro de datos Flash 1-0	0x10 0008 – 0x10 000F	2x32-bit
FLASH_AR	Registro de direcciones Flash	0x10 0010 – 0x10 0013	32-bit
FLASH_ER	Registro de errores Flash	0x10 0014 – 0x10 0017	32-bit

Elaboración: El autor

En la figura 73 se detalla el contenido del FLASH_CR0.

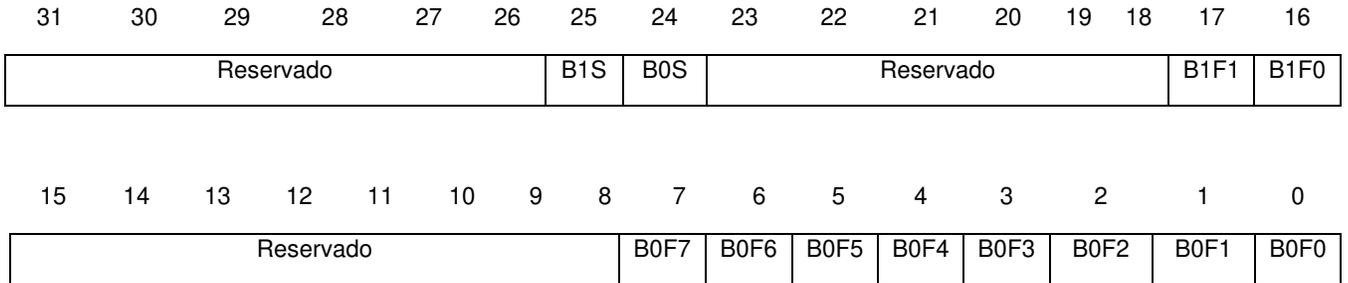
31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
WMS	SUSP	WPG	DWPG	SER	Res.	Res.	SPR	Res.	SMBM	INTM	INTP	Reservado			
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PWD	Reservado									Lock	Res.	BSYA1	BSYA0	Res.	

- WMS (Write Mode Start):** Este bit se pone en 1 para iniciar con la programación de la Flash.
- SUSP (Suspend):** Este bit se pone en 1 para suspender la programación.
- WPG (Word Program):** Este bit se pone en 1 para programación simple.
- DWPG (Double Word Program):** Este bit se pone en 1 para programación compuesta.
- SER (Sector Erase):** Este bit se pone en 1 cuando se debe borrar un sector.
- Res.** Bit reservado.
- SPR (Set Protection):** Este bit se pone en 1 para proteger a determinado sector de una programación.
- SMBM (System Memory Boot Mode):** Se pone en 1 para usar la memoria de sistema en sí.
- INTM (Interrupt Mask):** Se pone en 1 para interrumpir la programación después de la última escritura.
- INTP (Interrupt Pending):** Este bit se pone automáticamente en 1 después de cada escritura.
- PWD (Power Down Mode):** Se pone en 1 para que el microcontrolador entre en bajo consumo.
- Lock (Locked):** Se pone en 1 para que la Flash entre en solo lectura.
- BSY[1:0] (Bank 1:0, Busy)** Este bit encamina la programación hacia el banco 1 o banco 0 dependiendo de su valor.

Figura 73: Contenido del registro FLASH_CR0

Elaboración: El autor

En la figura 74, se detalla el contenido de FLASH_CR1.



B1S, B0S (*Bank 1-0 Status*): Indicación de estado despues de la operación de borrado del banco seleccionado.

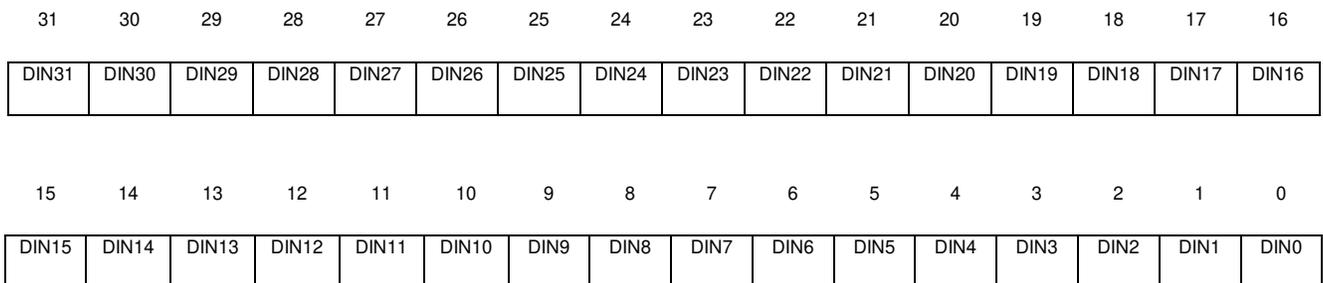
B1F[0,1] (*Bank 1 Flash Sector 0-1*): Es para seleccionar el sector que se borrara en el banco 1.

B0F[7,0] (*Bank 0 Flash Sector 7-0*): Es para seleccionar el sector que se borrara en el banco 0.

Figura 74: Contenido del registro FLASH_CR1

Elaboración: El autor

En la figura 75 se detalla el contenido del registro FLASH_DR1-0.



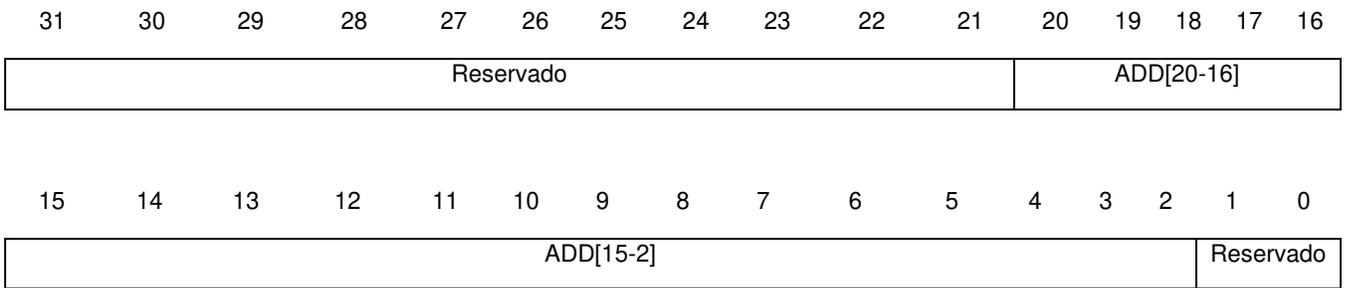
DIN[31,0]

En este registro ira los datos con la información del programa.

Figura 75: Registro de datos del programa

Elaboración: El autor

En la siguiente figura 76, se detalla el contenido del registro FLASH_AR y en la figura 77, el registro de error de programación.

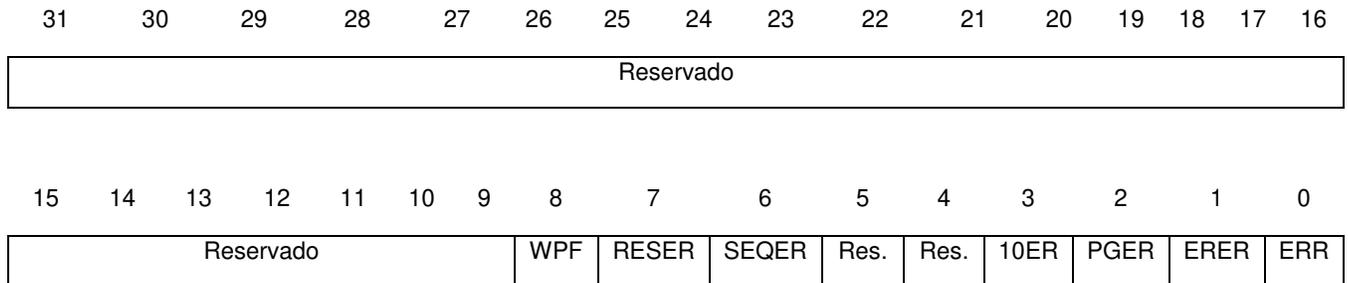


ADD[20,2]

Aquí va la dirección de donde iran grabados los datos del programa.

Figura 76: Registro de direcciones del programa

Elaboración: El autor



- WPF (Write Protection Flap):** Se pone en 1 cuando se trata de programar un sector protegido.
- RESER (Resume Error):** Se pone en 1 cuando el procedimiento de suspensión no se ejecuta correctamente.
- SEQER (Sequence Error):** Se pone en 1 cuando los demás registros no son correctamente llenados.
- 10ER (1 Over 0 Error):** Este error ocurre cuando se trata de programar sin limpiar antes la memoria.
- PGER (Program Error):** Error de programa cuando hay falla en una celda durante una escritura.
- ERER (Erase Error):** Error de programa cuando hay falla en una celda durante un borrado.
- ERR (Write Error):** Error por una mala programación.

Figura 77: Registro de error de programación.

Elaboración: El autor

Descripción general de programación:

a) Operación de borrado de memoria Flash:

- Primero se establece en 1 en el sector de borrado SER en el registro de control 0 FLASH_CR0.
- Se selecciona el sector de memoria que se borra, esto se determina en el registro de control 1 FLASH_CR1.

- Se inicia con la operación de borrado estableciendo 1 en WMS del registro de control 0 FLASH_CR0.

Ejemplo de operación de borrado:

```
FLASH_CR0 |= 0x08000000; /*Establecer SER en
FLASH_CR0*/
FLASH_CR1 |= 0x00000002; /*Establecer B0F1*/
FLASH_CR0 |= 0x80000000; /*Iniciar operación*/
```

b) Operación de escritura en memoria Flash:

- Primero se selecciona la programación simple estableciendo en 1 el bit WPG del control de registro 0 FLASH_CR0.
- Se especifica la dirección en donde se va a grabar el programa en el registro de direcciones FLASH_AR.
- Se establece lo que se va a grabar en el registro de datos flash (FLASH_DR0).
- Se inicia con la operación de escritura estableciendo 1 en WMS del registro de control 0 FLASH_CR0.

Ejemplo de operación de escritura:

```
FLASH_CR0 |= 0x20000000; /*Establecer WPG en FLASH_CR0*/
FLASH_AR = 0x00005554; /*Cargar la dirección en FLASH_AR*/
FLASH_DR0 = 0xAAAAAAAA; /*Cargar los datos en FLASH_DR0*/
FLASH_CR0 |= 0x80000000; /*Iniciar operación*/
```

c) Descripción de operación de suspensión:

Esta operación se utiliza cuando ocurren varias operaciones en simultáneo en los torniquetes y se le debe dar prioridad a una por ejemplo cuando el torniquete está actualizando y un usuario desea ingresar al torniquete, el

programa suspende la actualización y ejecuta la escritura de saldo del usuario en la memoria de 16 Kb y después continúa con la actualización.

- Primero se establece en 1 el bit SUSP en el registro de control 0 FLASH_CR0 para suspender la operación en curso.
- Se espera a que se reinicie el sector BSY y LOCK en el registro de control 0 FLASH_CR0.
- Se establece en 0 el bit SUSP en el control de registro 0 FLASH_CR0.
- Se configura el control de registro 0 FLASH_CR0 para continuar con la operación suspendida.
- Se establece nuevamente la operación de escritura estableciendo en 1 el bit WMS.

Ejemplo de suspensión de borrado de flash por escritura.

```
FLASH_CR0 |= 0x08000000; /*Establecer SER en FLASH_CR0*/  
FLASH_CR1 |= 0x00000002; /*Establecer B0F1*/  
FLASH_CR0 |= 0x80000000; /*Iniciar operación*/
```

Suspender operación de borrado.

```
FLASH_CR0 |= 0x40000000; /*Establecer SUSP en FLASH_CR0*/  
while (FLASH_CR0 & 0x00000012) {} /*repetir mientras LOCK=0  
&& BSY=0*/
```

Escritura de los datos de 0x5555AAAA en la dirección 0x05554 del módulo Flash.

```
FLASH_CR0 |= 0x20000000; /*Establecer WPG en FLASH_CR0*/  
FLASH_AR = 0x00005554; /*Cargar dirección en FLASH_AR*/  
FLASH_DR0 = 0x5555AAAA; /*Cargar datos en FLASH_DR0*/  
FLASH_CR0 |= 0x80000000; /*Iniciar operación*/
```

Re establecer la operación de borrado.

```
FLASH_CR0 |= 0x08000000; /*Establecer SER en FLASH_CR0*/  
FLASH_CR0 |= 0x80000000; /*Iniciar operación*/
```

Para poder descargar el software con el aplicativo que permita a la tarjeta validadora alinearse con el Sistema de Control de Pasajeros es necesario tener los siguientes componentes físicos.

- Una Laptop o Notebook cons sistema operativo Windows (de Windows XP en adelante), con un mínimo de 2 GB de memoria RAM y un espacio libre de 2 GB en disco duro. Además deberá contar por lo menos con un puerto USB libre.
- Un programador USB CrossConnect Classic ARM/JTAG de la empresa Rowley Associates, empresa que contrato INDRA para que diseñen el programa encargado de administrar los recursos de la tarjeta validadora para que esta pueda comunicarse con el Sistema de Control de Pasajeros. En la figura 78 puede apreciarse este programador.
- Un conversor USB-RS232 con cable adaptador para puerto de consola de switch en la figura 79 pueden apreciarse.

La laptop preparada para la instalación del firmware en la tarjeta validadora debe de contar con 3 programas esenciales:

- CagarBorradorEnLaPlaca.bat
- CargarBootLoaderEnLaPlaca.bat
- CargarValidadorEnLaPlaca.bat



Figura 78: Programador Cross Connect (JTAG)

Fuente: Indra



A

B

Figura 79: A: Conversor USB-RS232, B: Cable para puerto de consola

Fuente: Cisco

Para la configuración de parámetros como la identidad del validador ante el servidor de aplicaciones, se necesita del programa llamado Terminal de mantenimiento (TM.exe) para poder programar en la modalidad IAP (*In Application Program*).

Para hacer correr la programación de tipo ICP (*In Circuit Program*) se corre un programa "batch" el cual se ejecuta por lotes, se trata de un archivo de texto sin formato guardado con extensión *.bat, que contiene un conjunto de instrucciones MS-DOS, en donde se encuentran las instrucciones de programación para los registros de control, datos, dirección señalados líneas arriba. Cuando este archivo se ejecuta las ordenes del programa se ejecutan de forma secuencial, esto automatiza las diversas tareas simplificando el trabajo

para la instalación del firmware en la tarjeta validadora, este archivo de texto contiene ordenes a ejecutar en un interprete propio de DOS.

Luego de conectar el programador USB Cross Connect a la laptop con los programas necesarios se ejecuta el programa *CargarBoradorEnLaPlaca.bat* con lo cual aparecerán las siguientes ventanas que se muestran en la figura 80. Este programa nos permite borrar el firmware antiguo instalado en la tarjeta validadora, la función de esta aplicación es borrar los 134 bloques de la memoria Flash, para preparar la memoria a recibir el software nuevo.

Una vez borrada la flash en la tarjeta validadora se tiene que cargar el software con el firmware que hace que la tarjeta pueda alinearse al nuevo sistema. Para poder ejecutar la misma se debe correr el programa *CargarBootLoaderEnLaPlaca.bat*. En la figura 81, se puede ver el programa ejecutandose para poder instalar el firmware en la tarjeta validadora.

Para finalizar se descarga en la tarjeta la versión de software de tarjeta validadora, estas versiones cambia con respecto a las modificaciones que se necesiten hacer frente a las fallas que presente el sistema después de ser instalado, para esto se corre el programa *CargarValidadorEnLaPlaca.bat*. La ejecución del programa se puede apreciar en la figura 82.

```
CargarBorradorEnLaPlaca.bat
-----
PROCEDIMIENTO DE CARGA DEL PROGRAMA PARA BORRAR LA PLACA VALIDADORA
-----
El programa borrador sustituye al bootloader y, cuando se ejecuta
en la placa elimina todo el contenido de la FLASH.

Asegurese de tener el cable cross-connect correctamente conectado
a la placa validadora.

Con esta carga dejaran de funcionar el bootloader y el software de
validacion hasta que los instale de nuevo. Los datos almacenados
se perderan.

<Pulse una tecla para continuar o pulse control+C para cancelar>
-
```

A

```
CargarBorradorEnLaPlaca.bat
Se ha iniciando la carga del programa borrador en la placa
(en caso de error, los siguientes mensajes pueden ayudarle a detectar la causa)

Copiando el fichero binario del borrador al entorno de carga ...
Conectando con la placa ...
Programming completed in 100.0 milliseconds (56200.0 bytes/sec)
Verifying completed in 120.0 milliseconds (46833.3 bytes/sec)
Erasing completed in 821.0 milliseconds (22655.3 bytes/sec)
Programming completed in 611.0 milliseconds (30441.9 bytes/sec)
Verifying completed in 201.0 milliseconds (92537.3 bytes/sec)

Felicidades: LA CARGA HA FINALIZADO CORRECTAMENTE.

Debe reiniciar la placa para verificar el nuevo arranque
y para que se produzca el borrado de la placa.

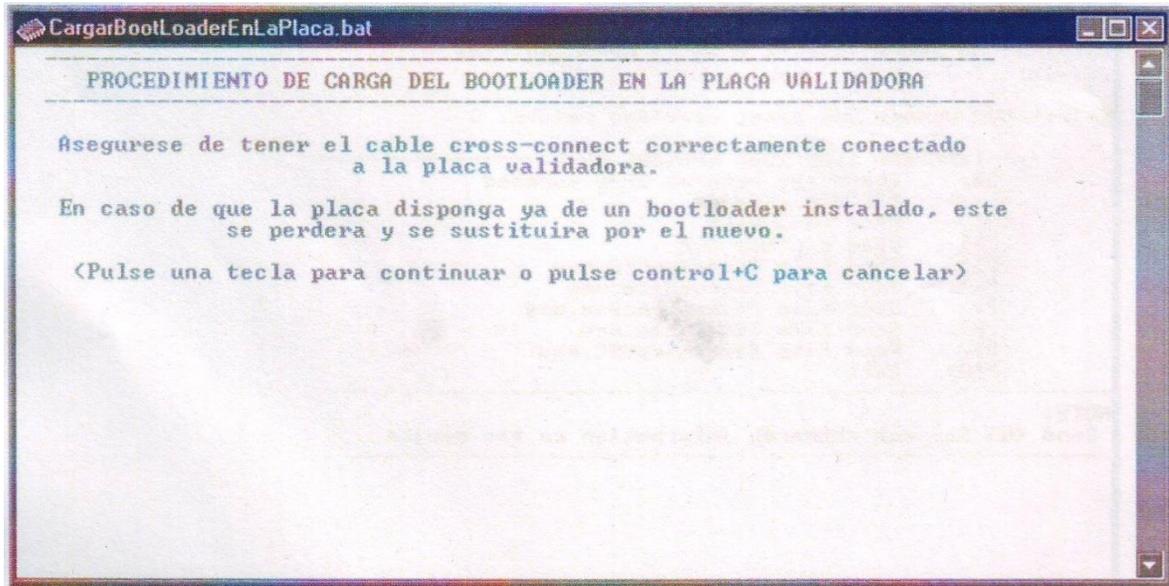
Puede monitorizar el progreso con el terminal de mantenimiento
o por el display de la placa.

<Pulse una tecla para salir>
-
```

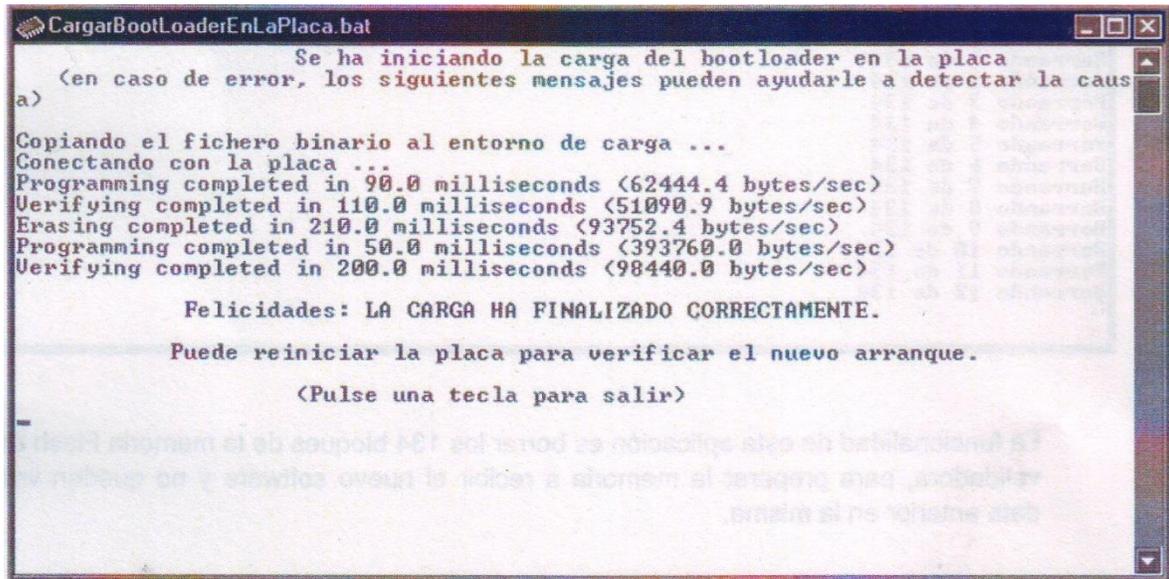
B

Figura 80: A: Mensaje recordatorio para preparación de conectores, B: Ejecución del programa de borrado de memoria flash.

Fuente: Manual de Indra



A



B

Figura 81: A: Mensaje recordatorio para preparación de conectores, B: Ejecución del programa de instalación del firmware en la tarjeta validadora.

Fuente: Manual de Indra

```
CargarValidadorEnLaPlaca.bat

-----
PROCEDIMIENTO DE CARGA DEL SOFTWARE TELECARGABLE DE LA PLACA
-----

Asegurese de tener el cable cross-connect correctamente conectado
a la placa validadora.

En caso de que la placa disponga ya de una version instalada, dicha
version se perdera y se sustituirá por la nueva.

<Pulse una tecla para continuar o pulse control+C para cancelar>
```

A

```
CargarValidadorEnLaPlaca.bat

----- Se ha iniciado la actualizacion de la placa -----
En caso de error, los siguientes mensajes pueden indicar la causa

----- Copiando el fichero binario al entorno de carga -----
----- Eliminando cabecera con datos de telecarga -----
OK: Se ha eliminado una cabecera que informaba de la version 2.1

----- Conectando con la placa -----
Programming completed in 91.0 milliseconds <61750.2 bytes/sec>
Verifying completed in 100.0 milliseconds <56200.0 bytes/sec>
Erasing completed in 941.0 milliseconds <204986.2 bytes/sec>
Programming completed in 60.0 milliseconds <3214866.7 bytes/sec>
Verifying completed in 841.0 milliseconds <229360.3 bytes/sec>

-----
Felicidades: LA CARGA HA TERMINADO CORRECTAMENTE
-----

Ahora debe reiniciar la placa para verificar el nuevo programa.

Cuando lo haga, tenga en cuenta que, en su primera ejecucion la
validadora debe actualizar los datos de respaldo en la flash y en
este proceso el terminal de mantenimiento y el display
PUEDEN MANTENERSE SIN ACTIVIDAD UNOS POCOS MINUTOS.

Para terminar de comprobar la carga debe verificar el num. de
la version en display del validador o con en el terminal
de mantenimiento.

<Pulse una tecla para salir>
```

B

Figura 82: A: Mensaje recordatorio para preparación de conectores, B: Ejecución del programa de instalación de la versión de software para tarjetas validadora.

Fuente: Manual de Indra

Este proceso se debe ejecutar en ambas tarjetas validadoras y finalmente valiéndonos del Programa TM.exe se podrán hacer las siguientes configuraciones:

- Configuración de selección entre validador de entrada o salida
- Configuración para hora y fecha
- Configuración para aplicar conectividad con la red
- Configuración para determinar el canal y la dirección que identificarán al validador ante el conmutador Moxa para que este mande los datos ante ethernet, el conmutador Moxa se explicará en el siguiente sub-capítulo

Con el terminal de mantenimiento también podremos monitorear el estado del proceso de actualización, en caso de lo hubiese. Las descargas de paquetes de usuario, tarifas, listas negras y software.

3.2.1.2 Proceso de migración de la tarjeta de control

Como se señaló en capítulos anteriores, la tarjeta de control es la encargada de controlar los semáforos y el giro de los brazos del torniquete, cuando un usuario valida su tarjeta la tarjeta validadora envía la autorización de giro al brazo de torniquete a la tarjeta de control.

Debido a que la tarjeta de control solo está programada para recibir los datos del permiso de giro de un validador es necesario programarla para que pueda recibir los datos de permiso de dos validadores es por esto que dicha tarjeta necesita una migración de software.

Para programar la tarjeta de control se necesita de los siguientes componentes físicos:

- Una Laptop o Notebook con sistema operativo Windows (de Windows XP en adelante), con un mínimo de 2 GB de memoria RAM y un espacio libre de 2 GB en disco duro. Además debe contar por lo menos con un puerto USB libre.
- Un programador USB ISP que comunica a la Laptop o Notebook con la tarjeta controladora para poder programarla. ISP viene de las siglas In-System-Programming, dicho tipo de dispositivo tiene la capacidad de programar una serie de comandos mientras se instala el firmware en la tarjeta de control. En la figura 62, se puede apreciar dicho programador.

La Laptop preparada para la instalación del firmware debe tener el siguiente programa:

- Trm217.bat

Luego se desmonta los brazos del torniquete para exponer la tarjeta de control y conectar el programador USB-ISP a la tarjeta de control para ejecutar el programa Trm217.bat el cual ejecuta una serie de comandos de forma automática para instalar el firmware.

Con esta migración la tarjeta de control tiene la capacidad de recibir los datos de ambas tarjetas validadoras y de alinearse con las funciones del nuevo subsistema de torniquetes.

3.2.2 Migración de la comunicación entre el torniquete y concentrador

Debido a que entre el torniquete y el concentrador existe una fuerte distorsión producida, en gran parte por el campo magnético disipado por el tren, la comunicación entre el torniquete y el concentrador debe ser en RS485. En el sistema antiguo se usaba el dispositivo Gnome RS485, a este se conectaba el enlace de los torniquetes en señal RS485 para ser transformada en comunicación ethernet en el gabinete de switch.

Debido a que el máximo de equipos conectados al Gnome RS485 es de ocho (08) unidades compartiendo un solo dominio de colisión y que el número de validadores se duplicó por cada estación, se necesita un conmutador que capte mas números de equipos divididos en mas de 1 dominio de colisión para no incrementar la distorsión.

Por estas razones se optó por elegir al dispositivo conmutador MOXA NPort 5430. Este dispositivo consta de cuatro (04) puertos receptores y transmisores de señal RS422/RS485, cada puerto puede ser conectado a ocho (08) dispositivos, los cuales se les reconocerá con la dirección que se le configura al validador con el software TM.exe; de esta manera el concentrador identificará al validador con su número de canal, del 0 al 3, y su número de dirección, del 1 al 8. En todas las configuraciones por estación se optó por dividir todos los validadores en un máximo de 4 validadores por canal para que estos se distribuyan en mas dominios de colisión. En la figura 83, se puede apreciar el dispositivo conmutador MOXA NPort 5430.

El MOXA NPort 5430 permite conectar cualquier equipo con puerto RS422 y RS485 a la red Ethernet TCP/IP, los conectores para las señales RS422/RS485 son de tipo bornera, dicho dispositivo esta equipado con una

pantalla LCD y 4 botones que nos permitirán configurar el dispositivo sin usar la interfaz TCP/IP.



Figura 83: Dispositivo MOXA NPort 5430 [24]

Fuente: Internet

Para poder acceder al MOXA, se debe conectar una computadora usando su tarjeta de red y cuya dirección IP debe estar en la misma red del MOXA, de esta forma usando cualquier programa de exploración de internet podemos ingresar a la interfaz de configuración del MOXA, en la figura 85 se puede apreciar dicha interfaz.

Como se observa en la figura 84 en la página principal del MOXA podemos ver el modelo, la *Mac address* y el número de serie del equipo.

En la ventana izquierda del Moxa, podemos ingresar a los tipo de configuración que se le puede dar a dicho equipo.

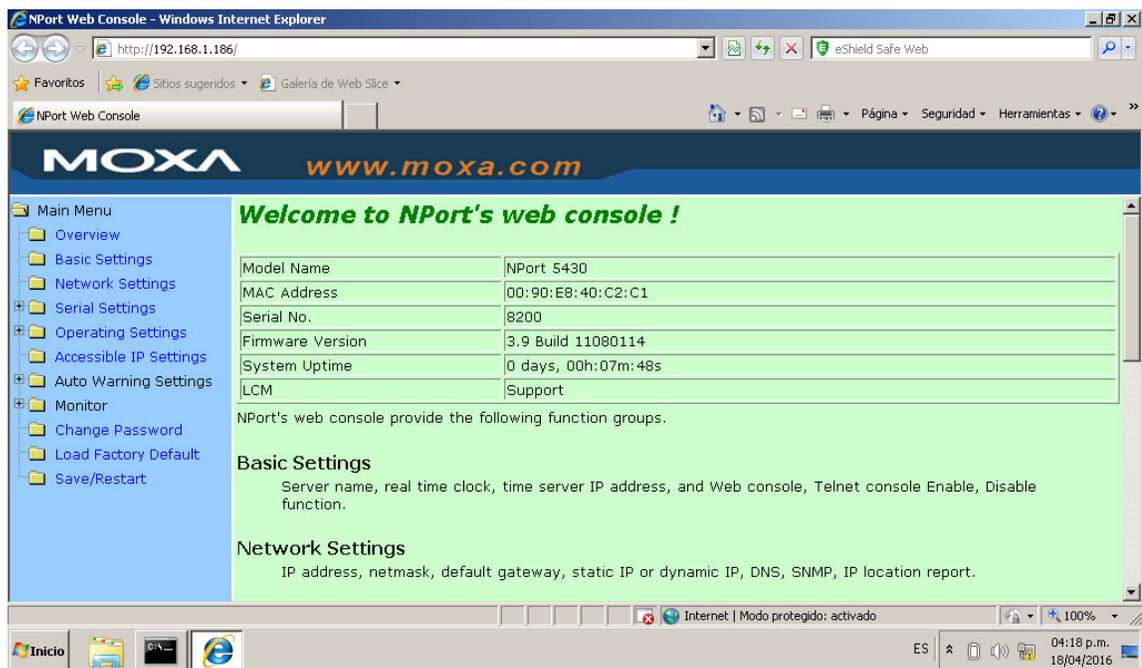


Figura 84: Pagina principal con los datos del dispositivo MOXA

Fuente: internet

En *Network Setting* configuramos la dirección IP, máscara de red y puerta de enlace predeterminado, esto concierne a configuración de capa 3 o capa de red. También se habilita el protocolo SNMP siglas en inglés *Single Network Management Protocol* y significa Protocolo simple de administración de red, el cual es un protocolo de la capa de aplicación y le permite al administrador de red gestionar los dispositivos de red y hacer diagnóstico de los mismos. Dicha ventana puede apreciarse en la figura 85.

En la figura 86, puede apreciarse la ventana en donde se configuran los parámetros del puerto serial del dispositivo. En esta ventana, se configura la velocidad de transmisión, conocido en el MOXA como el *Baud rate*. El

parámetro de velocidad de transmisión debe ser igual al equipo de destino, la velocidad de transmisión se mide en bits por segundo.

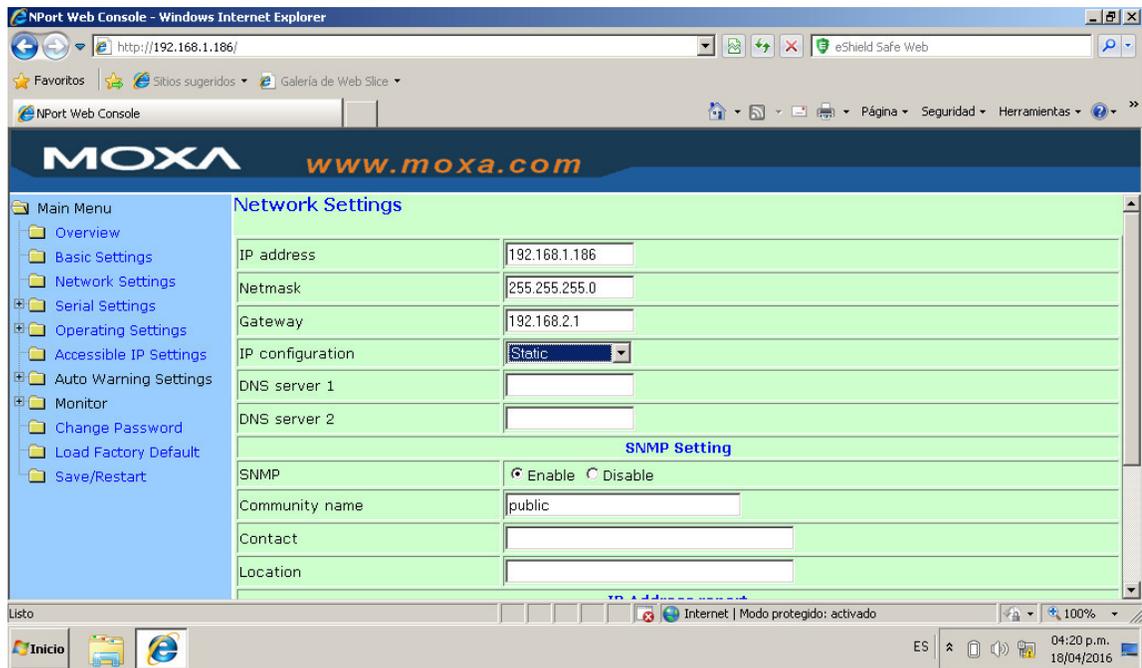


Figura 85: Ventana de configuración de red TCP/IP

Fuente: Internet

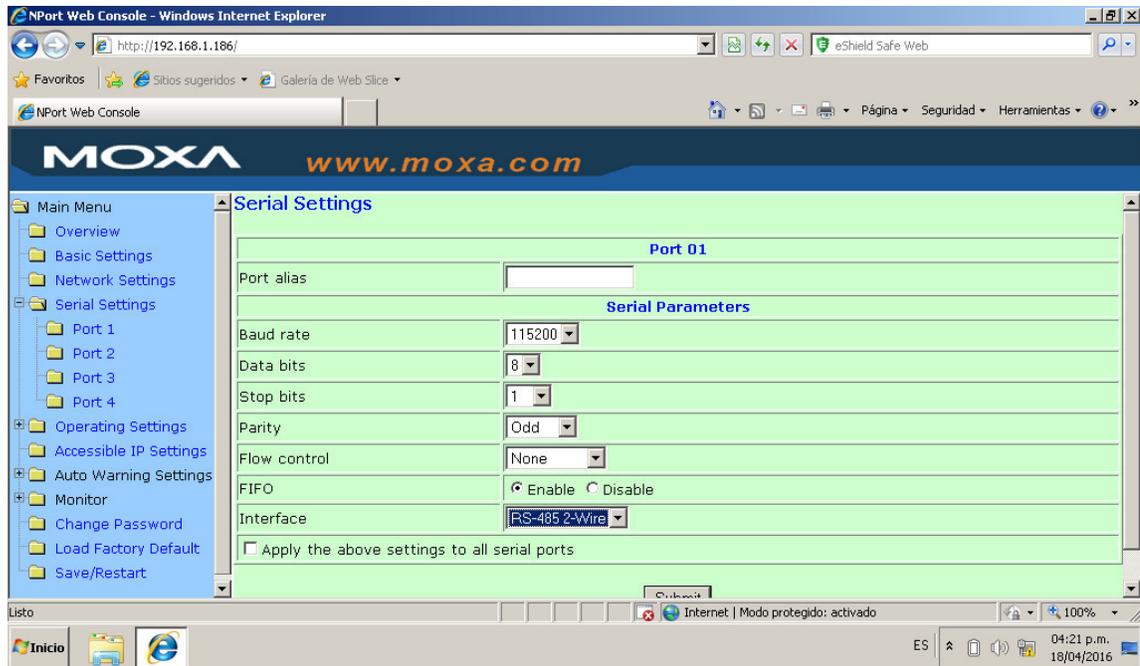


Figura 86: Ventana de configuración del puerto serial

Fuente: Internet

Otro parámetro de configuración es el *Data Bit* o tamaño en bits del tren de datos que llevará la información entre los dispositivos, en este caso es de ocho (08), ya que se puede hablar en un lenguaje de bytes, esto permite que encaje con los demás componentes del sistema, como el concentrador, que es una computadora con linux, servidores, entre otros dispositivos.

El siguiente parámetro es el *Stop bits* el cual será la cantidad de bits que hay entre el tren de datos y que permitirá re-sincronizar la comunicación ya que con este dato los equipos que se comunican pueden conocer cuando empieza y acaba un tren de datos, por lo general es de un bit y en este caso no es la excepción. El que le sigue es el parámetro de *Parity* este es un método para detectar errores el cual consiste en tomar un bit del tren de datos, el cual será el *parity bit*, y tendrá el valor de 1 o 0, dependiendo de lo que seleccionemos en este parámetro, *odd* o *even*. Si seleccionamos *odd* en el

caso que el tren de datos tenga un número de unos par, el bit de paridad será 1, en el caso de seleccionar *even* será 0, si el número de unos es impar para el parámetro *odd* el bit de paridad será 0 y en caso de seleccionar *even* el bit de paridad sera 1.

El receptor al recibir el tren de datos revisará el bit de paridad y tiene que haber coincidencia con lo que indica el bit de paridad, si el número de unos no coincide con lo que indica el bit de paridad el tren de datos será descartado.

Con respecto al parámetro *Flow Control* este se mantiene desactivado debido a que tanto el Moxa como el torniquete pueden trabajar a la misma velocidad de información. El control de flujo se usa cuando un equipo no puede seguir la velocidad del otro, por esta razón cuando uno de ellos llene su buffer, este hace que el equipo transmisor frene su transmisión hasta que el receptor pueda hacer espacio en su buffer y continuar con la transmisión.

Con respecto al parámetro FIFO, de las siglas en ingles *First In First Out*, es un tipo de *buffer* donde el primer byte que entra es el primero en salir.

3.2.3 Instalación del nuevo concentrador en el Sistema de Control de Pasajeros

Con respecto al concentrador, se instalaron nuevas computadoras industriales de la marca Avantech, dicho equipo tiene instalado el sistema operativo linux Centos. El computador tendrá la función de comunicarse con el conmutador MOXA para el cual le habilitara cuatro (04) nuevos puertos COM, de donde recibirá los datos RS485 ya convertidos en ethernet, es necesario

guardar dicha información y enviarla al servidor de aplicaciones. El concentrador también tendrá la capacidad de monitorear el sistema con un programa creado por la misma empresa INDRA, dicho programa se ejecutará automáticamente al encenderse el concentrador, también dicho equipo se conectará con el servidor web para poder adquirir los reportes relacionados con las tarjetas. Por último tendrá la función de mandar los comandos:

- Comando bidireccional: Este comando hace que el torniquete habilite el paso en los sentidos de entrada o salida de la estación.
- Comando de entrada: Con este comando el torniquete solo dará el pase en la dirección de entrada, no permitirá el paso en el sentido de salida.
- Comando de salida: Con este comando el torniquete solo dará el pase en la dirección de salida, no permitirá el paso en el sentido de entrada.
- Comando de emergencia: Este comando hará que el brazo deje de estar rígido y de paso libre al usuario, esto facilita la salida del sismo en caso de una emergencia.

Estos comandos permiten al agente de estación organizar la afluencia de usuarios dependiendo el flujo de los mismos. Por ejemplo, en la mañana la mayoría de usuarios ingresan a la estación Angamos, en este horario la mayoría de torniquetes reciben el comando de solo entrada y a partir de la tarde la mayoría de usuarios salen de la estación Angamos para regresar a sus hogares, en este horario la mayoría de torniquetes reciben el comando de solo salida.

En la figura 87, puede apreciarse el esquema general del sub-sistema de torniquetes despues de la migración.

3.2.4 Instalación de los Servidores

En el caso de los servidores, la empresa INDRA optó por instalar un servidor nuevo con el sistema operativo Linux *Red Hat*, sistema operativo orientado para servidores, al cual se le instalaron tres (03) maquinas virtuales la cuales funcionarán como servidor de base de datos, servidor de aplicaciones y servidor web.

Esta instalación es temporal ya que no se puede sacar fuera de operación los servidores del sistema antiguo debido a que los usuarios aún tienen tarjetas registrados en el sistema antiguo y solo hasta que migren su tarjeta al sistema nuevo se procederá con la migración a los tres servidores del sistema antiguo.

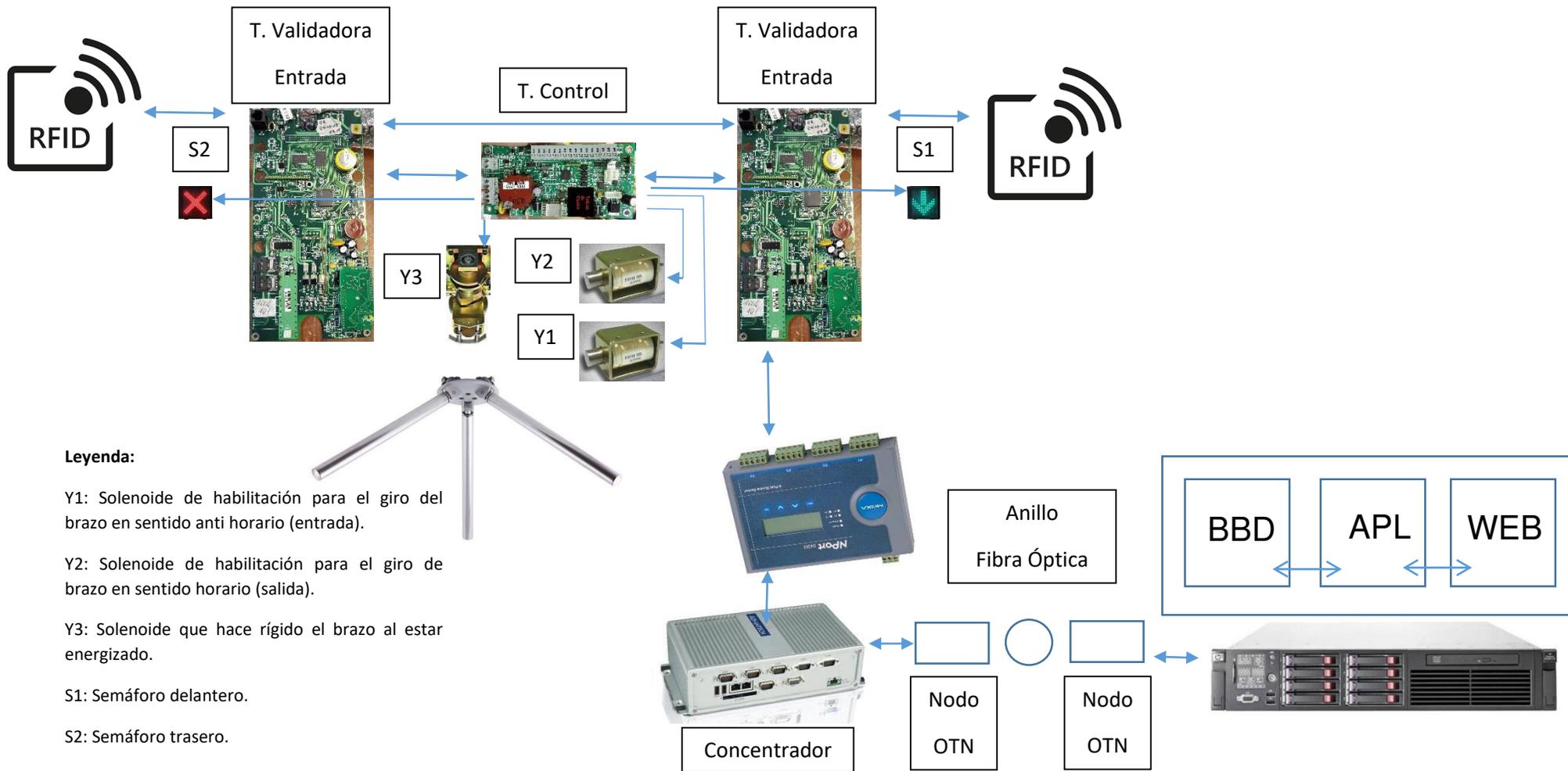


Figura 87: Esquema general del sub-sistema de torniquetes

Fuente: Indra

CAPÍTULO IV

REFLEXIÓN CRÍTICA

El área donde se pudo concatenar y asociar la mayoría de tópicos especializados y aprendidos en la universidad, fue, en el Área de Sistemas Informáticos Operativos. La primera responsabilidad asumida, fue la de monitorear los sistemas y sus componentes en comunicación vía ethernet, a través de Fibra Óptica de forma serial, observándose diferentes tipos de Arquitectura de Redes. A medida que se me fueron asignando más y más, mi respuesta en solucionar los incidentes producidos en dichos sistemas fue oportuna eficiente y eficaz, tanto laboral como académico.

Es básico y necesario entender la importancia de los elementos académicos deontológicos impartidos por la Universidad, teniendo en consideración que en algunos sistemas relacionados al área son de orden confidencial, es por esta razón que el personal profesional requerido debe contar

con un alto nivel profesional. . El profesional que trabaje en el área del SIO, debe cumplir al pie de la letra con todos los procedimientos de trabajo, para poder relacionarse con los sistemas.

Una de las primeras responsabilidades asociadas con el personal a cargo del área, fue la de asegurar la confidencialidad de todos los usuarios y la de sus contraseñas con las que se ingresan a los sistemas. Cualquier procedimiento realizado dentro de los sistemas, deben ser tratados solo en el trabajo y no realizar comentarios fuera de el. Este juicio crítico se le inculcó a todo el personal técnico ; cualquier sistema puede tener los mas costosos implementos de seguridad, pero si falla el factor humano, todos los sistemas se vuelven vulnerables, ocasionandose serios daños en los mismos.

4.1 Capacitaciones realizadas

Debido a la necesidad de conocer específicamente el funcionamiento del sistema y poder hacer los trabajos de supervisión a la empresa encargada de la migración, CONCAR gestionó la capacitación de su personal en los siguientes temas.

4.1.1 Sistemas de Telecomunicaciones – Transmisión digital

Este curso tiene por objetivo capacitar a los profesionales y/o técnicos en el funcionamiento y configuración del sistema de Fibra Óptica que usará la Línea 1 del Metro de Lima. La tecnología que gobierna este sistema es la de

OTN System, el cual tiene la capacidad de comunicar distintos tipos de tecnologías, que puede ser comunicación para telefonía analógica, comunicación serial, ethernet, entre otros. En la Figura 88, apreciamos el certificado que indica la aprobación del curso.

El prerequisite para poder llevar este curso es tener conocimiento sobre funcionamiento básico de la conmutación de información y de su catalogación para los diferentes niveles del protocolo TCP/IP, muy útil fue la capacitación recibida de “Conmutación digital” brindado por la universidad, parte del sílabo de este curso esta enfocado a entender el comportamiento de los equipos de red en la capa 2 del modelo OSI.



Figura 88: Certificado de Transmisión Digital

Fuente: AATE

4.1.2 Sistemas de Telecomunicaciones – Networking

La finalidad de este curso fue dar a conocer las técnicas de gestión en el funcionamiento y configuración de las comunicaciones en el nivel 2 del modelo OSI, a través de ethernet y donde la comunicación es dirigida por los dispositivos switch. Se nos mostró en detalle como funciona la comunicación entre los equipos terminales - troncales y entre switches. En el curso se establecieron todas las configuraciones de los switches y sus comandos de funcionamiento. Este curso nos permitió entender y comprobar como se opera para dar cumplimiento con los procedimientos de la empresa de migración cuando se usa las comunicaciones ethernet para la configuraciones de los distintos sistemas a migrar. En la Figura 89 puede observarse el certificado del curso. El pre requisito para participar en este curso es tener conocimiento de los protocolos de redundancia y funcionamiento de las Vlans en los switches, el curso de “Conmutación digital” me capacitó para enfrentar diversos escenarios.



Figura 89: Certificado de Networking

Fuente: AATE

4.1.3 Arquitectura de Servidores

Por la necesidad del área en iniciar un programa de Mantenimiento del Hardware del Data Center, se designó personal del área para capacitarse en el curso de “Arquitectura de Servidores” y poder preparar los procedimientos de mantenimiento. El certificado asociado a este curso se puede apreciar en la Figura 90. El prerequisite para participar en este curso fue tener conocimientos sobre el funcionamiento de los componentes de un computador, la universidad dictó el curso de capacitación denominado “Arquitectura de Computadoras I y II”.



Figura 90: Certificado de Arquitectura de Servidores

Fuente: Tecsup

4.2 Desarrollo profesional

El desarrollo profesional del autor se inicia cuando se comienza a alinear el conocimiento adquirido y aprendido en la Universidad con las capacitaciones y las experiencias laborales ganadas día a día en los mantenimientos de los sistemas a través de diversos escenarios, también es importante resaltar que el proceso de migración tuvo un papel crucial en mi desarrollo profesional, implicó conocer al detalle del funcionamiento de nuevos sistemas y como estos, fueron modificándose para poder cumplir con las exigencias del estado.

La supervisión en el cumplimiento de los procesos de migración, de la empresa responsable, nos permitió reconocer cada uno de los tópicos estudiados en el campo, a su vez, nos permite generar nuevos procedimientos con la finalidad de optimizar el funcionamiento del sistema en el futuro.

GLOSARIO

POS	Equipo lector de tarjetas, los usan los agentes de boletería.
TVM	<i>Ticket Vending Machine</i> , equipo totalmente automático de recarga de tarjetas.
TI	Área de Tecnología de información.
HUB	Nodo de red donde convergen varias comunicaciones Ethernet, tiene un solo dominio de colisión.
Switch	Nodo conmutador de red donde convergen varias comunicaciones Ethernet, sus dominios de colisión son iguales al número de puertos.
UPS	Power Unic Supply, equipo encargado de almacenar energía para posteriormente proveer de la misma al equipo que lo necesite cuando se corte la energía.
PMR	Equipo torniquete para Personal con Movilidad Reducida.
SIO	Área de Tecnologías de la Información, Sistemas Informáticos Operativos.
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión
IP	<i>Internet Protocol</i> , protocolo de internet.
UTP	Tecnología de cableado de cobre de par trenzado.
PoE	<i>Power Over Ethernet</i> , tecnología de energizado de terminales de red mediante los puertos de algunos modelos de switch.
SCP	Sistema de Control de Pasajeros.
OTN	<i>Open Transmisión Network</i> , Sistema de fibra óptica, el cual gobierna los anillos de fibra óptica la Línea 1.
RAD	Red Administrativa con conexión a internet.
ROP	Red Operativa, red aislada de internet.
VPN	<i>Virtual Protocol Network</i> , protocolo encargado de conectar a la ROP con internet.

RFID	<i>Radio Frequency Identification</i> , tecnología de la comunicación de las tarjetas sin contacto.
MET	Computadora designada para la carga de tarjetas de usuario con personal de boletería.
N42C	Nodo donde convergen las comunicaciones ópticas y en medios de cobre.
NSM	Módulo de supervisión de Nodo OTN.
PS1 y2	Módulo fuente de voltaje del Nodo OTN.
TRM	Módulo de transductor óptico, convierte la señal óptica en eléctrica.
XFP	Conector enchufable, donde va conectado la tarjeta de fibra óptica.
Xn	Ranura adicional de nodo OTN.
Sn	Tarjetas interface de Nodo OTN.
OMS	Sistema interface usuario OTN.
LAN	<i>Local Area Network</i> , Red de área local.
PCM	<i>Pulse Code Modulation</i> , Codificación de comunicación analógica.
CSMA/CD	Acceso múltiple por detección de portadora y detección de colisión
CRC	Cyclic Redundancy Check, detecta los errores de transmisión.
SCADA	Programa de supervisión de sistema eléctrico de las sub-estaciones.
SQL	<i>Structure Query Language</i> , lenguaje declarativo para Base de Datos.
AATE	Autoridad Autónoma del Trun Eléctrico.
CAN	Periférico que permite conectar a un microprocesador.
USB	<i>Universal Serial Bus</i> , bus de datos de velocidad media.
OOK	Modulación binaria sencilla.
ASK	Modulación por desplazamiento de amplitud.
NRZ	Codificación binaria donde el cambio lógico usa a los voltajes positivos y negativos.
ETU	Unidad de tiempo elemental.

EGT	Tiempo entre pulso de datos.
ISP	<i>In-System Programmable</i> , sistema que permite programar un micro-procesador sin necesidad de usar <i>kit</i> o módulo programable.
SPI	Dispositivo usado para programar en un sistema ISP.
FPS	<i>Frame per second</i> o imágenes por segundo, medida de transmisión de imagen de cámaras IP.
SCK	Reloj interno del SPI.
MISO	Función de programación de entrada maestra y salida esclavo.
MOSI	Función de programación de entrada esclavo y salida maestra.
GND	Conexión a tierra común de una tarjeta electrónica.
RS485	Protocolo de comunicación que usa la diferencia de voltaje.
TCP	Protocolo de comunicación de capa de transporte con confirmación de receptor.
UDP	Protocolo de comunicación de capa de transporte sin confirmación de receptor.

CONCLUSIONES

1. Las diferentes áreas de la empresa trabajan para un solo objetivo, la diferencia está en el nivel de responsabilidad.
2. Gran parte del desarrollo profesional del autor se llevó en el área del SIO; trabajó directamente con sistemas críticos lo cual demandó gran responsabilidad.
3. El trabajo operativo también fue de suma importancia, dando cobertura puntual a los sistemas y al mantenimiento del hardware alargando el periodo de vida de los equipos terminales del sistema.

4. El proceso de monitoreo de los sistemas de comunicación a través del SIO es vital por la información generada en los equipos terminales, ante la exigencia del estado.
5. La comunicación de los sistemas esta en el Nivel de Capa dos (02), eso significa que transfiere tramas y estas son distribuidas y controladas por switches, CISCO para la red operativa y HP para la red administrativa.
6. La red operativa debe estar totalmente aislada del exterior, por esta red se transfiere todo lo referente a los sistemas críticos de la Línea 1. La Red Administrativa conecta a todo el personal operativo entre si, asi mismo, con el servidor de Graña y Montero y con Internet.
7. Dentro del área del SIO, se generó el mayor porcentaje del desarrollo profesional del autor, fue en el proceso de migración de tecnología para cumplir con lo solicitado por el Estado.
8. La migración de tecnología fue básica y necesaria para que el Sistema de Control de Pasajeros debite el pasaje en función al trayecto recorrido.
9. La empresa CONCAR decidió capacitar a todo su personal antes del proceso de migración y llevarlo de la mejor manera, aprovechando al máximo la experiencia ganada generandose gran cantidad de conocimiento que se puedan compartir con todos los miembros de la empresa.

10. La participación del personal de SIO proporciona trabajos de supervisión a la empresa responsable de la migración, asegurando la integridad de los sistemas y que la migración cumpla con las condiciones anteriormente establecidas.
11. La entidad encargada de la migración es una empresa multinacional con experiencia en implementación de Tecnología de Control en el rubro del transporte, dicha empresa se le conoce como INDRA.
12. Los conocimientos ganados en las capacitaciones ayudaron al personal para poder documentar todos los procedimientos requeridos, en base a lo aprendido en cada sesión de migración de los sistemas.
13. Fue necesario incrementar el nivel tecnológico del sub-sistema de torniquetes, aumentar el hardware para que se puedan detectar las transacciones de salida, mejorar el dominio de colisión con conmutadores para RS485, debido al aumento de un 100% de los terminales del sub-sistema. Las mejoras se dieron tanto en el nivel de operación de los equipos terminales así como en la mejora del nivel con respecto a la comunicación ethernet.
14. Es necesario contar un sistema más robusto para la comunicación en el canal de Fibra Óptica, todas las estaciones son comunicadas a través de dos (02) anillos de Fibra Óptica y se administran por el sistema OTN *Systems*.

RECOMENDACIONES

1. Debe integrarse permanentemente la participación del personal de Telecomunicaciones y el SIO, para la supervisión a INDRA en su procedimientos de migración, este procedimiento facilitará dichas tareas, asegurando que los procedimientos siempre se terminen a tiempo, además capacitar al personal para que todos conozcan como esta instalado el sistema.
2. La participación del personal de Telecomunicaciones y el SIO en la migración relacionó al personal de CONCAR con el nuevo sistema, mejorando la velocidad del desarrollo de los procedimientos de mantenimiento de los nuevos sistemas, deben generarse nuevos estándares e históricos de control.

3. La participación del personal de telecomunicaciones y el SIO en la migración generó nuevos conocimientos en los procesos de migración los cuales deben procedimentarse.
4. El aumento del número de las estaciones, trajo consigo el crecimiento de todos los sistemas y consigo el aumento de las incidencias, dicho crecimiento fue de un 62% aproximadamente. El personal en mantenimiento preventivo y correctivo solo aumentó en un 20%, se recomienda que el número del personal aumente en cantidad, a sabiendas de que el número de usuarios se incrementó a más del doble y por consiguiente, mayor número de incidencias provocados por mal uso de los equipos terminales del Sistema de Control de Pasajeros.
5. La empresa de INDRA ofreció dos años de garantía de su sistema después del primer día de su Puesta en Marcha del nuevo sistema, esta garantía conlleva a la corrección de los errores y falencias que pueda generar el nuevo sistema por parte de esta empresa. Se recomienda que la empresa de CONCAR adquiera los implementos para la instalación de los firmware al nuevo sistema para que el personal de mantenimiento participe conjuntamente con los técnicos de la empresa INDRA en la corrección de errores y se pueda ganar mayor experiencia.
6. Se recomienda a la empresa CONCAR que contrate a la empresa INDRA para la implementación de la representación de los Sistemas de Control de Pasajeros en el Laboratorio para probar el funcionamiento de los dispositivos a los cuales se les practica mantenimiento correctivo, antes de que inicien operaciones en campo y probar las nuevas actualizaciones.

7. Se recomienda que la Universidad San Martín de Porres haga cursos introductorios de Base de Datos, un profesional con este perfil de conocimientos es muy valorado y requerido por las empresas.

8. Se recomienda que la Universidad San Martín de Porres modifique la Malla Curricular con nuevos cursos que la Tecnología de Punta actual viene utilizando en el país, en especial para los bachilleres que lleven el curso de “Actualización profesional” el cual es obligatorio para tramitar el Título Profesional de Ingeniero al cumplir sus cinco (05) años de egresado. En este pequeño periodo de tiempo, la tecnología ha cambiado y evolucionado, en especial para el profesional de Electrónica, por lo tanto es fundamental capacitarse ante estos eventos tecnológicos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliográficas:

OTN *Systems*. OTN Manual – Nodo OTN-N42C

OTN *Systems*. OTN Manual – Tarjeta de red BORA 10G-X3M-ETX

OTN *Systems*. OTN Manual – Tarjeta de Interface de voz de dos hilos: 12LVOI-T y 12LVOI-P

OTN *Systems*. OTN Manual – Tarjeta de Interface UNIVOICE

OTN *Systems*. OTN Manual – RSXMM (Multicanal – Multipunto)

OTN *Systems*. OTN Manual – Tarjeta de Interface ET100DAE

Obras Civiles y Electromecánicas del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, Línea 1, Tramo 2: AV. Grau – San Juan de Lurigancho – Manual de descarga de software a la placa validadora de torniquetes.

Electrónicas:

<http://www.indracompany.com/sobre-indra/compania-global-de-ti>

http://es.wikipedia.org/wiki/ISO_14443

<http://html.alldatasheet.com/html-pdf/85033/SAMSUNG/K6X8016T3B/503/2/K6X8016T3B.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/RS-485>

<http://www.papouch.com/en/shop/product/gnome485-ethernet-to-rs485-converter/>

http://www.atmel.com/Images/Atmel-2513-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega162_Datasheet-Summary.pdf

http://en.wikipedia.org/wiki/In-system_programming

<http://es.wikipedia.org/wiki/Nagios>

<http://www.s-connect.es/NPort-5430-MOXA>

<http://www.awachuwere.com/awachuwere/?m=201406&paged=2>

E101v5: OTN Introduction

H.264 video compression standard. New possibilities within video surveillance –
Paper

https://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_Digital_de_Amplitud

<http://sigma-shop.com/product/56/rs485-8-channel-relay-controller-12vdc-rs485-bus-id-06-relays-41-48.html>

ANEXOS

1. Nodo OTN-N42C (S30826-B30-X)

Red de Transporte Abierta

Nodo OTN-N42C

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El presente documento describe el nodo N42C (S30826-B30-X), el cual es el sucesor del nodo N42. El nodo N42C se puede utilizar en redes OTN-X3M (622 Mbps, 2500 Mbps, 10 Gbps).

La principal diferencia con el nodo N42 es que el N42C incluye una bandeja extraíble de ventiladores integrada. La bandeja de ventiladores contiene 3 potentes ventiladores axiales para optimizar la circulación de aire por el nodo.

El nodo N42C es reconocido en el sistema de gestión de la OTM (OMS) como v6.2.

Los nodos N42C incluyen el módulo de soporte de nodo NSM (S30824-Q137), el cual proporciona funciones de control y supervisión. Se puede equipar con alimentaciones de corriente redundantes de baja tensión de 18 V c.c. a 60 V c.c. (V30812-A5020-A43) o de alta tensión de 100 V c.a. a 240 V c.a. $\pm 10\%$ / 125 V c.c (V30812-A5020-A42). Cada alimentación puede suministrar energía al nodo por sí sola. Si una alimentación falla, la otra se hace cargo. Este sistema aumenta automáticamente la fiabilidad del nodo. Opcionalmente se puede suministrar un módulo de alimentación de corriente adicional de -48 V con generador de corriente de llamada (FB-52454-A).

El N42C admite todas las tarjetas de red de 8 ranuras OTN-X3M.

A lo largo de este documento se utiliza el término «tarjeta de red» en vez del nombre de la tarjeta para facilitar la lectura.

El nodo N42C se puede instalar en redes existentes que ya tengan nodos N42 o N415 instalados. Los nodos N42 pueden ser sustituidos por nodos N42C.

Consulte la Ref. [2] donde se incluye una visión general de la red y de los tipos de tarjetas de interface que se pueden instalar en el nodo N42C.

1.2 Referencias

La Table 1 incluye un resumen general de los documentos a los que se hace referencia en este texto. «&» se refiere al código de idioma y «*» se refiere a la edición del documento.

Table 1 Referencias

Ref.	Número	Título
[1]	AG-M330-&*	Manual de OMS
[2]	AA-M205-&*	Instrucciones de instalación
[3]	AE-M226-&*	Módulos de alimentación de corriente de -48 V (PSU 48 V) con o sin generador de corriente de llamada de 25 Hz (RG-25)
[4]	AD-M153-&*	Tarjeta de red BORA-X3M
[5]	AD-M137-&*	Tarjeta de red BORA-X3M-ETX
[6]	AD-M405-&*	BORA10G-X3M-ETX
[7]	AD-M139-&*	Tarjeta de red BORA-X3M-ULM
[8]	AF-M155-&*	Módulos SFP de OTN

2. DESCRIPCIÓN DEL NODO

2.1 Generalidades

El nodo N42C, fabricado de acero zincado, tiene una estructura modular. Tal como se observa en la vista delantera del nodo (Figure 1), se instalan los siguientes módulos se izquierda a derecha:

- Módulo de soporte de red (NSM).
- Alimentación de corriente 1.
- Ranuras adicionales (X1 y X2) que se pueden utilizar como tarjetas de interface que no necesitan acceder a la llamada de la OTN, por ejemplo, módulos PSU 48V con RG-25.
- Alimentación de corriente 2.
- 4 posiciones (S1-S4 / IFC1-IFC4) para tarjetas de red.
- 2 posiciones para tarjetas de red redundantes en las que cada una puede tener 2 TRM (módulos transductores) ópticos y que se pueden conectar en funcionamiento.
- 4 posiciones (S5-S8 / IFC5-IFC8) para tarjetas de red.

Las tarjetas de interface y los módulos se interconectan a través de un *backplane* fijo. Las posiciones en las que no se incluyen tarjetas de interface ni módulos se cierran con placas de cierre.

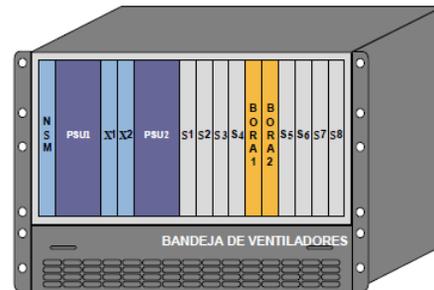


Figure 1 Nodo N42C: Vista delantera

La Table 2 muestra las posiciones de los módulos, la red y las tarjetas de interface en el nodo. También se indican las posiciones de las tarjetas en el *backplane*.

Table 2 Posiciones de las tarjetas

Posición de la tarjeta	Nombre de la tarjeta
NSM	Módulo de soporte de red (NSM)
PS1	Alimentación de corriente 1
X1, X2	Ranuras adicionales: canal de alimentación, gestión y comunicación y bus de estado y control.
PS2	Alimentación de corriente 2
S1 ... S4 (=IFC1...IFC4)	Tarjetas de interface
BORA1, 2	Tarjetas de red que incluyen TRM.
S5 ... S8 (=IFC5...IFC8)	Tarjetas de interface

- La entrada se activa con una tensión de 20-50 V c.c. con la polaridad correcta. La intensidad correspondiente es 4 mA como máximo a 20 V y 10 mA como máximo a 50 V.
- Las entradas están protegidas contra polaridad inversa.
- Las entradas no se activan con tensiones inferiores a 5 V.

Si no se pueden utilizar las especificaciones anteriores en una aplicación concreta, se debe utilizar un módulo de entrada, por ejemplo, de la serie EMG 10-OE de Phoenix Contact.

Table 5 Salidas digitales

LED	Descripción
salida1	El LED está apagado cuando se produce una alarma secundaria
salida2	El LED está apagado cuando se produce una alarma principal
salida3	Para uso en el futuro
salida4	Para uso en el futuro

Table 6 Asignación de pines: Conector de E/S digital

Pin	Señal	Pin	Señal
1	-12V	14	-12V
2	-12V	15	GND
3	En4 (-)	16	En4 (+)
4	En3 (-)	17	En3 (+)
5	En2 (-)	18	En2 (+)
6	En1 (-)	19	En1 (+)
7	Tierra al bastidor		
8	Sal4(+)	20	Sal4(-)
9	Sal3(+)	21	Sal3(-)
10	Sal2(+)	22	Sal2(-)
11	Sal1(+)	23	Sal1(-)
12	+12V	24	GND
13	+12V	25	+12V

g. Indicaciones de los LED

A continuación se incluye un resumen de todas las indicaciones de los LED del panel delantero del módulo NSM:

- Active BORA 1, 2
Un LED verde encendido indica con su número qué tarjeta de red está activa.
- Temp
El LED verde encendido indica que la temperatura en el interior del nodo está dentro del rango admitido.

El LED rojo encendido indica que la temperatura del nodo está fuera del rango admitido.
- Fans 1, 2, 3
LED verde encendido: la velocidad detectada del ventilador cumple con la configuración de velocidad.

LED rojo encendido: la velocidad detectada del ventilador no cumple con la configuración de velocidad.

- EOW req
El LED verde encendido indica que se ha pulsado el pulsador EOW en cualquier otro nodo.
- Digital I/O, Input 1,2,3,4
Un LED verde encendido indica que se ha detectado corriente en la entrada correspondiente del conector de E/S.
- Output 1,2,3,4
Un LED verde encendido indica que se ha cerrado la salida correspondiente del conector de E/S.

El NSM solamente se comunica con el BORA activo dentro de su nodo correspondiente y, por tanto, no utiliza el ancho de banda de la OTN.

El NSM se puede sustituir si es necesario y se puede cambiar en funcionamiento. La tarjeta de red correspondiente indica la ausencia de NSM.

2.4 Módulo de alimentación de corriente +5 V / ± 12 V

Los módulos de alimentación de corriente PS1 y PS2 que suministran electricidad a las tarjetas de red, a las tarjetas de interface y a los ventiladores tienen una altura de 6 HE (1 HE = 44,45 mm) y 10 TE de ancho (1 TE = 5,08 mm). Se dispone de dos alimentaciones de corriente diferentes:

- Versión de alta tensión para 100 a 240 V c.c. ± 10 % (incl. 125 V c.c.) (V30812-A5020-A42).
- Versión de baja tensión para 18 a 60 V c.c. (V30812-A5020-A43).

La Figure 6 muestra los paneles delanteros de las fuentes de alimentación sobre los que se encienden los LED verdes cuando hay tensión a la entrada (Vin). Al encender la alimentación de corriente se encienden los LED de las tres tensiones de salida +5 V, +12 V y -12 V. Si un LED verde no se enciende, la salida correspondiente está averiada.

El nodo N42C puede hacerse funcionar con una o dos fuentes de alimentación en cualquiera de las posiciones facilitadas. Se pueden mezclar alimentaciones de alta y baja tensión en un nodo.

La posición sin módulo de alimentación de corriente debe cubrirse con una placa de cierre C30165-A9550-B11.

La potencia total nominal de las fuentes de alimentación es de 276 W (250 W para la versión de corriente continua inferior a 20 V), distribuida de la siguiente manera: **+5V/36A, +12V/4A y -12V/4A.**

El consumo de corriente total del nodo equipado se puede calcular sumando los consumos individuales de cada tarjeta. Consulte la descripción de la tarjeta pertinente para conocer el consumo eléctrico de las tarjetas de interface y de red.

La alimentación de la versión de alta tensión se conecta al panel delantero mediante un enchufe de corriente de red normal de tres clavijas. La alimentación a la corriente continua de baja tensión se hace mediante un enchufe Phoenix (consulte Figure 6).

Antes de instalar un módulo de alimentación de corriente, conecte el cable de alimentación a la entrada y encienda la alimentación de corriente antes de insertarlo en la ranura pertinente. Apague la unidad de alimentación de corriente antes de retirarlo. De esta forma los perjuicios a la red son mínimos.

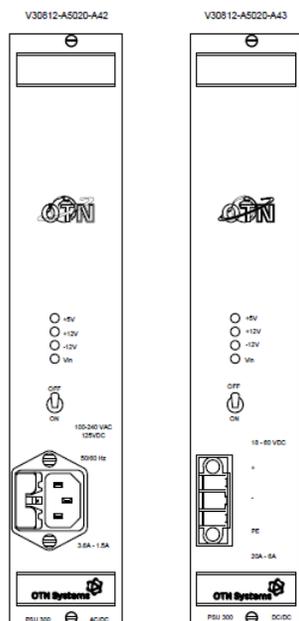


Figure 6 Nodo N42C: Tipos de fuentes de alimentación

2.5 Tarjeta de red

El nodo N42C admite todas las tarjetas de red OTN-X3M de 8 ranuras, por ejemplo: BORA-X3M-ETX (S30824-Q124-X1ab), una BORA10G-X3M-ETX (S30824-Q133-X1ab) o una BORA-X3M-ULM (S30824-Q123-X2ab), etc.

La tarjeta de red controla las comunicaciones entre las diferentes tarjetas de interface y el anillo óptico y proporciona la interface al sistema OMS (Sistema de gestión de OTN).

Se ha previsto el espacio para instalar dos tarjetas de red redundantes, para el caso de que una esté en modo parada activa. Los circuitos dedicados de las dos tarjetas de red se comunican entre sí a través de señales de red activa (*heartbeat*). Una de las tarjetas asume el control activo del nodo mediante un mecanismo de protocolo de intercambio a prueba de errores.

Al poner en marcha las tarjetas de red en una OTN, la red selecciona entre ellas el anillo maestro que produce la señal de reloj. Aunque no es necesario para que la red OTN funcione correctamente, se ha dejado la posibilidad de sincronizar mediante una señal de reloj externa. Las tarjetas de red inician y cierran el anillo y son responsables de todas las reconfiguraciones posteriores a los posibles fallos de la red. La red OTN, si funciona correctamente, no tiene ningún *single point of failure* o punto único de fallo.

Las conexiones de datos de los usuarios se asignan siguiendo un mecanismo fijo o conmutable, por lo que se permite una gestión dinámica del ancho de banda sobre un funcionamiento aún sin bloqueo.

La tarjeta de red determina los datos a intercambiar entre el anillo y las interfaces. Consulte los modos de *backplane* en §2.2.

El BORA-X3M / BORA-X3M-ETX y el BORA-X3M-ULM permiten conseguir una velocidad de transmisión de anillo de 2488 Mbps. La tarjeta de red puede extraer hasta 1,572 Gbps del anillo óptico con una granularidad de 32 kbps. Se pueden intercambiar hasta 196.608 Mbps con cualquiera y cada una de las tarjetas de interface en el modo HX y hasta 785.408 Mbps para las ranuras de interface 1 a 4 funcionando en modo HX4.

El BORA10G-X3M-ETX permite conseguir una velocidad de transmisión de anillo de 9952 Mbps. La tarjeta de red puede extraer hasta 6,288 Gbps del anillo óptico con una granularidad de 32 kbps. Se pueden intercambiar hasta 196.608 Mbps con cualquiera y cada una de las tarjetas de interface en el modo HX y hasta 785.408 Mbps para cada ranura de la tarjeta de interface al funcionar en modo HX4.

Las conexiones de lectura y escritura de datos entre las tarjetas de interface y la tarjeta de red siguen una topología en forma de estrella, lo que permite una transferencia de datos simultánea a máxima velocidad entre las tarjetas de interface y de red sin que se produzcan interferencias entre las distintas tarjetas de interface.

La tarjeta de red hace de interface con el sistema OMS. Un anillo de Ethernet de 10 Mbps integrado, con comunicación sobre IP, interconecta el sistema OMS con todas las tarjetas de red de la red OTN-X3M.

Inicialmente se necesita al OMS para configurar la red OTN y sus componentes individuales y para establecer las conexiones de datos. Posteriormente se descargan las configuraciones de red en la tarjeta de red y finalmente la red puede operar de manera completamente autónoma. No obstante, es preferible mantener en línea el OMS para poder supervisar el estado de la red y de los procesos, así como los cambios de eventos. Se incluye un puerto de Ethernet en el panel delantero de cada tarjeta de red para conectarla a un terminal de gestión portátil y poder realizar tareas de mantenimiento locales.

Los módulos transductores ópticos (TRM) convierten la señal óptica del anillo de la OTN en la correspondiente señal eléctrica y viceversa. Cada tarjeta de red, excepto la BORA10G-X3M-ETX, posee dos TRM que son módulos SFP (enchufables de factor de forma pequeño) que se pueden conectar en funcionamiento y que se pueden sacar por el panel delantero de la tarjeta de red. El BORA10G-X3M-ETX está equipado con dos TRMS que son XFP (enchufables, de factor de forma pequeño y de 10 Gigabit) que se pueden conectar en funcionamiento. Consulte la Ref. [6] donde se proporciona un resumen general de todos los módulos TRM disponibles.

Consulte las Ref. [4] / [5] / [6] / [7] en la Table 1 para tener una descripción detallada de las tarjetas de red BORA-X3M / BORA-X3M-ETX / BORA10G-X3M-ETX y BORA-X3M-ULM.

2.6 Tarjetas de interface

Todos los periféricos se conectan a la Red de Transporte Abierta mediante tarjetas de interface. Se dispone de tarjetas de interface adecuadas para una amplia gama de aplicaciones de datos, voz, transmisión de vídeo y LAN.

Cada tarjeta de interface se describe en un documento independiente.

2. Tarjeta de red BORA10G-X3M-ETX

2.6 Indicaciones visuales y conectores en el frontal

El panel frontal de la tarjeta BORA10G-X3M-ETX (Figura 13) dispone de:

- Indicaciones LED.
- Pantalla alfanumérica.
- Conectores.
- Botón reset oculto.

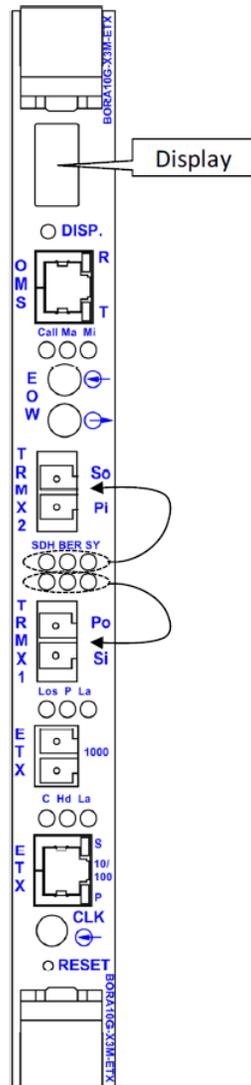


Figura 13 BORA10G-X3M-ETX: Panel frontal

2.6.1 Indicaciones LED

Los siguientes LED se encuentran en el panel frontal:

- LED de OMS: **R, T**
- **Call, Ma, Mi**
- LED de TRM: **SDH, BER, SY**
- LED de ETX 1000: **Los, P, La**
- LED de ETX 10/100: **C, Hd, La, S, P**

- a. **Los LED R y T del conector del OMS (OVS)**
El OMS o el OVS puede acceder a la red OTN-X3M a través del conector del OMS. Este conector incorpora dos LED bicolors que pueden encenderse en verde o naranja. La descripción de estos LED se encuentra en la Tabla 3.

Tabla 3 Conector del OMS: Descripción de LED

LED	Color	Estado
R y T	Naranja	Conexión sin establecer.
R y T	No encendido, apagado	Conexión establecida, sin actividad ni comunicación.
R	Verde	Conexión establecida, se están recibiendo paquetes de Ethernet en el panel frontal.
T	Verde	Conexión establecida, se están transmitiendo paquetes de Ethernet en el panel frontal.

Tabla 4 Descripción de LED de TRM

LED	Color	Estado
SDH	No encendido, apagado	No se detectan alarmas de SDH
SDH	Rojo	Se ha detectado la alarma de SDH OOF (= fuera de trama) a través de la interface de línea.
BER	No encendido, apagado	El LED apagado indica un periodo sin errores de 100 ms.
BER	Rojo	Se ha detectado un Bit Error (error de bit), lo que indica que hay una CRC (control de redundancia cíclica) en la trama de la OTN. El LED BER se enciende durante al menos 100 ms con cada fallo.
SY	Rojo	El anillo de OTN-X3M está en SYNC0.
SY	No encendido, apagado	Al recibir tramas de SYNC1.
SY	Verde	Al recibir tramas de SYNC2.

Nota: Durante el arranque y la autocomprobación, el LED SY bicolor está continuamente encendido y no tiene las funciones que se han descrito anteriormente.

3. Tarjetas de interface de voz de dos hilos: 12LVOI-T y 12LVOI-P

3. DIRECTRICES DE INSTALACIÓN

3.1 Generalidades

La Figura 3 muestra el panel frontal de las tarjetas de interface 12LVOI-P y 12LVOI-T.

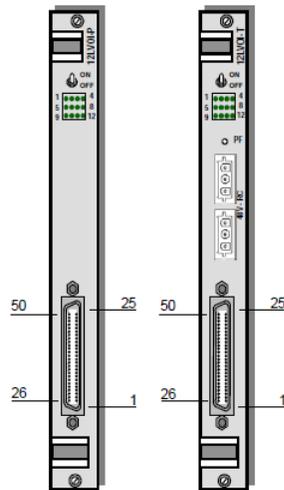


Figura 3 Tarjetas de interface 12LVOI-T y 12LVOI-P: Panel frontal

Las tarjetas incluyen:

- Un interruptor para encender y apagar la tarjeta de interface.
- LED indicadores (consulte el apartado 2.6);
- Un conector Champ hembra apantallado de 50 pines para la conexión de la central (12LVOI-P) o las estaciones de telefonía (12LVOI-T) y, para aplicaciones futuras, una conexión de datos serie RS422/RS232.
- En la tarjeta de interface 12LVOI-T se incluyen dos conectores para la conexión y la posible transmisión de la alimentación de corriente de -48 V con corriente de llamada.

Se deben seguir diferentes procedimientos de instalación según el tipo de tarjeta (12LVOI-T o 12LVOI-P).

¡ATENCIÓN!

- Se deben respetar las normativas de protección de cargas electrostáticas relativas al manejo, el transporte y el almacenamiento de circuitos impresos (consulte la Ref. [1] en la Tabla 1).
- Es necesario apretar primero los tornillos de sujeción antes de conectar los cables de instalación. Del mismo modo se debe realizar este procedimiento en orden inverso para retirar las tarjetas. El cableado de instalación debe separarse antes de aflojar las tarjetas. Esto es especialmente importante en la conexión del cable de alimentación entre el módulo de la fuente de -48V y la tarjeta de 12LVOI-T.

3.2 Tarjeta de interface 12LVOI-T

- La tarjeta necesita un módulo de -48 V con generador de corriente de llamada. Instale este módulo en el nodo. Los módulos de fuente de alimentación de -48 V con generador de corriente de llamada se describen en la Ref. [2] de la Tabla 1.
- La tarjeta 12LVOI-T no necesita ajuste y puede instalarse inmediatamente en el nodo con su interruptor en la posición de apagado. Instale preferiblemente la tarjeta lo más cerca posible del módulo de -48 V con generador de corriente de llamada. Apriete los tornillos de montaje.
- Conecte la fuente de alimentación con generador de corriente de llamada a la tarjeta de interface 12LVOI-T más cercana.

Se dispone de cuatro longitudes de cable para las diferentes distancias entre el generador de corriente de llamada y la tarjeta de interface.

Cables disponibles:

- S30827-C23-A006-y: 6 cm
- S30827-C23-A021-y: 21 cm
- S30827-C23-A030-y: 30 cm
- S30827-C23-A049-y: 49 cm

(y se refiere a la edición del cable)

Por ejemplo, se necesita un cable de 21 cm para conectar una tarjeta de interface a la posición L1 de un nodo N22 a un módulo -48 V con generador de corriente de llamada, que se sitúa en la posición X2. Un cable de 6 cm puede conectar dos tarjetas de interface instaladas una junto a la otra (consulte la Figura 4).

- Si se van a configurar varias tarjetas 12LVOI-T en el nodo, utilice el otro conector para conectar la fuente de alimentación de -48 V con generador de corriente de llamada a la siguiente tarjeta de interface 12LVOI-T (consulte la Figura 4).
- Conecte la tarjeta a las estaciones de telefonía. Se dispone de los siguientes cables apantallados con conector Champ también apantallado.

- S30827-C9-A20-y (2 m)
- S30827-C9-A30-y (3 m)
- S30827-C9-A50-y (5 m)
- S30827-C9-A100-y (10 m)

(y se refiere a la edición del cable)

El cable apantallado consta de 12 pares de hilos trenzados y cada uno de los cuales se utiliza eficazmente para conectar los 12 circuitos. Un extremo del cable se conecta a un conector macho apantallado de 50 patillas que puede enchufarse directamente al conector montado en la tarjeta. El otro extremo consiste en pares de hilos sueltos.

La Tabla 5 proporciona las señales del conector Champ de 50 pines. Se indica una conexión serie bidireccional (RS422 y RS232). A través de esta conexión se puede realizar una señalización adicional mediante circuitos externos. Si es necesario (en el futuro), se puede utilizar el cable S30827-C8-Axx-y (con 25 pares).

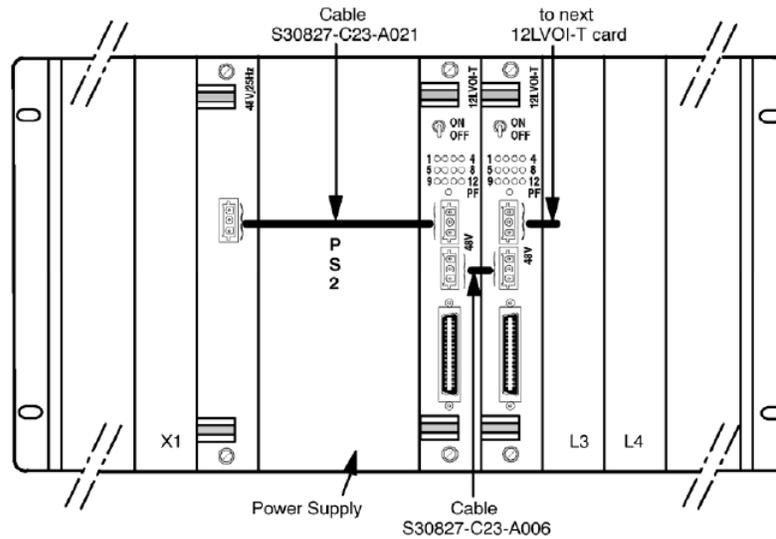


Figura 4 Conexión del módulo PSU 48 V + RG-25 a las tarjetas de interface 12LVOI-T en un nodo N22

Tabla 5 Señales en el conector de 50 pines (en las tarjetas de interface 12LVOI-T y 12LVOI-P)

Señal	Nº de pin	Señal	Nº de pin
Nuca 1	50	Punta 1	25
Nuca 2	49	Punta 2	24
Nuca 3	48	Punta 3	23
Nuca 4	47	Punta 4	22
Nuca 5	46	Punta 5	21
Nuca 6	45	Punta 6	20
Nuca 7	44	Punta 7	19
Nuca 8	43	Punta 8	18
Nuca 9	42	Punta 9	17
Nuca 10	41	Punta 10	16
Nuca 11	40	Punta 11	15
Nuca 12	39	Punta 12	14
Tierra	29	RS232OUT	4
Tierra	28	RS232IN	3
RS422INB	27	RS422INA	2
RS422OUTB	26	RS422OUTA	1

La Tabla 6 indica los números de pines, los nombres de las señales y los códigos de colores del cable S30827-C9-Axx-y.

- Coloque el interruptor de la tarjeta en la posición de encendido (ON). Compruebe que el LED verde correspondiente al circuito se encienda cuando la estación conectada se pasa a estado descolgado. El LED PF no debe encenderse en la tarjeta 12LVOI-T.

3.3 Tarjeta de interface 12LVOI-P

- Inserte en el nodo la tarjeta 12LVOI-P con su interruptor en la posición de apagado (OFF). Apriete los tornillos de montaje de la tarjeta.
- Conecte la tarjeta de interface a las tarjetas de línea de la central.
Se dispone de los mismos cables que para la tarjeta de interface 12LVOI-T. Consulte el apartado 3.2 (5).
- Ponga el interruptor del panel frontal de la tarjeta 12LVOI-P en la posición de encendido (ON).

3.4 Programación de servicios

Los servicios se pueden programar después de instalar las tarjetas de interface 12LVOI-T y 12LVOI-P. Se necesitan los siguientes datos:

- Las direcciones de los nodos en los que las tarjetas 12LVOI se instalan.
- La posición de las interfaces en los nodos respectivos.
- Los puertos de las tarjetas de interfaces a las que se conectan las estaciones de telefonía («línea caliente») o la estación de telefonía y la central.
- La selección de los parámetros de transmisión dependientes del país.

4. Tarjeta de interface UNIVOICE

2. Verifique la configuración de interruptores del módulo 2W/4W-EM si procede.
3. Desconecte el interruptor de la tarjeta (posición "OFF").
4. Deslice la tarjeta dentro de la ranura de interface asignada para ello.
5. Apriete los tornillos de sujeción.
6. Enchufe el cable de conexión de sonido al conector de abajo de 50 pines que hay en el panel frontal.
7. Enchufe el cable de señalización E&M (si procede) al conector superior de 50 pines del panel frontal.
8. Marque claramente los cables de conexión para identificarlos fácilmente.
9. Conecte el interruptor de la tarjeta (posición "ON").
10. Compruebe que los LED del panel frontal funcionan correctamente.

Todos los LED deben estar apagados si la tarjeta de interface se ha instalado e inicializado correctamente.

¡ATENCIÓN!

Hardware de la edición 19 (lo cual solamente puede verificarse comprobando la etiqueta de la tarjeta):

- El interruptor de la tarjeta debe estar en la posición "ON".
- La tarjeta debe estar en estado de liberación (mediante el OMS).

La tarjeta Univoice no arrancará si no se satisfacen estos requisitos. Esto también implica que no se mostrarán los tipos de módulos instalados cuando la tarjeta esté en estado de reset.

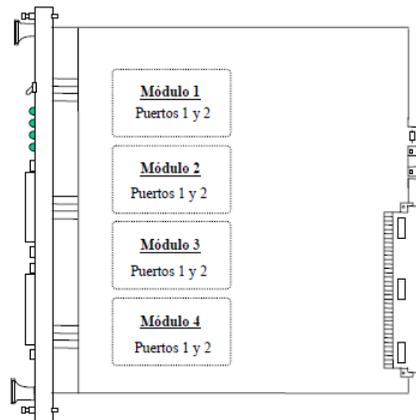


Figura 26 Tarjeta de interface UNIVOICE: Posiciones del módulo

3.4 Programación de servicios

Los servicios se pueden programar después de haber instalado satisfactoriamente la tarjeta.

Dependiendo del tipo de servicio a establecer y del módulo enchufable que se emplee, se necesitará la siguiente información:

a. 2LVOI-P y 2LVOI-T

- Las direcciones de los nodos en los que se han instalado las tarjetas de interface UNIVOICE.
- El número de la ranura de interface en los nodos correspondientes.
- Los puertos de las tarjetas de interface a la que las estaciones de telefonía («línea caliente») o la estación de telefonía y la central se conectan.
- La selección de los parámetros de transmisión dependientes del país.
- Medición 12 kHz / 16 kHz.

b. 2W/4W-EM

- Las direcciones de los nodos en los que se han instalado las tarjetas de interface UNIVOICE.
- El número de la ranura de interface en los nodos correspondientes.
- Los puertos de las tarjetas de interface entre los que se debe programar una conexión.

3.5 Localización de problemas

La tarjeta de interface se debe inicializar después de instalarse. Una tarjeta se puede inicializar:

- Colocando el interruptor del panel delantero en la posición de apagado (OFF) y volviéndolo a poner en la posición de encendido (ON).
- Restableciendo (reset) la tarjeta mediante el OMS.
- Alimentando la tarjeta enchufándola o encendiendo el nodo.

Después de la inicialización sin errores se lleva a cabo un test de LED. Durante este test todos los LED se encienden uno tras otro durante aproximadamente 100 ms cada uno, comenzando de izquierda a derecha y de arriba a abajo. Si hay LED parpadeando es que se ha producido algún problema durante la inicialización. Los LED parpadeantes indican dónde podría encontrarse el error (consulte la Tabla 18).

Tabla 18 Indicaciones de los LED parpadeantes

LED1	LED2	LED3	LED4
Puerto 1 / Mód. 1	Puerto 2 / Mód. 1	Puerto 1 / Mód. 2	Puerto 2 / Mód. 2
FALLO DE SICOFI	FALLO DE SICOFI	FALLO DE SICOFI	FALLO DE SICOFI
LED5	LED6	LED7	LED8
Puerto 1 / Mód. 3	Puerto 2 / Mód. 3	Puerto 1 / Mód. 4	Puerto 2 / Mód. 4
FALLO DE SICOFI	FALLO DE SICOFI	FALLO DE SICOFI	FALLO DE SICOFI
LED9	LED10	LED11	LED12
Puerto 1 / Mód. 1	Puerto 2 / Mód. 1	Puerto 1 / Mód. 2	Puerto 2 / Mód. 2
FALLO DE PLD	FALLO DE PLD	FALLO DE PLD	FALLO DE PLD
LED13	LED14	LED15	LED16
Puerto 1 / Mód. 3	Puerto 2 / Mód. 3	Puerto 1 / Mód. 4	Puerto 2 / Mód. 4
FALLO DE PLD	FALLO DE PLD	FALLO DE PLD	FALLO DE PLD

5. RSXMM (Multicanal – Multipunto) Tarjeta de interface (S30824-Q70-X)

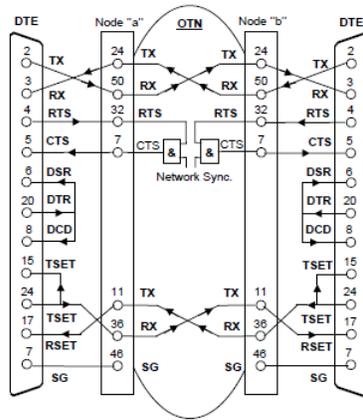


Figura 21 Conexión DTE – DTE sincrónica a través de OTN

5. INSTALACIÓN

5.1 Generalidades

La Figura 22 muestra el panel frontal de una tarjeta de interfaz RSXMM. Este panel frontal consta de los elementos siguientes:

- Interruptor de apagado y encendido que permite desactivar el funcionamiento de la tarjeta antes de retirarla de un nodo sin perjudicar el funcionamiento de la red.



Figura 22 Tarjeta de interfaz RSXMM: Panel frontal

- 16 LED verdes dispuestos en cuatro filas de cuatro columnas. Las tres filas superiores o los 12 primeros LED representan los circuitos 1 a 12 que cuando se encienden indican que existe actividad en los receptores correspondientes. Los cuatro LED de abajo representan el estado de las cuatro señales de entrada RS232 adicionales RTS13 a RTS16.
- Dos conectores Champ hembras apantallados de 50 pines, donde el de arriba se reserva para las conexiones RS422 y el de abajo para las conexiones RS232.

5.2 Instalación de cableado

Se debe emplear un cable apantallado con 25 pares trenzados para conectar el equipo del usuario a la tarjeta de interfaz RSXMM. Para este fin se dispone de cables preconfeccionados que incluyen en un extremo un conector Champ macho apantallado de 50 pines para la conexión a la tarjeta, mientras que el otro extremo se conecta al bloque de terminales MDF correspondiente de la OTN.

Cables preconfeccionados disponibles:

- S30827-C8-A20-y (2 m)
- S30827-C8-A30-y (3 m)
- S30827-C8-A50-y (5 m)
- S30827-C8-A100-y (10 m)

Aquí, "y" se refiere a la edición del cable.

Los números de pines, los nombres de las señales y los códigos de color se indican en la Tabla 7 (para los puertos RS232) y en la Tabla 8 (para los puertos RS422).

¡ATENCIÓN!

- Se deben respetar las normativas de protección de cargas electrostáticas relativas al manejo, el transporte y el almacenaje de circuitos impresos (consulte la Ref. [1]).
- En caso de aplicaciones RS232 y RS422 mixtas, las entradas Rx sin usar en el conector RS-232 deberían conectarse a la tierra de señal (por ejemplo, en el MDF). Consulte también el apartado 3.1.

5.3 Procedimiento de instalación

La tarjeta de interfaz RSXMM no requiere ninguna selección, puente o ajuste antes de la instalación.

Para instalar correctamente la tarjeta RSXMM, se recomienda realizar los pasos siguientes:

- Desconecte el interruptor de la tarjeta (posición "OFF").
- Deslice la tarjeta dentro de la ranura de interfaz asignada para ello.
- Apriete los tornillos de sujeción.
- Enchufe el cable RS232 (si procede) al conector RS-232 inferior de 50 pines.
- Enchufe el cable RS422 (si procede) al conector RS-422 superior de 50 pines.
- Marque claramente los cables de conexión para identificarlos fácilmente.
- Conecte el interruptor de la tarjeta (posición "ON").
- Compruebe que los LED del panel frontal funcionan correctamente.

¡ATENCIÓN!

Desconecte siempre el cableado de instalación antes de quitar las tarjetas y apriete los tornillos de sujeción antes de volver a conectar los cables.

6. Tarjeta de interface ET100DAE

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

Este documento describe la tarjeta de interface ET100DAE (basada en la tarjeta de interface ET100AE), la cual proporciona enlaces Ethernet conmutados entre redes de área local que cumplen el estándar IEEE802.3. Esta tarjeta funciona en una red OTN-X3M y es soportada como OMS v6.1. El modo de *backplane* HX4 es soportado como OMS v7.1 en OTN-X3M-10G y OTN-X3M-2500.

Esta tarjeta tiene los siguientes puertos de Ethernet en su panel frontal:

- 10 puertos RJ45 (puertos 10BaseT/100BaseTX).
- 2 módulos SFP:
 - Eléctrico: 10/100/1000BASE-T.
 - Óptico: 1000BASE-X (SX = longitud de onda corta 850 nm; LX = longitud de onda larga 1.310 nm, conector LC).

Esta tarjeta puede funcionar como un conmutador de Ethernet distribuido en todo el anillo de la red OTN-X3M. El conmutador distribuido se puede configurar como punto a punto o multipunto.

La tarjeta de interface ET100DAE permite dirigirse a 12 segmentos totalmente independientes sobre el anillo de la red OTN-X3M. Como resultado cada segmento tiene su propio ancho de banda exclusivo y totalmente personalizable. Además, cada aplicación externa individual tiene una mayor independencia, lo que provoca una mayor seguridad y disponibilidad.

La tarjeta de interface ET100DAE no tiene problemas de comunicación con las tarjetas ET100AE y ET100E.

El ancho de banda add-drop (inserción-extracción) de la tarjeta ET100DAE es igual al ancho de banda add-drop máximo de una ranura de la interface.

En la Figura 1 se aclaran los términos "aplicación", "puerto", "conmutador local", "interface de anillo" y "segmento" ya que se utilizan frecuentemente a lo largo del documento.

1.2 Referencias

La Tabla 1 incluye un resumen general de los documentos a los que se hace referencia en este texto, "&" hace referencia al código de idioma y "" a la edición del documento.

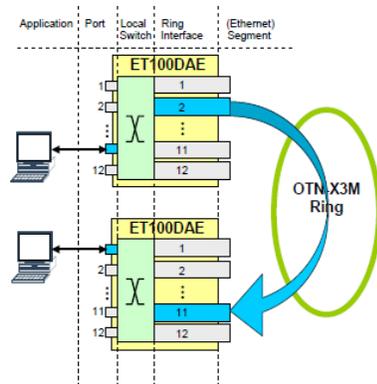


Figura 1 Terminología básica

Tabla 1 Documentos de referencia

Ref.	Número	Título
[1]	AA-M205-&-*	Manual de funcionamiento e instalación de la OTN
[2]	AG-M330-&-*	Sistema de gestión de OTN (OMS), Manual de usuario
[3]	AE-M257-&-*	Tarjeta de interface ET100AE (Advanced Ethernet 10/100/1000 Mbps)
[4]	AE-M254-&-*	Tarjeta de interface ET100E (Fast Ethernet 10/100 Mbps)
[5]	AF-M155-&-*	Módulos TRM de OTN (OTR, STR, SFP)

1.3 Comportamiento en servicio de la ET100DAE

La tarjeta ET100DAE puede funcionar dentro de servicios existentes ET100(HX).

Esta tarjeta es totalmente compatible con la tarjeta ET100AE. La tarjeta también es compatible con las tarjetas de interface ET100E excepto para el modo de 3 bits de OTN-X3M, el cual no es soportado en ET100DAE. Esta compatibilidad con tarjetas antiguas puede suponer que algunas funciones de la ET100DAE estén inhabilitadas.

La tarjeta ET100DAE no es compatible con la ET100.

Además, esta tarjeta no se puede programar en:

- El servicio ETX (servicio Ethernet en una tarjeta de red BORA2500-ETX).
- El servicio ET (tarjeta ET).
- En un servicio que combine ambas tarjetas ET100E y ET100.

La tarjeta ET100DAE no puede emular a las tarjetas ET100E/ET100 y por tanto no puede programarse como ellas. La antigua tarjeta ET100E puede emular a una tarjeta ET100.

NOTA: No se pueden programar dos o más segmentos de una tarjeta ET100DAE en el mismo servicio. Pueden programarse conexiones internas del nodo entre segmentos de dos tarjetas ET100DAE diferentes.

La Figura 2 muestra algunas conexiones básicas de Ethernet posibles.

2. ETHERNET/ ESTÁNDAR IEEE 802.3

2.1 Generalidades

Ethernet se ha convertido en la tecnología de red más popular y más ampliamente desplegada del mundo. Comenzó como un simple protocolo de comunicaciones por cable compartido por todos los dispositivos de la red. Una vez que un dispositivo se conectaba a este cable (coaxial) tenía la capacidad de comunicarse con cualquier otro dispositivo conectado, aunque era obligatorio que dichos dispositivos estuvieran muy cerca.

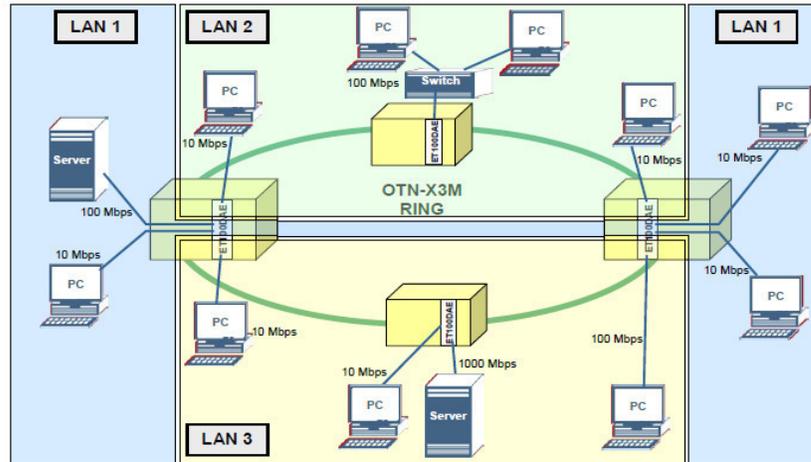


Figura 5 Múltiples LAN sobre OTN: LAN-1, LAN-2, LAN-3

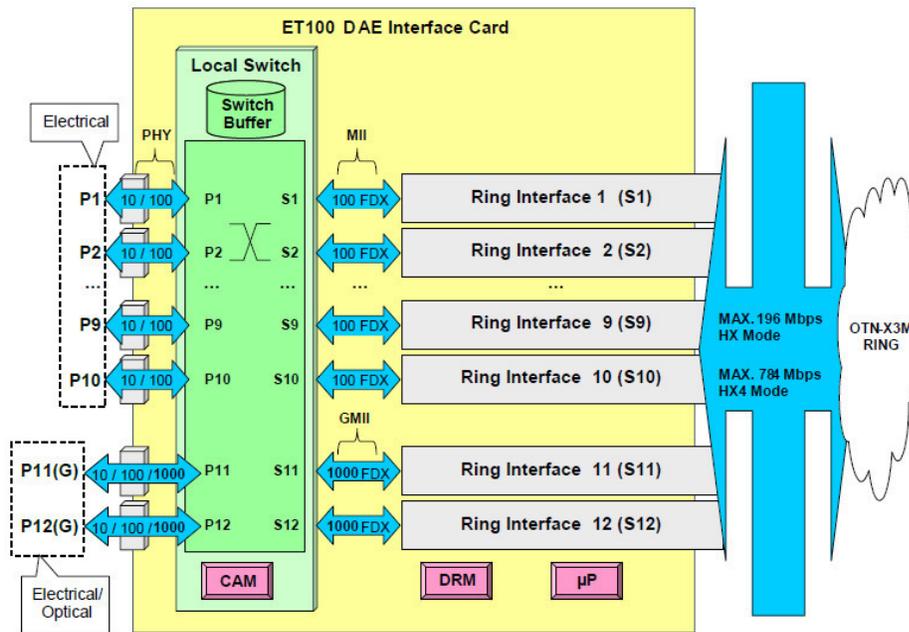


Figura 6 Diagrama de bloques de funcionamiento de ET100DAE

f. Límite de prioridad ([sg])

Indica el límite inferior de la prioridad alta. Por ejemplo, si el límite de prioridad se establece en "4", baja prioridad sería [0..3] y alta prioridad [4..7]. Este límite es válido para todos los buffers de anillo implicados en el servicio. Consulte también el apartado 3.4.5.

g. Control de congestión ([sg])

Indica que el mecanismo de control de congestión se puede activar siempre que lo haga un segmento congestionado.

h. Maestro de control de congestión -A (-B) ([sg])

Indica si este segmento es el maestro de control de congestión A (B) del servicio creado.

i. Asignación puerto-segmento ([p;sg])

Los puertos se pueden asignar/conectar a segmentos en la OMS haciendo clic en las casillas de comprobación de los puertos[1...12]-segmentos[1...12] de la matriz de asignación.

j. VLAN Transparente/Compatible ([p;sg])

VLAN se puede deshabilitar (Transparente) o habilitar (Compatible) por segmento.

k. Ajustes de VLAN ([p;sg])

Los siguientes ajustes de VLAN se utilizan para establecer las reglas de Ingreso/Envío/Egreso y son solamente aplicables en un entorno VLAN compatible (VLAN habilitada en el OMS).

- **Miembro etiquetado/desetiquetado:**
Indica si un puerto o segmento es un miembro etiquetado o desetiquetado (consulte también el apartado 3.3.3b). Esto implica que una trama del conmutador local tiene que ser etiquetada o desetiquetada en el egreso o salida.
- **VID predeterminado:**
Indica el VID predeterminado que se utiliza en la regla de ingreso para etiquetar tramas desetiquetadas.
- **Reenvío de VID:**
Indica qué tramas etiquetadas deben enviarse según su VID. Las identificaciones no indicadas en esta lista se filtrarán (no se reenvían).
- **Miembro personalizado:**
Un miembro personalizado puede tener una regla de ingreso o egreso más personalizada que un miembro normal etiquetado o no etiquetado tal como se ha descrito anteriormente.
- **Miembro personalizado: Extraer desetiquetado:**
Indica si debe extraerse o no una trama desetiquetada.
- **Miembro personalizado: Prioridad predeterminada:**
La prioridad predeterminada 4 puede cambiarse dentro del rango [0..7].
- **Miembro personalizado: VID predeterminado:**
Consulte "VID predeterminado" más arriba.
- **Miembro personalizado: Reenvío:**
Consulte "Reenvío de VID" más arriba.
- **Miembro personalizado: Desetiquetar:**
Indica qué tramas etiquetadas deben ser etiquetadas en el egreso según su VID.

l. SFP_nombre ([SFP])

Para establecer el tipo esperado de módulo SFP

- Gbit_T= cobre
- Gbit_SX= óptico_850nm
- Gbit_LX= óptico_1310nm

4.3 Interruptor DIP

La tarjeta ET100DAE no tiene interruptores DIP configurables personalmente. La tarjeta ET100DAE tiene un interruptor DIP para indicar la "edición de la tarjeta" que está ajustado en fábrica.

4.4 Panel frontal

La Figura 24 muestra el panel frontal de una tarjeta de interface ET100DAE que posee los siguientes elementos principales:

- Etiqueta de tipo (ET100DAE).
- Interruptor de apagado y encendido para deshabilitar la tarjeta antes de retirarla de un nodo sin perjudicar el funcionamiento de la red.
- 3 LED: "Hw", "Run", "Err" (consulte el apartado 4.5.1).
- 20 LED dispuestos en 10 grupos idénticos de dos LED de un solo color para cada conector de puerto RJ45 (consulte el apartado 4.5.2).
- Diez conectores RJ45 CAT5E blindados, uno para cada puerto 10BaseT/100BaseTX.

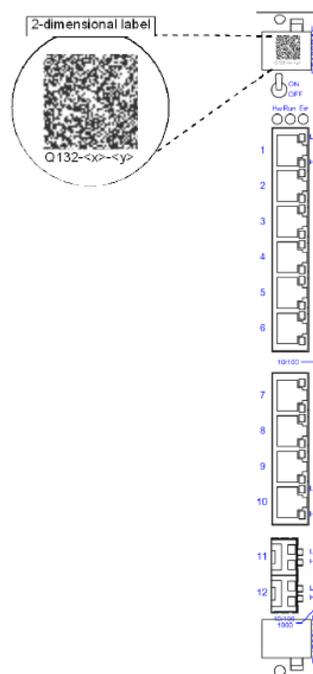


Figura 24 Panel frontal de ET100DAE