



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, HUAWEI

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR:

21441017 KARLA ABIGAIL RIVERA MARADIAGA

ASESOR: ING. ANA REYES

CAMPUS SAN PEDRO SULA; OCTUBRE, 2019

Resumen Ejecutivo

En el presente informe se detallarán las diversas actividades realizadas en los departamentos de RAN y Energía durante la práctica profesional en Huawei. La empresa de Huawei está encargada de a la operación y al mantenimiento de la red de Tigo. Para aportar con la operación y el mantenimiento, se llevaron a cabo diferentes tareas en ambos departamentos donde se identificaron fallas y también se lograron prevenir.

En el inicio de este informe se dará a conocer un poco sobre la historia de Huawei y así mismo se describirá las generalidades de la empresa. Luego se presentarán los objetivos del puesto a tomar en la empresa y los objetivos específicos según las tareas asignadas a realizar durante las diez semanas. A partir de esta información, se realizó un capítulo de marco teórico donde se explicó a más detalle de todas las plataformas utilizadas, los equipos manejados en la empresa y los conceptos teóricos necesarios para comprender las actividades realizadas.

Durante las primeras dos semanas se llevaron a cabo inducciones para conocer los departamentos de RAN y Energía y las plataformas a utilizar. Las siguientes semanas se realizaron diversas tareas diarias y rutinas de mantenimiento con el fin de identificar y prevenir fallas en los sitios y en los equipos. Con la revisión de anillos en la plataforma de Huawei se logró escalar los tramos alarmados al departamento de planta externa para dar una solución lo más pronto posible. Así mismo, en las rutinas de mantenimiento de energía se encontraron errores de instalación los cuales fueron reportados al proveedor para la asignación de un mantenimiento correctivo. Los reportes elaborados fueron de gran utilidad ya que se llevó un control del trabajo realizado de parte de las cuadrillas en cada zona del territorio nacional.

Al finalizar las diez semanas se logró obtener una buena experiencia de lo que es trabajar en campo y en oficina. De igual manera, se logró aprender y adquirir conocimiento sobre todos los equipos y el manejo de las plataformas para realizar el mantenimiento correcto de la red.

Índice de Contenido

I. Introducción	12
II. Generalidades de la Empresa.....	13
2.1 Descripción de la Empresa.....	13
2.1.1 Historia de la empresa.....	13
2.1.2 Misión	13
2.1.3 Visión	13
2.1.4 Logo de la empresa.....	14
2.2 Descripción del Departamento	14
2.3 Objetivos de Puesto	14
2.3.1 Objetivo General.....	15
2.3.2 Objetivos Específicos	15
III. Marco Teórico.....	16
3.1 Introducción a las tecnologías de red	16
3.2 Evolución de las redes móviles	16
3.2.1 1G (Primera Generación)	17
3.2.2 2G (Segunda Generación o GSM)	17
3.2.2.1 Componentes de una red GSM	18
3.2.2.1.1 Estaciones Base (BTS).....	18
3.2.2.1.2 Estaciones de Control (BSC).....	18
3.2.2.1.3 Centros de Conmutación (MSC).....	18
3.2.2.1.4 Estaciones Móviles (MS)	19

3.2.3 3G (Tercera Generación).....	20
3.2.4 4G o LTE (Cuarta Generación).....	21
3.3 Redes de Fibra Óptica (FTTX).....	22
3.3.1 Fibra Óptica.....	22
3.3.2 ATN (Equipos de acceso multiservicio).....	23
3.4 Enlaces de Microondas	24
3.4.1 Ventajas de las radiocomunicaciones por Microondas	25
3.4.2 Características de la trayectoria.....	25
3.4.3 RTN	26
3.5 Plataformas de Operaciones.....	27
3.5.1 Huawei iManager U2000.....	27
3.5.1.1 Ventajas del Sistema.....	28
3.5.1.2 Funciones Básicas.....	28
3.5.1.2.1 Gestión diagnóstico de fallas	29
3.5.1.3 Arquitectura del Sistema	29
3.5.1.3.1 Interfaces Externas.....	30
3.5.1.3.2 Sistema de Soporte y Operaciones	30
3.5.2 SecureCRT	30
3.5.1.2 Tab Groups (Grupos de Pestañas)	31
3.5.1.2 Command Window.....	32
3.6 Equipos de energía en telecomunicaciones.....	32
3.6.1 Rectificadores	33

3.6.1.1 Módulo Rectificador.....	33
3.6.2 Sistemas de Respaldo de Energía	35
3.6.2.1 Banco de Baterías.....	35
3.6.2.2 Interruptor de Transferencia Automática (ITA)	36
3.6.2.3 Planta Eléctrica	36
3.6.2.4 Sistema de Alimentación Ininterrumpida.....	36
3.6.3 Refrigeración en equipos	37
IV. Desarrollo.....	38
4.1 Descripción del trabajo desarrollado.....	38
4.1.1 Revisión de anillos	39
4.1.2 Análisis de Tickets de Fallas Masivas	40
4.1.3 Reportes de rendimiento de cuadrillas.....	41
4.1.3.1 Análisis de Abastecimiento de Combustible	41
4.1.3.2 Análisis de MTTR	43
4.1.4 Rutina de energía	43
4.1.4.1 Pruebas de generador.....	44
4.2 Cronograma de Actividades.....	48
V. Conclusiones.....	49
VI. Recomendaciones	50
Bibliografía.....	51

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Logo de Huawei Technologies.....	14
Ilustración 2: Evolución de las redes móviles	16
Ilustración 3: Arquitectura de una red GSM.....	17
Ilustración 4: Conexión entre redes telefónicas móviles, fijas y de datos.....	19
Ilustración 5: Arquitectura simplificada de LTE.....	21
Ilustración 6: Arquitectura de redes FTTx.....	22
Ilustración 7: ATN 950B.....	24
Ilustración 8: Interfaces del ATN 950B	24
Ilustración 9: Trayectoria de Propagación	26
Ilustración 10: RTN 950.....	27
Ilustración 11: Gestión de red unificada de los servicios E2E.....	28
Ilustración 12: Grupos de Pestañas en SecureCRT	31
Ilustración 13: Ventana de Comandos en SecureCRT	32
Ilustración 14: Módulo Rectificador APR48-3G	34
Ilustración 15: Banco de Baterías	35
Ilustración 16: Ejemplo de Anillo ATN.....	39
Ilustración 17: Lista de Alarmas	40
Ilustración 18: OWS (Operation Web Services).....	40
Ilustración 19: Gráfico de Abastecimiento de Combustible.....	42
Ilustración 20: MTTR.....	43
Ilustración 21: Generador en Quimistán.....	44

Ilustración 22: Filtros de aceite y combustible.....	45
Ilustración 23: Medición de voltaje en batería.....	45
Ilustración 24: Valor de Voltaje medido	46
Ilustración 25: Medición de resistencia en aterrizaje.....	46
Ilustración 26: Tablero del Motor.....	47

Índice de Tablas

Tabla 1: Comparativa de las interfaces radio de UMTS (WCDMA) y GSM	20
Tabla 2: Tipos de prueba por capas.....	29
Tabla 3: Límites de temperatura.....	37
Tabla 4: Dias trabajados por cuadrillas.....	42
Tabla 5: Galones abastecidos por Zona.....	42

Lista de Siglas

ATN Any Media Transmission Network

CFO Corte de Fibra Óptica

LTE Long Term Evolution

MTTR Tiempo de resolución de fallas

OSS Sistema de Operaciones y Soporte

OWS Operation Web Service

RAN Radio Access Network

RTN Radio Transmission Network

I. Introducción

En la actualidad, uno de los mayores impactos en la sociedad son las telecomunicaciones. Día a día logramos ver avances tecnológicos que influyen cada vez más nuestro diario vivir. Huawei es una de las empresas más reconocidas a nivel mundial debido a sus avances e innovaciones tecnológicas. Aparte de ser una empresa pionera en nuevas tecnologías, Huawei brinda soporte en operaciones y mantenimientos de redes a otras empresas.

Tigo es una de las empresas de telecomunicaciones más importantes en Honduras. Su red se expande a nivel nacional, por lo tanto, es necesario contar con el mejor equipo de ingenieros para brindar el mejor mantenimiento de sus equipos y redes. Huawei fue contratado por Tigo para realizar las operaciones y el mantenimiento de redes y así lograr proveer la mejor calidad de servicio posible para los usuarios. Este presente informe se realiza con el objetivo de detallar asignaciones y actividades que son hechas día a día en Huawei con el fin de obtener la red más confiable y estable de Honduras.

Para llevar a cabo las actividades, se participará en diferentes departamentos con el objetivo de adquirir conocimiento en cada área. El departamento RAN se enfoca en las asignaciones de operación y mantenimiento a la red, donde se realizará monitoreo de la red, dar seguimiento de fallas y solucionar problemas de cualquier tipo. El departamento de energía está orientado al mantenimiento de los equipos, donde se llevará a cabo tareas preventivas y mantenimiento correctivo. Así mismo, se realizarán análisis de rendimiento de cuadrillas en base a las tareas asignadas durante el mes.

Seguidamente, se detallarán más aspectos sobre la empresa y se plantearán los objetivos para señalar lo que se aspira durante la práctica profesional. Luego, se presentará una fundamentación teórica en la cual se respaldan las actividades a realizar. Posteriormente, se proporcionará cada detalle sobre las actividades realizadas en la empresa y finalmente, se mostrarán las conclusiones y recomendaciones en base al periodo de la práctica profesional.

II. Generalidades de la Empresa

A continuación, se presentarán las generalidades de la empresa Huawei. Se describirá de manera general tomando en cuenta su misión, visión, historia, entre otros.

2.1 Descripción de la Empresa

Huawei es un proveedor mundial, líder en tecnología de informática y comunicaciones (TIC) que a través de su estrategia orientada al cliente y sólidas relaciones con sus aliados comerciales ha establecido capacidades y fortalezas para ofrecer soluciones integrales a empresas de telecomunicaciones, corporaciones y consumidor final.

2.1.1 Historia de la empresa

Huawei Technologies Co. Ltd comenzó como una compañía especializada en el desarrollo, producción y ventas de productos PBX. Es decir, equipamiento para telecomunicaciones. Fundada en 1988 por Ren Zhengfei, hoy por hoy se convirtió en una de las compañías más ricas de China.

Actualmente, la compañía es el actor clave de las Telecomunicaciones dentro del Asia. Facturando más de 13 mil millones de dólares anuales, Huawei es una de las empresas más importantes del mundo. Con la responsabilidad de más de 70.000 empleados, se espera que de una compañía tan grande los mejores resultados. (Huawei-Technologies, 2019)

2.1.2 Misión

Llevar la experiencia digital a cada persona, hogar y organización para un mundo inteligente y totalmente conectado. (Huawei-Technologies, 2019)

2.1.3 Visión

Enriquecer la vida a través de la comunicación. Aprovechando su experiencia y experticia en el sector TIC, Huawei ayuda a disminuir la brecha digital ofreciendo soluciones que permiten aprovechar al máximo los servicios de banda ancha independientemente de la ubicación

geográfica, contribuyendo al desarrollo sostenido de la sociedad, la economía y el ambiente.
(Huawei-Technologies, 2019)

2.1.4 Logo de la empresa



Ilustración 1: Logo de Huawei Technologies

Fuente: (Huawei-Technologies, 2019)

2.2 Descripción del Departamento

El departamento RAN es el encargado de monitorear la red con el fin de reportar fallas y escalar el caso. Dentro del departamento se realizan varias actividades, tales como: revisión de anillos, revisión de sitios fuera, seguimiento y resolución a las fallas y reportes de los casos para analizar el rendimiento de los sitios para llevar control.

El departamento de energía de Huawei está encargado del mantenimiento de los equipos. Se realizan muchas rutinas de mantenimiento en diversos sitios a fin de corroborar el funcionamiento de todos los equipos y para prevenir cualquier tipo de falla. Asimismo, se realizan reportes del área de electromecánica para llevar control del rendimiento de las cuadrillas, analizar las estadísticas para realizar mejoras y de esta manera mantener la eficiencia de los departamentos de Huawei.

2.3 Objetivos de Puesto

Apoyar en las diferentes asignaciones de los departamentos de RAN y Energía con el objetivo de prevenir o resolver efectivamente las fallas.

2.3.1 Objetivo General

- Gestionar y monitorear la red de Tigo utilizando las diversas plataformas de Huawei para proporcionar un correcto mantenimiento de equipos y fallas generadas.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar rutinas de mantenimiento en el departamento de energía para la prevención de fallas en los equipos.
- Identificar fallas en los sitios de Tigo por medio de revisiones de los anillos de fibra óptica en la plataforma de Huawei para su debido escalamiento.
- Elaborar reportes de rendimiento de cuadrillas en el área de electromecánica para proporcionar visibilidad al equipo de Huawei.

III. Marco Teórico

En esta sección del informe, se presentará la fundamentación teórica en la cual se basó para la elaboración y la comprensión de las diferentes actividades realizadas en Huawei.

3.1 Introducción a las tecnologías de red

Esta tecnología móvil que utilizamos diariamente, con acceso a la Red y distintas aplicaciones, a cámara y vídeo, ha transformado nuestra sociedad. La manera de compartir informaciones no sólo escritas, sino a través de multimedia, nos proporciona oportunidades de controlar la mayoría de ellas y transmitir las a larga escala en sólo unos momentos, sin necesidad de buscar cada vez nuevo público o de tener conocimientos técnicos avanzados. (Gutiérrez-Rubí, 2015)

3.2 Evolución de las redes móviles

El empleo de la radio para establecer una comunicación a distancia se viene realizando desde hace más de un siglo, y desde que Marconi completara con éxito sus experimentos de transmitir señales telegráficas, la tecnología ha evolucionado muchísimo, permitiendo el envío de voz, texto e imágenes a una gran velocidad y, además, con gran calidad gracias a la digitalización de las señales. (Huidobro, 2012)

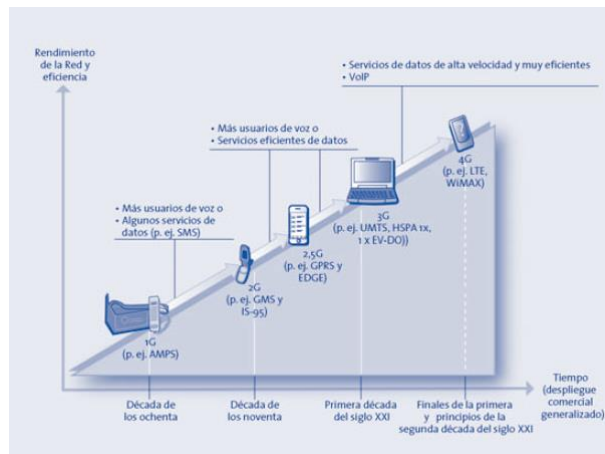


Ilustración 2: Evolución de las redes móviles

Fuente: (Martinez J. , 2011)

3.2.1 1G (Primera Generación)

La primera generación de redes móviles comerciales (1G) surgió a principios de los años 80, entre las que se encontraban AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) en Estados Unidos y el Sistema de Comunicaciones de Acceso Total en Europa. Las redes móviles 1G eran analógicas y sólo proporcionaban servicios de voz. (Martinez J. , 2011)

3.2.2 2G (Segunda Generación o GSM)

La intención original era hacer GSM compatible con ISDN, en términos de servicios ofrecidos y formatos de señalización de control. Desafortunadamente, las limitaciones de ancho de banda de canal y de costo evitan que el GSM funcione a la velocidad básica de datos de 64 kbps de ISDN.

Los servicios telefónicos GSM se pueden clasificar en forma amplia en tres categorías: *servicios de portador, teleservicios y servicios suplementarios*. Es probable que el servicio al portador más básico (*teleservicio*) que proporciona GSM es el de telefonía. En GSM, las señales analógicas de voz se codifican digitalmente y se transmiten por la red, como corriente de datos digitales. También, como la GSM es una red digital, no se requiere módem entre el usuario y esa red.

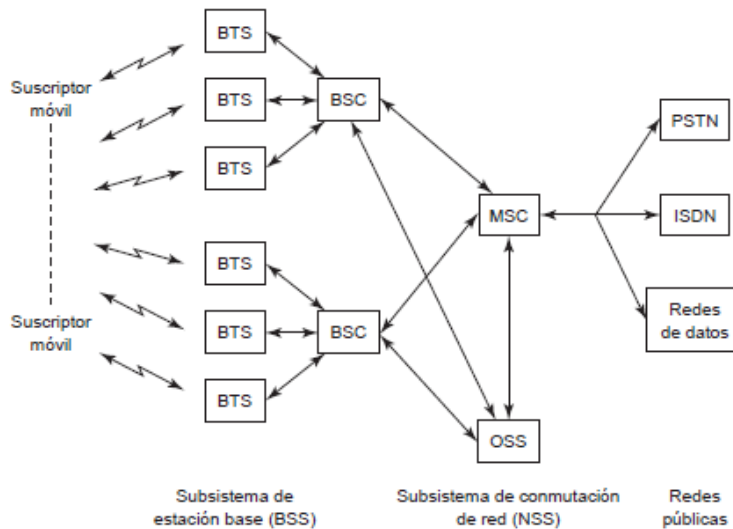


Ilustración 3: Arquitectura de una red GSM

Fuente: (Tomasi, 2003)

3.2.2.1 Componentes de una red GSM

En general, una red de comunicaciones móviles presenta una estructura, que se estudiará con mayor detalle en los capítulos siguientes diferenciando entre 2da, 3ra y 4ta generación, compuesta para los sistemas de 2G por los elementos descritos a continuación. (Huidobro, 2012)

3.2.2.1.1 Estaciones Base (BTS)

Los teléfonos móviles utilizan una red de estaciones base que envían y reciben llamadas y otros servicios móviles, tales como videollamadas, banda ancha inalámbrica y TV móvil. Las estaciones base deben estar ubicadas cerca de los usuarios de teléfonos móviles para permitir una buena calidad en la recepción. Se encargan de mantener el enlace radioeléctrico entre la estación móvil y la estación de control de servicio durante la comunicación. Una estación de base atiende a una o varias estaciones móviles, y según el número de éstas y el tipo de servicio, se calcula el número adecuado de ellas para proporcionar una cobertura total de servicio en el área geográfica que se desea cubrir. (Huidobro, 2012)

3.2.2.1.2 Estaciones de Control (BSC)

Realiza las funciones de gestión y mantenimiento del servicio. Una tarea específica consiste en la asignación de estaciones base en un sector, dentro de un área de cobertura, a las estaciones móviles que se desplazan por el sector.

La función de conmutación de la comunicación entre estaciones base (*handoff* o *handover*) permite cambiar el canal ocupado por la estación móvil en la estación base anterior por otro libre de la estación base próxima. La función de localización de una estación móvil fuera de su sector habitual implica que en cada estación base deben conocerse las estaciones móviles residentes y las visitantes para que las estaciones de control puedan determinar su posición en cualquier instante. (Huidobro, 2012)

3.2.2.1.3 Centros de Conmutación (MSC)

Los MSC (*Mobile Switching Centres*, o centros de conmutación de servicios móviles) son unos elementos de las redes de comunicaciones móviles que tienen como función interconectar

usuarios de la red fija con la red móvil, o usuarios de la red móvil entre sí. Al mismo tiempo mantienen las bases de datos para tratar las peticiones de llamada de los clientes. Los centros de conmutación MSC forman parte del llamado subsistema de conmutación de red NSS (*NetWork Switching Subsystem*). Junto con las tareas de conmutación, un MSC cuenta además con un registro denominado VLR (*Visitors Location Register*), que almacena información relativa a los abonados visitantes. Así, en el VLR se inscriben temporalmente los datos de un abonado cuando se encuentra fuera de la zona de servicio de su central. (Huidobro, 2012)

Las redes móviles se conectan con las de telefonía fija (RTC & RDSI) y otras redes de datos (X.25, IP, etc.), de manera similar a la que se muestra en la figura 1.23, permitiendo el intercambio de información entre ellas. (Huidobro, 2012)

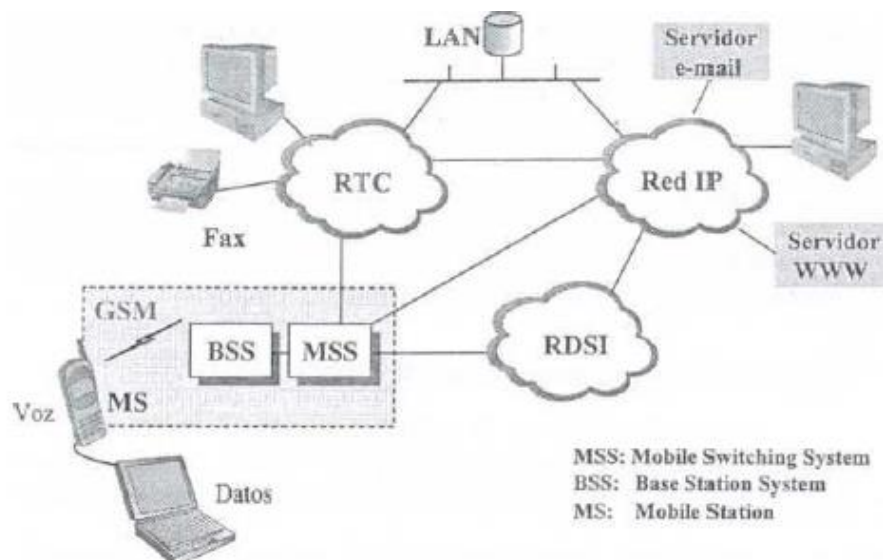


Ilustración 4: Conexión entre redes telefónicas móviles, fijas y de datos

Fuente: (Huidobro, 2012)

3.2.2.1.4 Estaciones Móviles (MS)

Son los equipos que suministran el servicio a los usuarios, en el lugar, instante y formato (voz, datos e imágenes) adecuados. Cada estación móvil puede actuar en modo emisor, receptor o en ambos modos. Hay una gran variedad de dispositivos móviles, desde teléfonos simples a *smartphones*, PC y *tablets* conectados con un módem USB a la red móvil, o terminales para

comunicaciones M2M. Cuando la MS solicita el establecimiento de una llamada, utiliza la potencia máxima y, una vez que ha conseguido el acceso, la estación base calcula la potencia que debe utilizar y se lo comunica, reajustándose los dos al valor mínimo necesario para mantener la comunicación con una buena calidad. (Huidobro, 2012)

3.2.3 3G (Tercera Generación)

La tecnología EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution) es la más representativa de esta generación, admitiendo teóricamente velocidades de datos de hasta 384 Kbps. Se trata de una tecnología que incrementa el ancho de banda de la transmisión de los datos en GPRS, y que se puede considerar como precursora de UMTS. (Meza, 2008)

Los sistemas digitales, de 3ra generación, utilizan el método de acceso múltiple por división de código (CDMA), una técnica que divide a los usuarios según el código particular que tienen asignado, compartiendo todos ellos la misma frecuencia (espectro expandido). La 4G aparece ya como una alternativa razonablemente clara que se espera que se despliegue en los próximos años con unas características tecnológicas claramente superiores a 3G. (Huidobro, 2012)

Tabla 1: Comparativa de las interfaces radio de UMTS (WCDMA) y GSM

	WCDMA	GSM
Separación entre portadoras	5 MHz CDMA	200 KHz TDMA
Factor de reuso de frecuencia	1	≈4 a 18
Frecuencia control potencia	1.500 Hz ambos enlaces	2Hz o menor
Traspaso intra-sistema	<i>Soft y softer handover</i>	<i>Hard handover</i>
Búsqueda de celdas	Canal de sincronización y códigos de <i>scrambling</i>	Canales de Frecuencia
Control de la calidad	Algoritmo para la gestión de recursos de radio	Planificación de red / frecuencias
Diversidad de frecuencia	Receptor RAKE	Ecuación y salto de frecuencia (FH)
Paquetes de datos	Asignación de paquetes basada en la carga	Ranuras de tiempo (TS) con GPRS
Diversidad de transmisión en el enlace descendente	Soporte para la mejora de la capacidad	Sin soporte estándar (aplicable)

Fuente: (Huidobro, 2012)

3.2.4 4G o LTE (Cuarta Generación)

LTE (Long Term Evolution) es un estándar desarrollado por el grupo 3GPP (3rd Generation Partnership Project), esta tecnología surge para dar soporte a aplicaciones móviles con requerimientos de ancho de banda y tasas de transmisión cada vez más exigentes. LTE está diseñado para soportar multiplexación en tiempo, frecuencia y diferentes configuraciones del sistema de antenas.

LTE es una tecnología que de acuerdo con la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) fue considerada como 3.9G, ya que no cumplía con los requisitos del IMT-Advanced (International Mobile Telecommunications-Advanced).

La arquitectura de la red LTE se ha diseñado con el objetivo de ofrecer tráfico basado en conmutación de paquetes con características de movilidad, ofreciendo QoS y baja latencia. Un enfoque basado en conmutación de paquetes permite ofrecer todos los servicios que incluyen voz a través de conexiones de conmutación de paquetes. El resultado es una arquitectura más plana y simplificada con sólo dos tipos de nodo denominados evolucionados, eNodeB (evolved Node B) y el MME/S-GW (Mobility Management Entity/gateway). (Muñoz, 2014)

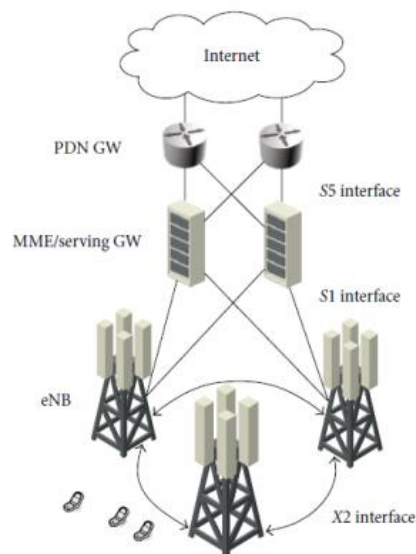


Ilustración 5: Arquitectura simplificada de LTE

Fuente: (Muñoz, 2014)

3.3 Redes de Fibra Óptica (FTTx)

La fibra óptica monomodo, con su ancho de banda prácticamente ilimitado, es ahora el medio de transporte preferido en redes de transporte largo y metropolitanas. La tendencia actual de las redes de datos es a la convergencia en sus servicios lo que demanda la tecnología multimedia que provean conectividad con gran ancho de banda como son los servicios de triple play (voz, video y datos) hacia el hogar, oficinas, negocios, y es a lo que hoy permite la tecnología PON con los que se ha denominado como FTTx que son redes totalmente pasivas y que forman una topología distinta dependiendo del punto de terminación de la red; donde la X simboliza los distintos puntos de terminación de la red, lo que da lugar a los distintos nombres de estas topologías. (León, 2015)

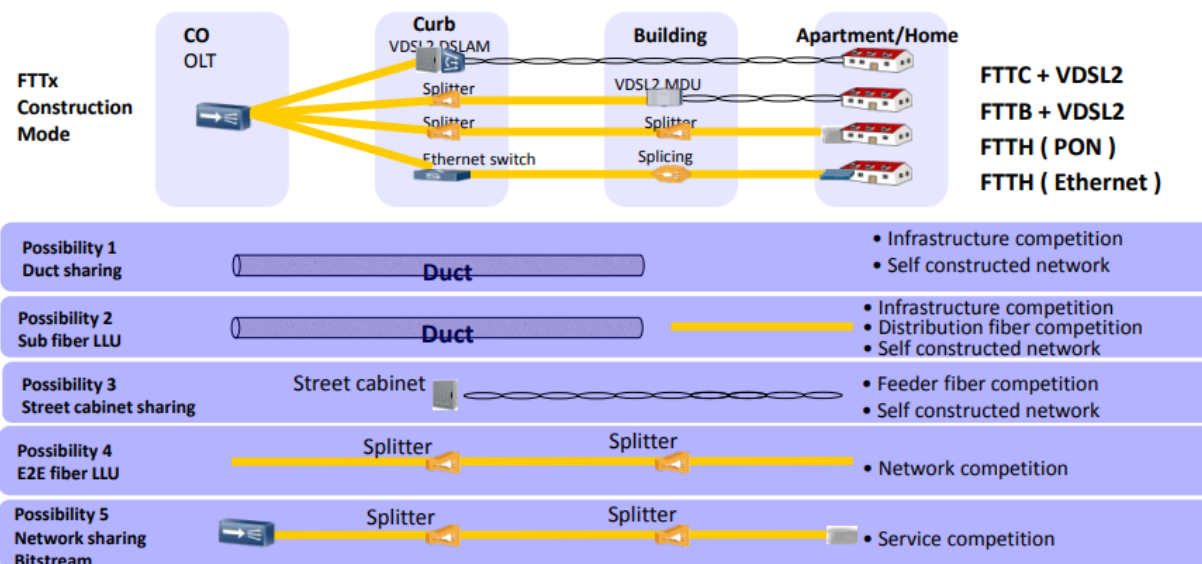


Ilustración 6: Arquitectura de redes FTTx

Fuente: (EngelBrecht, 2016)

3.3.1 Fibra Óptica

La fibra óptica constituye el medio de transmisión por antonomasia para los sistemas de comunicaciones ópticas. Desde sus primeras instalaciones, en las líneas que enlazaban las grandes centrales de conmutación, la fibra se está trasladando hoy en día hasta los mismos hogares, extendiéndose su uso a un mayor abanico de aplicaciones.

Del análisis electromagnético de la propagación de las señales en las fibras se desprenden los posibles modos del campo que ésta es capaz de guiar. La propiedad de guiar o bien uno o bien múltiples de estos modos permite establecer una clasificación básica de las fibras: una fibra recibe el calificativo de multimodo cuando a través de ella pueden propagarse varios modos; se dice que una fibra es monomodo si sólo admite la propagación del modo fundamental.

Toda fibra óptica está constituida por tres estructuras o capas concéntricas, que difieren en sus propiedades de composición:

- Núcleo: Es la parte más interna de la fibra y se encarga de conducir las señales ópticas procedentes de la fuente de luz hasta el dispositivo de recepción.
- Revestimiento: Es la parte intermedia de la fibra, que rodea y protege al núcleo. Este medio posee un índice de refracción menor al del núcleo, de forma que actúa como una capa reflectante
- Recubrimiento: El recubrimiento es la parte externa de la fibra y actúa a modo de amortiguador, protegiendo el núcleo y el revestimiento de posibles daños y agentes externos. (Marchukov, 2011)

3.3.2 ATN (Equipos de acceso multiservicio)

ATN ofrece características avanzadas de segunda y tercera capa y características tales como funcionalidad plug-and-play, sin puesta en marcha en el sitio y mantenimiento y administración remotos.

ATN admite el acceso virtual SDN y es totalmente adecuado para la implementación a gran escala del dispositivo de la capa de acceso y las necesidades de acceso al servicio integrado. Cuando se utiliza junto con la serie de productos CX600 / NE40E, la misma plataforma de software y la misma interfaz de mantenimiento se utilizan para la gestión unificada de la red con el compromiso de optimizar las operaciones de IP y mejorar la eficiencia operativa de los operadores integrados LTE.

Como el enrutador de acceso multiservicio 2U alto 10GE más compacto de la industria, puede compartir un gabinete con la estación base, con una capacidad de conmutación máxima de 56G y soporte para un acceso máximo de 8 * 10GE. Admite E1, STM-1, FE, GE, 10GE y otras interfaces de servicio enriquecidas con soporte para FPIC y acceso flexible a una variedad de servicios, así como protección de redundancia maestra y fuente de alimentación 1 + 1, es una alta confiabilidad, alta -enrutador de acceso multiservicio de alto rendimiento. (Technologies, 2019)



Ilustración 7: ATN 950B

Fuente: (Huawei-Technologies Co., 2012)

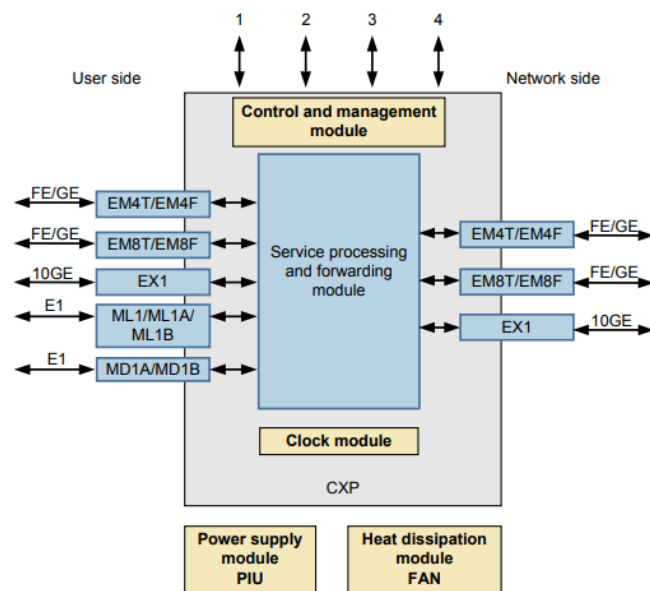


Ilustración 8: Interfaces del ATN 950B

Fuente: (Huawei-Technologies Co., 2012)

3.4 Enlaces de Microondas

Un radioenlace terrestre o microondas terrestre provee conectividad entre dos sitios (estaciones terrenas) en línea de vista (Line-of-Sight, LOS) usando equipo de radio con frecuencias

de portadora por encima de 1 GHz. La forma de onda emitida puede ser analógica (convencionalmente en FM) o digital. (Martinez E. , 2007)

3.4.1 Ventajas de las radiocomunicaciones por Microondas

Los radios de microondas propagan señales a través de la atmósfera terrestre, entre transmisores y receptores que con frecuencia están en la punta de torres a distancias de 15 a 30 millas. Así, los sistemas de radio de microondas tienen la ventaja obvia de contar con capacidad de llevar miles de canales individuales de información entre dos puntos, sin necesidad de instalaciones físicas, como cables coaxiales o fibras ópticas. Entre las ventajas del radio de microondas están las siguientes:

- Los sistemas de radio no necesitan adquisiciones de derecho de vía entre estaciones.
- Cada estación requiere la compra o alquiler de sólo una pequeña extensión de terreno.
- Por sus grandes frecuencias de operación, los sistemas de radio de microondas pueden llevar grandes cantidades de información.
- Las señales de radio se propagan con más facilidad en torno a obstáculos físicos, por ejemplo, a través del agua o las montañas altas. (Tomasi, 2003)

3.4.2 Características de la trayectoria

Las trayectorias de propagación normales entre dos antenas de radio en un sistema de microondas se ven en la figura. La trayectoria en espacio libre es la trayectoria de línea de vista, directamente entre las antenas transmisora y receptora (también se llama onda directa). La onda reflejada en tierra es la porción de la señal transmitida que se refleja en la superficie terrestre y la captura la antena receptora.

La onda superficial consiste en los campos eléctrico y magnético asociados con las corrientes inducidas en la superficie terrestre. La magnitud de la onda superficial depende de las características de la superficie terrestre y de la polarización electromagnética de la onda. La suma de esas tres trayectorias, tomando en cuenta su amplitud y su fase, se llama onda terrestre. La

onda reflejada u onda celeste es la parte de la señal transmitida que regresa (se refleja) hacia la superficie terrestre, debido a las capas ionizadas de la atmósfera terrestre. (Tomasi, 2003)

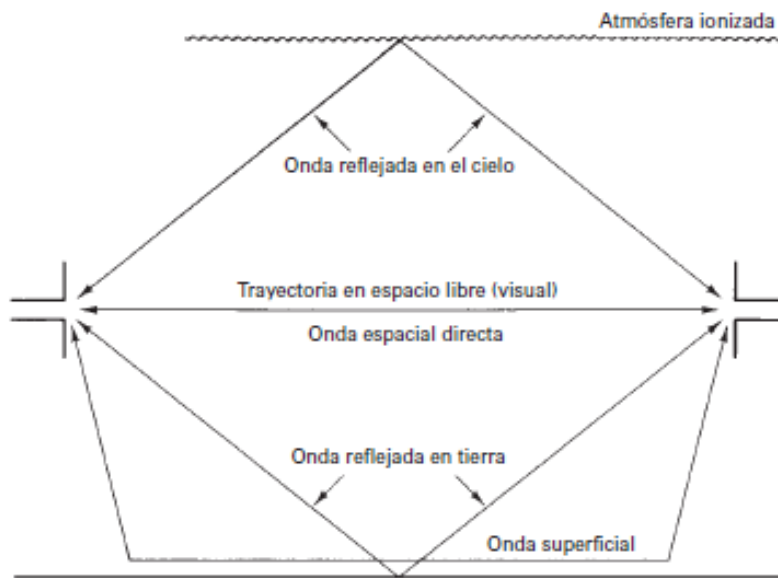


Ilustración 9: Trayectoria de Propagación

Fuente: (Tomasi, 2003)

3.4.3 RTN

Las microondas IP de frecuencia convencional de 6 a 42 GHz de Huawei tienen una capacidad de transmisión ultra elevada de 2 Gbit/s por portadora y 16 Gbit/s por antena como máximo. Es el primer producto de microondas IP en el sector que admite servicios TDM, servicios híbridos, servicios de paquetes y servicios de routing en una plataforma unificada, lo que permite cumplir los requisitos de la transmisión de servicios IP de gran capacidad y la evolución basada en IP de las microondas PDH/SDH tradicionales.

Esta solución cuenta con una arquitectura flexible que puede desplegarse de modo dividido, totalmente en exteriores o totalmente en interiores. Cuenta con alta fiabilidad y gestión unificada de O&M de extremo a extremo. Se usa con frecuencia para la transmisión inalámbrica de banda ancha en sectores verticales, como los de gobierno, radiodifusión, gas y petróleo, educación y energía eléctrica.



Ilustración 10: RTN 950

Fuente: (Huawei-Technologies, 2019)

3.5 Plataformas de Operaciones

La evolución de las redes de nueva generación —New Generation Networks (NGN)— orientadas totalmente al protocolo IP es un factor determinante en la transición de la red existente en la actualidad, estructurada de forma vertical y dividida por tecnologías y servicios, hacia una red horizontal plana. La complejidad de las redes IP impone nuevos retos en la operación y el mantenimiento eficiente de la calidad de los servicios que los sistemas de gestión basados en un solo dominio no son capaces de satisfacer. Por ende, la implementación de un sistema de gestión integrado se ha convertido en una necesidad para los operadores y los proveedores de servicios. (Marín, 2011)

3.5.1 Huawei iManager U2000

El iManager U2000 constituye un moderno sistema de gestión de red de cuarta generación totalmente orientado al protocolo IP. Forma parte de la solución de operación y mantenimiento visualizada y gestión unificada que ofrece el proveedor de telecomunicaciones Huawei para los equipos de las redes de Transporte, Acceso y Datacom. Este sistema de gestión está basado en la plataforma de aplicación de gestión integrada de Huawei (iMAP) e incluye todas las funciones y

los modos de operación de NMS anteriores tales como el iManager T2000, N2000 BMS y N2000 DMS con mejoras significativas en su desempeño. De acuerdo a la jerarquía TMN — Telecommunication Management Network—, el U2000 tiene todas las funcionalidades para trabajar como un sistema de gestión y un sistema de gestión de red por lo que se ubica en las capas de gestión de elementos y gestión de red, respectivamente.

3.5.1.1 Ventajas del Sistema

El U2000 mejora las capacidades de administración de redes convergentes, escalabilidad y facilidades de implementación de un NMS de cara al cliente de nueva generación. Es capaz de realizar gestión y provisión de los servicios entre dominios lo que posibilita la implementación y supervisión visualizada de los canales punto a punto. Es decir, posibilita conocer el trayecto de los servicios a lo largo de las redes IP lo cual resulta de vital importancia para desarrollar una gestión de fallas más proactiva y reducir los costos de O&M al localizar las fallas en un tiempo relativamente menor y asociarlas con los servicios afectados.

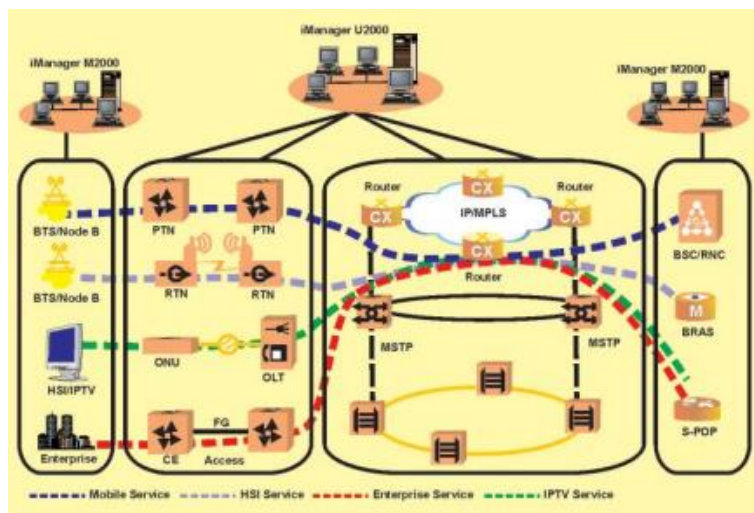


Ilustración 11: Gestión de red unificada de los servicios E2E

Fuente: (Marín, 2011)

3.5.1.2 Funciones Básicas

El U2000 presenta una amplia gama de funcionalidades entre las que se destacan: la gestión de la topología, gestión de alarmas, gestión de la seguridad, gestión del desempeño,

gestión de inventario, gestión de los logs del sistema, gestión de la base de datos, gestión de los parámetros de comunicación de los NE—Network Elements—, gestión de la red DCN —Data Communication Network—, monitoreo del sistema, gestión de reportes y gestión del diagnóstico de fallas. (Marín, 2011)

3.5.1.2.1 Gestión diagnóstico de fallas

La gestión del diagnóstico de fallas no solo permite detectar interrupciones de hardware, sino que además puede detectar y diagnosticar las fallas de la red IP y de los servicios que en ella se transportan, así como garantizar la calidad del servicio —Quality of Services (QoS)—.

En este sentido, permite realizar múltiples pruebas paso a paso en todas las capas de la red, desde la capa de aplicación hasta la capa de enlace de datos, utilizando la herramienta TEST SUITE que no es más que la combinación de varias pruebas de este tipo en una plantilla automatizada. De esta forma, la gestión de fallas se convierte en un importante motor de búsquedas, que incluye indicadores significativos del diagnóstico tales como retardo, jitter y porcentaje de pérdidas de paquetes. (Marín, 2011)

Tabla 2: Tipos de prueba por capas

CAPAS	TIPO DE PRUEBAS
APLICACIÓN	Domain Name System (DNS), Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), File Transfer Protocol (FTP), Hypertext Transfer Protocol (HTTP), Simple Network Management Protocol (SNMP), Voice over IP (VoIP).
TRANSPORTE	Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP).
RED	ICMP ping/traceroute, ICMP VRF ping/traceroute, ICMP jitter, multicast ping/trace, multicast VRF trace, maximum transmission unit (MTU) ping.
MPLS	PWE3 ping, PWE3 trace, LSP ping, LSP trace, LSP jitter, VPLS MAC ping, VPLS MAC trace, VPLS PW ping, VPLS PW trace, MAC study, multicast forwarding information base (MFIB) ping, MFIB trace, service ping.

Fuente: (Marín, 2011)

3.5.1.3 Arquitectura del Sistema

Existen dos tipos de arquitecturas del sistema teniendo en cuenta el tamaño de la red y los requerimientos de implementación. La primera utiliza el esquema de implementación

centralizado para un solo servidor en el cual corren todos los procesos y está diseñado para redes pequeñas y de mediana escala. La segunda arquitectura corresponde al esquema de alta disponibilidad Veritas Hot Standby y está diseñada para redes a gran escala. (Marín, 2011)

3.5.1.3.1 Interfaces Externas

El U2000 ofrece abundantes interfaces de puente norte —Northbound Interface (NBI)— que ayudan a mantener unificada la gestión entre dominios con una rápida integración con diferentes sistemas de soporte y operaciones. A través de las NBI, el sistema de gestión proporciona información de la gestión de los elementos de red tales como alarmas, estadísticas del desempeño y gestión de inventario; también soporta funciones de gestión de redes como provisión y diagnósticos de los servicios. Utilizando las interfaces de puente sur —Southbound Interface (SBI)— el sistema se conecta con los NE y los administra. El U2000 soporta las siguientes SBI: SNMP, CLI, Qx, SSH y Telnet. (Marín, 2011)

3.5.1.3.2 Sistema de Soporte y Operaciones

El OSS es un sistema de software independiente donde se brinda una serie de funciones de gestión a los operadores tales como: gestión del desempeño, gestión del inventario, gestión de fallas y gestión de la calidad de los servicios. Se utiliza para mejorar la eficiencia del trabajo reduciendo los costos de la operación y el mantenimiento.

La capa de red del OSS está por encima de la capa de gestión de elementos de red. Usualmente, el OSS gestiona los equipos a través de los sistemas de gestión de elementos EMS, como es el caso del U2000. El EMS se comunica con el OSS a través de las interfaces puente norte.

De acuerdo a sus diferentes funciones, el OSS está compuesto por el sistema de aseguramiento de los servicios, sistema de provisión de servicios, sistema de gestión de inventario y sistema de diagnóstico de servicios. (Marín, 2011)

3.5.2 SecureCRT

El cliente SecureCRT para Windows, Mac y Linux proporciona una emulación de terminal sólida para los profesionales de la informática, lo que aumenta la productividad con una administración

avanzada de sesiones y una serie de formas de ahorrar tiempo y optimizar las tareas repetitivas. SecureCRT proporciona acceso remoto seguro, transferencia de archivos y tunelización de datos para todos los miembros de su organización. (VandDyke, n.d.)

3.5.1.2 Tab Groups (Grupos de Pestañas)

Los grupos de pestañas le permiten comparar la salida de dos sesiones y las sesiones relacionadas con grupos en la misma ventana SecureCRT para que pueda hacer más en menos tiempo. Puede organizar sesiones en pestañas y cambiar fácilmente entre ellas. O puede trabajar en una pestaña mientras supervisa la salida de un comando en otra pestaña y, a continuación, volver a un único grupo de pestañas cuando el comando haya terminado. (VanDyke, 2019)

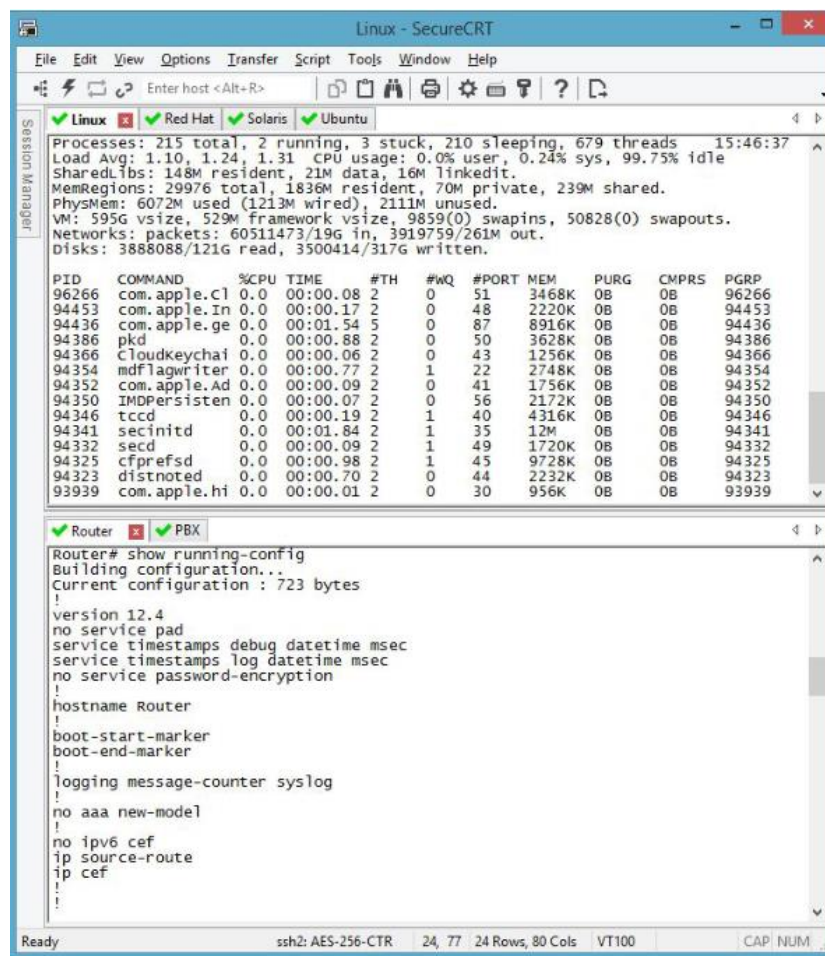


Ilustración 12: Grupos de Pestañas en SecureCRT

Fuente: (VanDyke, 2019)

3.5.1.2 Command Window

La ventana Comando le ofrece una manera de redactar texto antes de enviarlo al sistema remoto. Con el historial de comandos, puede ver, editar y enviar comandos anteriores. El modo "Enviar personajes inmediatamente" le permite escribir caracteres de control y secuencias de escape en la ventana Comando para que pueda editar archivos, detener los comandos en ejecución y realizar la finalización de la pestaña. Puede ser aún más productivo mediante la emisión de comandos a todas las sesiones conectadas, todas las sesiones visibles o grupos de pestañas específicos. (VanDyke, 2019)

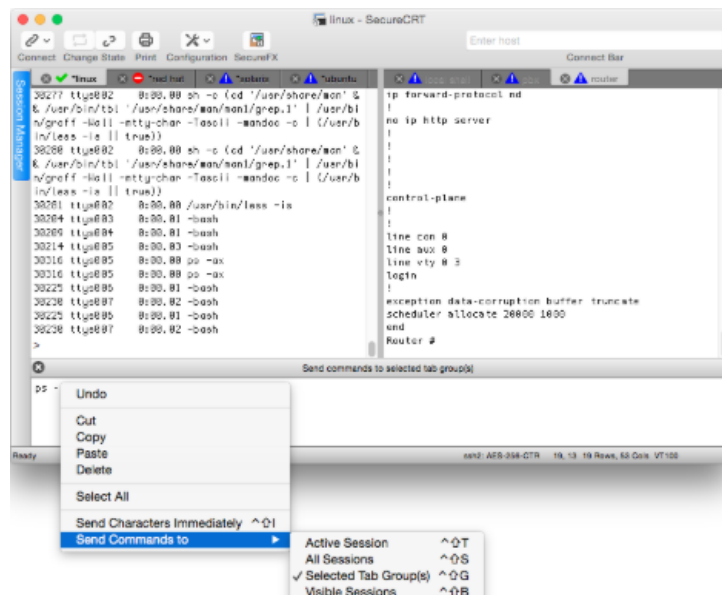


Ilustración 13: Ventana de Comandos en SecureCRT

Fuente: (VanDyke, 2019)

3.6 Equipos de energía en telecomunicaciones

En los sistemas de Telecomunicaciones, la disponibilidad del servicio de energía todo el tiempo es esencial; pero no solamente eso, sino que hay que tener disponibilidad a la mejor calidad y cumpliendo con una serie de estándares que garanticen esa disponibilidad siempre. (Clímaco, 2019)

Los sistemas de alimentación se usan en diferentes lugares y para proporcionar muchas facilidades a los usuarios de red, sean estos los usuarios o clientes finales o las unidades funcionales del sistema de telecomunicaciones. Globalmente, se requiere algún tipo de energía en el CORE Network, que es donde se localizan las centrales de Telecomunicaciones que pueden incluir centrales de abonados, GSM Network, conmutación de paquetes, estaciones satelitales, etc. (Clímaco, 2019)

3.6.1 Rectificadores

Tanto la generación como la transmisión y conversión de energía eléctrica se realizan de una manera más simple y eficiente en corriente alterna. En efecto, la generación de corriente alterna no requiere contactos móviles (colectores, escobillas) susceptibles de causar pérdidas energéticas y de sufrir desgastes. Asimismo, debido a la resistencia de los conductores que forman una línea de transmisión, es conveniente que la corriente sea lo menor posible, lo cual requiere, para una potencia dada, aumentar la tensión. Es sabido que los transformadores de corriente alterna permiten llevar a cabo esta conversión con alto rendimiento (bajas pérdidas energéticas). Luego, con un transformador en destino es posible reducir nuevamente la tensión a valores aceptables. (Miyara, 2002)

Sin embargo, dejando de lado los motores y los sistemas de iluminación, la gran mayoría de los equipos con alimentación eléctrica funcionan con corriente continua. Se plantea entonces la necesidad de convertir la corriente alterna en continua, lo cual se logra por medio de la rectificación. (Miyara, 2002)

3.6.1.1 Módulo Rectificador

El Rectificador de Acceso de Energía APR48-3G de Eaton fue diseñado específicamente para aplicaciones de acceso de red como estaciones de base de celulares, equipos en instalaciones de los clientes e instalaciones de gabinetes en carreteras. La nueva arquitectura de generación 3G es confiable, con densidad de energía y compacta. La densidad de alta energía permite que un espacio tan pequeño en rack como 1U sea ocupado por la energía, maximizando así el espacio disponible para equipo de telecomunicaciones. (EATON, 2019)

El rectificador APR48-3G incorpora una combinación de tecnología líder de modo de interruptores de alta frecuencia para una fuente flexible y eficiente de energía DC, con enfriamiento de ventiladores de alta confiabilidad que contribuye aún más a su alta confiabilidad total. El APR48-3G es un rectificador de alta energía con una salida de 1800W. Está diseñado para operación hasta 70°C (158°F) y bajo un amplio rango de condiciones de energía AC. Estas características hacen que el APR48-3G sea adecuado para la amplia variedad de equipos y condiciones ambientales demandantes que se encuentran en aplicaciones de acceso de red. (EATON, 2019)



Ilustración 14: Módulo Rectificador APR48-3G

Fuente: (EATON, 2019)

El APR48-3G también cuenta con corrección del factor de potencia y tiene eficiencia de hasta el 92%, con disponibilidad de un desempeño óptimo con las corrientes típicas de carga. Con todo esto el APR48-3G cuenta con uno de los menores costos de funcionamiento de cualquier sistema de energía DC disponible en su tipo. (EATON, 2019)

3.6.2 Sistemas de Respaldo de Energía

Los servicios de telecomunicaciones requieren que sus equipos operen de forma ininterrumpida aun ante fallas en el suministro eléctrico convencional, los mismos son entonces denominados: Sistemas con Tolerancia a Fallas y pueden ser implementados por medio de un Sistema de Respaldo Redundante. (Gamboa, 2015)

3.6.2.1 Banco de Baterías

La utilización de la batería está dirigida a evitar la interrupción de energía DC al sistema, en caso de falla del equipo rectificador AC/DC. Por lo general, alimenta a los esquemas de protección, control, señalización y todos los demás elementos que trabajen con corriente continua. Los tipos de baterías utilizadas en los sistemas de comunicaciones, son de tipo electrolítico ácidas o alcalinas, pueden ser conectadas en serie o en paralelo de acuerdo al nivel de carga instalado, siempre se recomienda asociar baterías de la misma marca y modelo. (Gamboa, 2015)

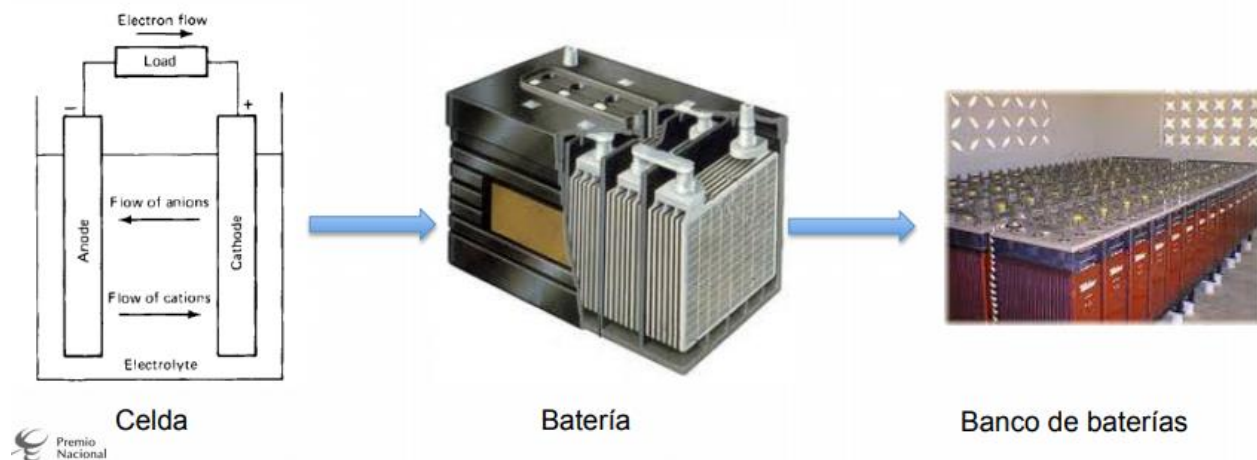


Ilustración 15: Banco de Baterías

Fuente: (Flores, 2012)

3.6.2.2 Interruptor de Transferencia Automática (ITA)

Es un dispositivo que cambia la fuente de alimentación del sistema por otra; por lo general, desde una principal (Compañía eléctrica local) hacia una secundaria (Generador de emergencia). Cuando el interruptor de ITA detecte un problema en la fuente primaria de energía, iniciará el proceso de arranque del generador de emergencia, una vez dicho generador esté funcionando y se haya fijado el voltaje correcto el interruptor de transferencia cambiará la potencia al generador de emergencia; del mismo modo, se seguirá vigilando los valores de la fuente de energía primaria, cuando la misma haya sido restablecida dentro de sus parámetros normales de operación, tiene lugar una nueva conmutación. (Gamboa, 2015)

3.6.2.3 Planta Eléctrica

Basa su funcionamiento en la conversión de la energía mecánica suministrada por un motor, en energía eléctrica producida por un alternador acoplado al eje del primero. Se recomienda que su carga base no sea menor al 50% de su potencia nominal y que su dimensionamiento considere a la carga actual como el 60% de su potencia nominal Stand-By de manera que tenga una capacidad de reserva del 20% para crecimiento futuro y 20% adicional para que el equipo pueda responder a las demandas de carga pico posibles.

3.6.2.4 Sistema de Alimentación Ininterrumpida

También conocido por sus siglas en inglés UPS (Uninterruptible Power Supply) es un sistema que, por medio de sus elementos almacenadores de energía, puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado, cuando se presenta una falla en el suministro principal, a los dispositivos que tenga conectados. Adicionalmente, tiene la capacidad de filtrar subidas y bajadas de tensión, así como eliminar armónicos provenientes de la red eléctrica.

Se emplea para respaldar a las cargas con procesamiento de datos que no pueden ser interrumpidos ni perturbados, se define como el equipo que provee protección contra las fluctuaciones en el suministro eléctrico y un respaldo de energía para asegurar la continuidad e integridad del proceso y operación que se esté ejecutando en cualquier sistema de telecomunicaciones.

3.6.3 Refrigeración en equipos

El enfriamiento de las salas para equipo de red y cableado raramente se planifica, y por lo general se implementa una vez que se producen fallas o sobrecalentamiento. Históricamente, no existen estándares claros para especificar un esquema de enfriamiento suficiente para lograr un comportamiento predecible dentro de las salas de red. Para que la especificación del esquema de enfriamiento de una sala de red sea adecuada, debe garantizar compatibilidad con las cargas anticipadas, brindar instrucciones sin ambigüedades para el diseño y la instalación de equipos de enfriamiento, evitar el sobredimensionamiento, maximizar la eficiencia eléctrica y ser suficientemente flexible para permitir el funcionamiento en diversos tipos y formas de sala.

El comité TC9.9 de la Asociación de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, publica temperaturas operativas recomendadas y permitidas de funcionamiento para los equipos informáticos, con el propósito de brindar mejores pautas para garantizar la confiabilidad y el rendimiento de los equipos. (Standley, 2019)

Tabla 3: Límites de temperatura

Temperatura operativa	Rango de temperaturas
Recomendada	20-25°C (68-77°F)
Permitida	15-32°C (59-90°F)

Fuente: (Standley, 2019)

IV. Desarrollo

En esta etapa del informe, se presentarán todas las actividades realizadas durante la práctica profesional en Huawei Technologies. Se detallará el proceso de cada actividad mostrando tablas e imágenes para respaldar el trabajo realizado.

4.1 Descripción del trabajo desarrollado

Durante la primera semana, se llevaron a cabo inducciones sobre todas las áreas y las diversas actividades a realizar en las próximas diez semanas. Se comenzó con la explicación de las plataformas a utilizar para llevar a cabo las asignaciones. La primera plataforma que fue explicada fue la OWS (Operation Web Services) de Huawei, donde se puede llevar manejo de información tal como: sitios y sectores que se encuentran fuera de servicio, la creación de tareas ya sean PM (Tarea Preventiva), CM (Tarea Correctiva) y PLM (Tarea Programada) y el estado de tickets generados por fallas.

La segunda plataforma que fue mostrada fue el iManager U2000, donde aquí se puede ver el estado actual y la lista de alarmas de los anillos ATN. Los ATN son los equipos que están conectados a través de fibra óptica. Por lo tanto, esta plataforma es usada principalmente para identificar cortes de fibra y para poder corroborar una falla en el ATN se utilizó el SecureCRT para ver los niveles de transmisión y recepción. Para verificar el estado de las tecnologías (2G, 3G y LTE) de los sitios, se utilizó la plataforma Citrix. En el cual, se logra ver que tecnología está fallando y con la lista de alarma es posible dar una solución inmediata a la falla.

Luego de la explicación de las plataformas y su uso, se comenzó con una breve inducción sobre el departamento de energía. El departamento de energía siendo el encargado de dar mantenimiento a los equipos de energía que brindan respaldo a los sitios y mantienen en operación a muchos nodos. Para llevar un control del mantenimiento y para evitar fallas en los equipos, se realizan rutinas de energía. Se lleva a cabo una serie de pasos para corroborar el funcionamiento de los equipos y se documenta a través de una aplicación para tener evidencia de la rutina de energía realizada.

Después de la primera semana de inducción, se comenzó a recibir asignaciones por parte de los ingenieros a cargo. La primera actividad a realizar fue la revisión de anillos ATN en la plataforma de Huawei.

4.1.1 Revisión de anillos

Esta actividad fue asignada como rutina diaria ya que es importante estar al tanto del estado actual de los anillos. Se comenzó revisando todos los sitios que se encuentran en T2 (territorio el cual Huawei es encargado de brindar mantenimiento).

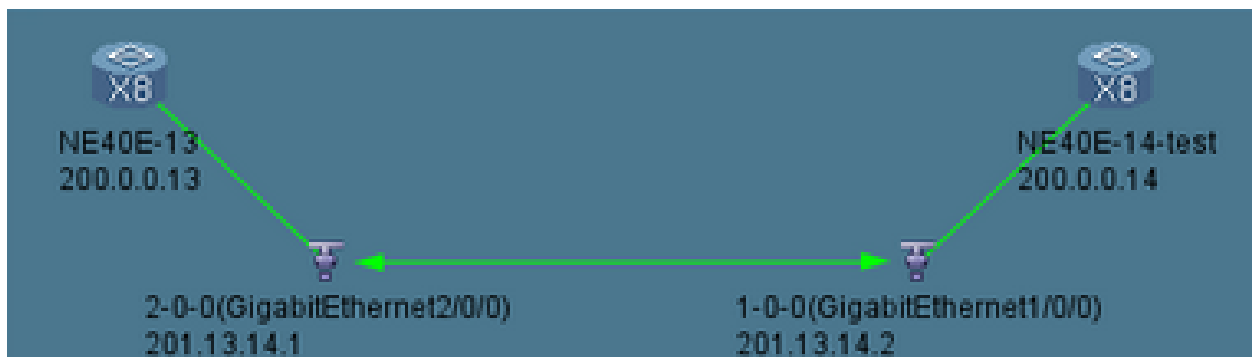


Ilustración 16: Ejemplo de Anillo ATN

Fuente: (Huawei-Technologies Co., 2012)

En esta ilustración se puede ver un ejemplo de un anillo ATN en el iManager U2000, ya que debido a tema de confidencialidad no es posible mostrar los anillos de Tigo manejados por Huawei. Se revisó anillo por anillo y a medida que se iban encontrando tramos alarmados, se documentaban en una tabla de Excel. Al encontrar tramos alarmados, se corroboraban por medio de lista de alarmas y el SecureCRT donde se verificaban los niveles de transmisión. Si los niveles se encontraban fuera de rango, se colocaba como tramo alarmado.

Para llevar el registro de todos estos sitios con tramos alarmados, se tenía una tabla de Excel para luego poder ser enviada por correo y escalar los eventos encontrados al departamento que se encarga de crear tickets o tareas para su debido seguimiento. Estos tickets o tareas creadas son para corregir la causa de la falla en el sitio, se le asigna a una cuadrilla para que se dirija al sitio y solucione el problema.

Sev...	Name	Alarm Source	Service Imp...
Major	MPLS Tunnel Failure	PTN6900-8-192	No
Critical	Link Down	PTN6900-8-192	No
Major	Static CR-LSP Down	PTN6900-8-192	No
Major	Static CR-LSP Down	PTN6900-8-192	No
Major	CES_LOSPKT_EXC	NE(126-243)	Yes
Critical	MPLS_TUNNEL_LOCV	PTN6900-8-192	No

Ilustración 17: Lista de Alarmas

Fuente: (Huawei-Technologies Co., 2012)

4.1.2 Análisis de Tickets de Fallas Masivas

Esta actividad se realizaba todos los lunes, con el fin de recolectar cuales fueron los WO (Worst Offenders), es decir, que sitios fueron los que generaron fallas a una gran escala. Este análisis fue hecho con el propósito de presentárselos a Tigo para tener visibilidad de que sitios pertenecieron a las fallas masivas. Esta asignación se llevaba a cabo utilizando la OWS (Operation Web Services) para exportar todos los tickets o tareas que pertenecían a los WO para determinar cual fue la causa de la falla y que solución se realizó.

Task Status	Task ID	SDM Ticket	Title	Site ID	SLA Status	SLA	FM Office	Business Unit	Region	FME	Creation Time
Scheduled	CM	TT			normal	210		HFC	T1		2019-08-26 19:29:10
Enclosed	CI	T			normal	210		HFC	T1		2019-08-26 19:27:44
Dispatched	CM							Mobile	T1		2019-08-26 19:19:38
Accepted	CM	TT						Mobile	T1		2019-08-26 19:02:25
Accepted	PLM							B2B	T3		2019-08-26 18:55:27
Inprocess	CA	TT						Mobile	T2		2019-08-26 18:46:37
Enclosed	CM	TT						Mobile	T2		2019-08-26 18:41:12
Inprocess	CM							Mobile	T1		2019-08-26 18:40:38

Ilustración 18: OWS (Operation Web Services)

Fuente: (Rivera, 2019)

En esta ilustración se muestra como es la plataforma OWS de Huawei. Se muestra las diversas tareas PM, CM y PLM creadas y que se les está dando seguimiento. También se logra ver el estado de estas tareas y a quienes están asignadas. Para la revisión de estos tickets de fallas

masivas se tomaba en cuenta las CM para determinar la solución que se realizó en el sitio. Así mismo se utilizó el U2000 para tener de referencia los sitios y su ubicación.

4.1.3 Reportes de rendimiento de cuadrillas

Como parte del equipo, se estuvo presente en las reuniones semanales con el proveedor que es Autoconsa. Ellos son los encargados de enviar y gestionar las cuadrillas para realizar los correctivos y preventivos en los sitios cuando se presentan fallas. Para estar al tanto de todo lo que sucede con el proveedor, se realizan reuniones semanales para presentar puntos donde se discuten observaciones y reclamos. Ya que Autoconsa es cliente de Huawei para el mantenimiento de los sitios, es importante evaluar su rendimiento para mejorar puntos débiles y así tener visibilidad con todos los miembros del equipo en Huawei.

Dicho esto, fue asignado elaborar reportes o análisis del rendimiento de las cuadrillas del área de electromecánica. Estas cuadrillas se dividen por zonas: Zona Occidente, Zona Centro-Sur y Zona SPS. Las cuadrillas realizan diversas actividades a lo largo del territorio, la principal siendo el abastecimiento de combustible en los sitios. Para llevar a cabo este reporte, se exportó la información de todas las PLMs completadas. Luego se aplicó un filtro para separar las tareas de abastecimiento de combustible y realizar un análisis aparte.

4.1.3.1 Análisis de Abastecimiento de Combustible

Para el análisis de combustible, se tomó en cuenta la fecha en la que se llevó a cabo la tarea, la cantidad de galones para el abastecimiento y la persona encargada de la tarea. Al tener la información recolectada, se hizo una tabla donde se pueden ver los días trabajados y la cantidad de veces que se abasteció combustible. A partir de estas tablas se realizaron sumas de los días trabajados, el porcentaje promedio de WO trabajados en el mes y una gráfica comparando la cantidad de combustible abastecida por cada cuadrilla.

Es importante llevar el control del abastecimiento de combustible ya que Autoconsa debe de cumplir un abastecimiento de 250 galones por semana por cada cuadrilla. Esto es necesario debido a que los motores deben estar siendo chequeados de manera constante para cumplir los parámetros que Huawei y Tigo exigen.

Tabla 4: Días trabajados por cuadrillas

Cuadrillas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zona Occidente	2		1		2		1		1	2
Zona Centro-Sur	1	2	1	1			2	3		
Zona SPS	1	2			2	3	1	4	5	2
Total de Ordenes	4	4	2	1	4	3	4	7	6	4

Fuente: (Rivera, 2019)

En la tabla 4 se presenta los días trabajados por cada zona y cuantas ordenes de trabajo fueron completadas esos días. De esta manera se logra saber un promedio de las tareas generadas y completadas por cada cuadrilla.

Tabla 5: Galones abastecidos por Zona

Semana	Zona Occidente	Zona Centro-Sur	Zona SPS	Total
31	250	50	1000	1300
32	150	50	2300	2500
33	50	200	2000	2250
34	350	250	1500	2100
Total	800	550	6800	8150

Fuente: (Rivera, 2019)

En la tabla 5 se detalla cuantos galones fueron abastecidos por cada zona, ya que ellos deben de abastecer 250 galones semanales. Se da a conocer el rendimiento de cada cuadrilla y también sirve como guía para saber en qué zona se tiene que abastecer más galones.

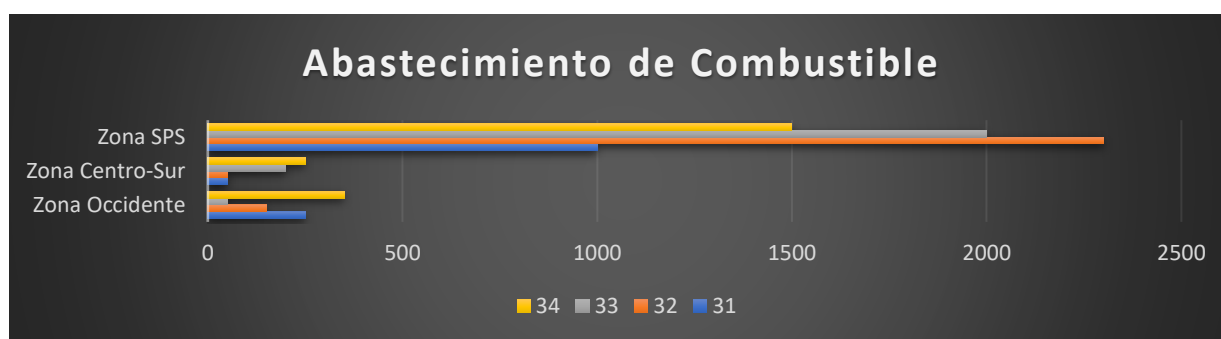


Ilustración 19: Gráfico de Abastecimiento de Combustible

Fuente: (Rivera, 2019)

En la ilustración 19 se representa de manera gráfica la cantidad de galones abastecidos por cada zona. Se incluye siempre un gráfico para facilitar la explicación del análisis de combustible.

4.1.3.2 Análisis de MTTR

El MTTR se refiere al tiempo medio para reparar una falla de cualquier magnitud. Esta es una medición que se realiza con el fin de llevar control de los tiempos que toma Autoconsa en solucionar una falla. Es importante estar al tanto de esta medición ya que Tigo multa a Huawei en caso el MTTR sea más de 4 horas. Por lo tanto, fue asignada esta actividad para mantener el MTTR de las cuadrillas de Autoconsa actualizado.

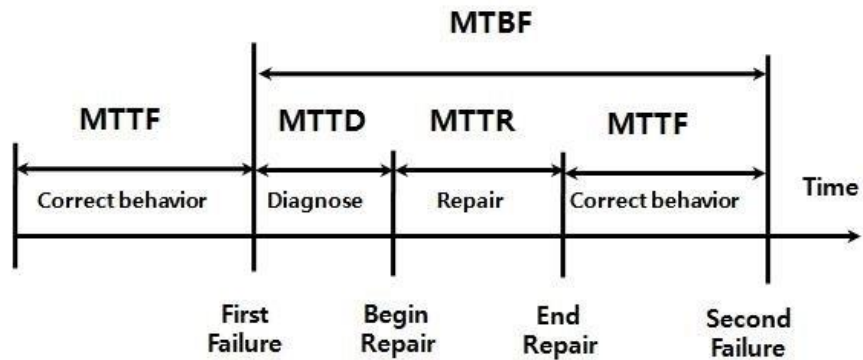


Ilustración 20: MTTR

Fuente: (Woo, 2017)

Para medir el MTTR se exportó el archivo que contiene las horas y fechas de creación y de completación de los tickets generados por fallas. Con esta información se restaron las fechas para tener el tiempo total de reparación de cada cuadrilla. Este análisis se llevó a la reunión semanal con Autoconsa para discutir el aumento en horas de algunas cuadrillas.

4.1.4 Rutina de energía

Las rutinas de energía son obligatorias debido a que los equipos deben de cumplir parámetros para su correcto funcionamiento. Los sitios dependen directamente de estos equipos, por lo tanto, es de suma importancia realizar estas rutinas semanalmente y de esa manera llevar control. Con estas rutinas, se pueden detectar fallas en los equipos antes de tiempo, en tal caso,

se generan tareas correctivas para solucionar el problema. Para dar inicio a una rutina de energía se necesitó la aplicación en la cual se fue documentando todos los datos e imágenes de los equipos. Se marcó la entrada al sitio donde se realizó la rutina, siendo este caso en la sede Trejo donde mantienen una gran cantidad de equipos.

Se inició con la medición de temperatura de los aires acondicionados. El nivel de temperatura en las salas de servidores y equipos es importante ya que esto evita que se sobrecalienten. También se revisó en cada sala si se contaba con las alarmas y equipos contra incendios. Luego se midió el voltaje y el amperaje que consumen los rectificadores para determinar si estaban dentro de los rangos correctos. Para finalizar la rutina de energía en el sitio, se hizo una simulación de corte de energía para verificar si el motor de respaldo encendía y funcionaba correctamente.

4.1.4.1 Pruebas de generador

Dentro del departamento de energía también se llevan a cabo visitas a sitios para comprobar si el motor generador enciende al momento de que haya un corte de energía en la zona y así mismo, comprobar si se recibe alarma de que el motor principal se apagó y el generador está en funcionamiento. Durante mi práctica profesional realicé una visita al sitio de Quimistán para comprobar si el generador estaba en buen estado y si se generaba alarma. Al llegar al sitio, lo primero que se realizó fue ver el nivel de combustible y aceite que el motor tenía.



Ilustración 21: Generador en Quimistán

Fuente: (Rivera, 2019)

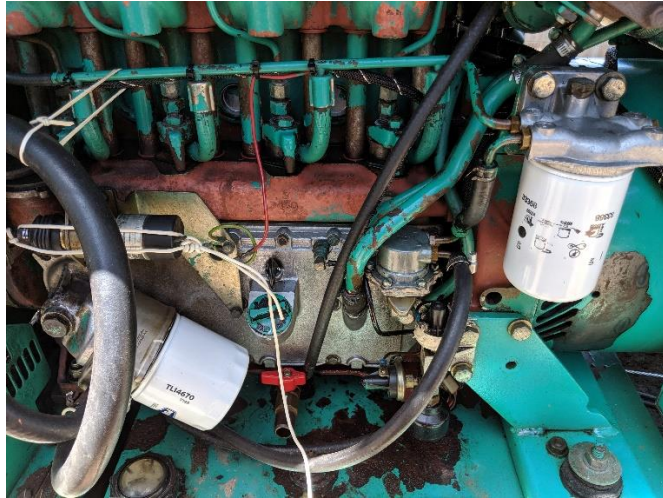


Ilustración 22: Filtros de aceite y combustible

Fuente: (Rivera, 2019)

Como se logra ver en la ilustración, se encuentran ambos filtros de aceite y combustible. Estos filtros de Quimistán no se encuentran etiquetados, por lo tanto, no se sabe cuándo fue la última vez que se realizó una revisión. Es muy importante mantener etiquetados todas las partes del motor que requieren mantenimiento para tener un control y saber actuar en caso de alguna falla.



Ilustración 23: Medición de voltaje en batería

Fuente: (Rivera, 2019)



Ilustración 24: Valor de Voltaje medido

Fuente: (Rivera, 2019)

Se procedió a medir el voltaje en la batería del motor y también se midió la resistencia del aterrizaje del motor. La resistencia del aterrizaje no debe de pasar de 4 y el aterrizaje debe de estar subterráneo, sin embargo, este se encontró expuesto.



Ilustración 25: Medición de resistencia en aterrizaje

Fuente: (Rivera, 2019)

La medición de resistencia en aterrizaje es muy importante ya que sin el debido mantenimiento puede provocar que el motor se queme. Sin el motor de respaldo, al haber un corte de energía, los equipos de transmisión se apagarían y provocaría una falla masiva si de este sitio dependen otros.

Luego de realizar las mediciones y las observaciones del generador, se procedió a encender el respaldo para comprobar si se generaba alarma. Después de algunos minutos de espera, no se generó ninguna alarma. Por lo tanto, se concluyó en generar una tarea correctiva a Autoconsa para la revisión debida y de esa manera reparar el generador.



Ilustración 26: Tablero del Motor

Fuente: (Rivera, 2019)

En la ilustración 26 se muestra el tablero del motor. En este tablero se presentan los niveles de amperaje y voltaje del motor, así mismo, se utiliza para encender o apagar manualmente el motor al realizar las pruebas de alarmas.

4.2 Cronograma de Actividades

ACTIVIDADES	SEMANAS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Inducción a los departamentos	■										
Inducción a las plataformas		■									
Revisión de anillos		■									
Reportes de cuadrillas				■				■			
Análisis de ciclos de pago		■		■		■		■		■	
Rutinas de energía		■									
Visita sitio de Quimistán							■				

En el cuadro se resumen todas las actividades realizadas en Huawei durante las diez semanas de la práctica profesional. Como se explicó anteriormente, en la primera y segunda semana se llevaron a cabo inducciones de los departamentos y de todas las plataformas a utilizar. Las siguientes semanas ya se comenzaron a llevar a cabo las tareas diarias asignadas por el jefe inmediato.

Las actividades realizadas fueron de gran aporte a los departamentos ya que con la elaboración de reportes de cuadrillas se llevó el control del rendimiento del proveedor. Así mismo, la revisión de anillos ayudó con la prevención de fallas masivas debido que, al reportar tramos alarmados, las cuadrillas podían llegar al sitio y solucionar rápidamente el problema.

V. Conclusiones

Después de haber culminado la práctica profesional en Huawei, con la participación en los departamentos de RAN y de energía, se puede concluir que:

- Para la prevención de fallas en los equipos se realizaron rutinas de mantenimiento en el departamento de energía. Las rutinas incluían mediciones de temperatura, voltaje, amperaje y pruebas de generador. En la prueba de generador realizada en Quimistán, se encontraron filtros sin etiqueta, el aterrizaje del motor expuesto y alarmas no fueron generadas al encender el respaldo. Después de la prueba, se reportó lo encontrado con Autoconsa para la asignación de una tarea para la corrección de estos mismos.
- Se logró identificar fallas a través de las revisiones de los anillos de fibra óptica utilizando la plataforma iManager U2000. Con el envío de estas revisiones diarias también se logró prevenir fallas masivas ya que todos los tramos alarmados encontrados, se escalaron al departamento de planta externa para solución inmediata de cortes de fibra.
- Se elaboró reportes de rendimiento de cuadrillas, las cuales se dividieron en dos análisis. El primer análisis siendo el abastecimiento de combustible en el cual se logró detallar cuántos galones eran abastecidos por día en cada zona. El segundo análisis consistió en la medición del MTTR de las cuadrillas de Autoconsa, con esta medición se logró saber cuánto tiempo se lleva la cuadrilla en resolver una falla. Estos reportes elaborados fueron presentados en las reuniones semanales con el proveedor donde se proporcionó visibilidad del rendimiento real de las cuadrillas.

VI. Recomendaciones

Para la empresa:

- Exigir a las cuadrillas del proveedor que documenten de manera correcta las tareas asignadas para llevar un orden y tener evidencia de lo realizado en sitio.
- Contar con una mayor cantidad de repuestos de los equipos de cada departamento en las bodegas para tener respaldos a disposición en caso de una emergencia.

Para la universidad:

- Realizar proyectos de investigación o de vinculación con empresas de telecomunicaciones para obtener experiencia.
- Brindar certificados o cursos extracurriculares orientado a la fibra óptica y equipos de telecomunicaciones donde se aprenda sobre la instalación, mantenimiento preventivos y fusiones.
- Adicionar clases que sean de forma más práctica y orientadas a la industria de las telecomunicaciones.

Bibliografía

1. Boquera, M. (2005). *Comunicaciones ópticas*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
2. Clímaco, N. (20 de Agosto de 2019). *Academia*. Obtenido de Sistemas de Energía en Telecomunicaciones:
https://www.academia.edu/9250767/Sistemas_de_Energ%C3%ADa_en_Telecomunicaciones_Parte_I
3. EATON. (20 de Agosto de 2019). *Amper Online*. Obtenido de Soluciones de Energía DC de Eaton: www.eaton.com/telecompower
4. EngelBrecht, M. (28 de Abril de 2016). Current and future terrestrial based broadband technologies. Benin: Huawei Technologies Co., Ltd.
5. Flores, J. (10 de Noviembre de 2012). Grandes Bancos de Baterías. *Almacenamiento de Energía en Media Potencia*. Cuernavaca, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
6. Gamboa, A. (13 de Marzo de 2015). *Academia*. Obtenido de Sistemas de Respaldo de Energía para Telecomunicaciones:
https://www.academia.edu/13928211/Sistemas_de_Respaldo_de_Energ%C3%ADa_para_Telecomunicaciones
7. Guitiérrez-Rubí, A. (2015). *La transformación digital y móvil de la comunicación*. Madrid, España: Editorial Ariel, S.A.
8. Huawei-Technologies. (20 de Agosto de 2019). *Huawei*. Obtenido de Microondas IP: <https://e.huawei.com/es/products/wireless/microwave/traditional-band>
9. Huawei-Technologies Co., L. (23 de Julio de 2012). ATN 950B Multi-service Access Equipment. Bantian, Shenzhen, China.
10. Huidobro, J. (2012). *Comunicaciones Móviles, Sistemas GSM, UMTS y LTE*. Mexico DF: Alfaomega Grupo Editor.

11. León, C. (Junio de 2015). Análisis y diseño de la red FTTH con tecnología GPON para el ISP TRONCALNET en el Canton Cañar. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
12. Marchukov, Y. (Junio de 2011). Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH. *Sistema de Telecomunicación*. Gandia, Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
13. Marín, N. (2011). *Potencialidades del sistema de gestión U2000*. Cuba: Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones.
14. Martinez, E. (11 de Julio de 2007). *Eveliux*. Obtenido de Microondas Terrestre: <http://www.eveliux.com/mx/curso/microondas-terrestre.html>
15. Martinez, J. (2011). *Neutralidad de Red*. Madrid, España: Editorial Ariel, S.A.
16. Meza, J. (2008). *Fundamentos de las comunicaciones móviles*. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar.
17. Miyara, F. (2002). *Rectificación*. Argentina: RioBamba 245.
18. Muñoz, E. (2014). *Modelo de Cross-Layer para redes móviles 4g-LTE*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
19. Standley, B. (20 de Agosto de 2019). Estrategias de enfriamiento para salas de red. *Documento Técnico*. Munich, Alemania: Schneider Electric.
20. Technologies, H. (20 de Agosto de 2019). *Huawei*. Obtenido de ATN Series: <https://carrier.huawei.com/en/products/fixed-network/carrier-ip/router/atn>
21. Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Naucalpan de Juarez, México: Pearson Education.
22. VanDyke. (20 de Agosto de 2019). *VanDyke Software*. Obtenido de SecureCRT: <https://www.vandyke.com/products/securecrt/>