



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA
CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS ZTE DE LA RED DE TRANSMISIÓN DEL
ESTADO BOLÍVAR DE CORPORACIÓN DIGITEL C.A.**

Autora:

Ing. Zaidary Tomé

Tutor Académico:

Ing. Jorge Cristancho MSc.

Ciudad Guayana, Octubre 2014

Contenido

EL PROBLEMA

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

SITUACIÓN ACTUAL

PROPUESTA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



El Problema

Corporación Digitel C.A., desde sus inicios, fue la primera empresa de telecomunicaciones en implementar la red GSM (Global System for Mobile) en Venezuela, reemplazando así la primera generación de redes celulares analógicas, para incluir a las comunicaciones los transportes de paquetes de datos a través del GPRS (General Packet Radio Services) y EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution), cubriendo originalmente la región central de Venezuela.

La corporación inició un programa de expansión a nivel nacional de la red, y para el año 2006 ya se encontraban 1070 RBS (Radio Base Station) y 7 Conmutadores principales ubicados en Caracas, Valencia, Puerto La Cruz y Maracaibo, expandiendo así su GPRS/EDGE en el oriente y occidente del país.

The logo for Digitel, featuring the word "DIGITEL" in a bold, red, sans-serif font. The letter "i" is stylized with a purple dot and a purple tail that curves downwards and to the left.

El Problema

Ante ésta evolución de tecnología, como parte de la estrategia de la compañía, a mediados del año 2011 en Región Guayana comprendida por los estados Bolívar, Monagas y Delta Amacuro, se realizaron cambios a nivel de equipos de transmisión de Nokia a equipos ZTE, logrando así incorporar la tecnología de la tercera generación en la región y satisfacer a los clientes.

Para lograr una calidad de servicio a los clientes y hacer más eficiente e influyente el uso de la red, el departamento de Operación y Mantenimiento de la Red de Región Guayana, se encarga de mantener y/o maximizar la disponibilidad de los equipos de transmisión de la red PDH, BSC y RNC. Desde la migración de la tecnología de los equipos Nokia a la tecnología ZTE, el departamento de Operaciones y Mantenimiento, el cual está constituido por un coordinador de operaciones y cinco especialista de operaciones, no han establecido planes de mantenimiento centrado a los equipos de transmisión ZTE para comenzar a realizar planes de mantenimientos.



Objetivo General

Diseñar un plan de mantenimiento basado en el estudio de la confiabilidad de los equipos ZTE de la red de transmisión del estado Bolívar de Corporación Digitel C.A.



Objetivos Específicos

1. Investigar a través de referencias bibliográficas, documentación teórica y técnica el procedimiento a seguir.
2. Analizar la situación actual de los equipos ZTE de la red de transmisión del estado Bolívar de Corporación Digitel C.A.
3. Identificar los componentes de los equipos ZTE que acarreen mayor relevancia en el sistema de transmisión, aplicando un análisis de criticidad.
4. Realizar un análisis de las actividades que se ejecutan actualmente a los equipos para evaluar su eficiencia de acuerdo con los resultados del estudio.
5. Sugerir el diseño de un plan de mantenimiento proponiendo el tipo y la frecuencia de las actividades de mantenimiento que deben realizarse en los equipos de acuerdo al estudio obtenido.

Marco Metodológico

Tipo de Investigación

Descriptiva-Explicativa

Porque requirió la descripción previa de la problemática así como la explicación de los elementos que interrelacionan en la misma, para la aplicación de la metodología objeto de estudio

Campo

Debido a que se realizó en contexto real donde se desarrolla la situación objeto de investigación, es decir Departamento de Operaciones de Digitel

Muestra

Dentro la Región Guayana de Corporación Digitel, C.A., comprendida por los estados Monagas, Bolívar y Delta Amacuro, se encuentra una población o universo total de 96 RBS (Radio Base Station), de las cuales se tomarán como muestra representativa, sólo las estaciones del estado Bolívar, conformadas sólo por 48 RBS, en las cuales se encuentran los equipos de transmisión de ZTE

Técnicas e Instrumentos

- ✓ La observación participante
- ✓ Tormenta de Ideas
- ✓ Técnica de grupo nominal
- ✓ Registro de la base de datos de la empresa
- ✓ Bibliografía, internet y otras fuentes

Resultados

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS ZTE DE LA RED DE TRANSMISIÓN DEL ESTADO BOLÍVAR DE CORPORACIÓN DIGITEL C.A.

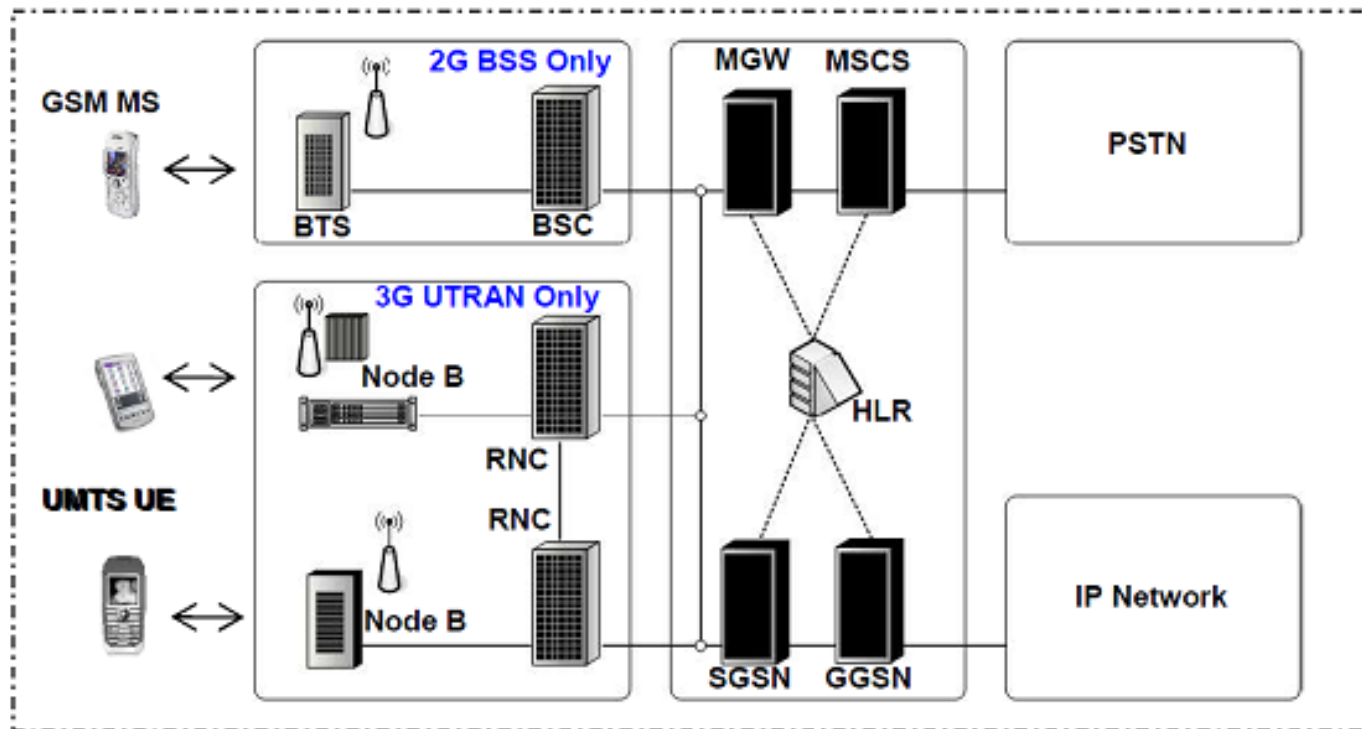


Figura 1. Sistema GSM/EDGE/UMTS convencional.

Resultados

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS ZTE DE LA RED DE TRANSMISIÓN DEL ESTADO BOLÍVAR DE CORPORACIÓN DIGITEL C.A.

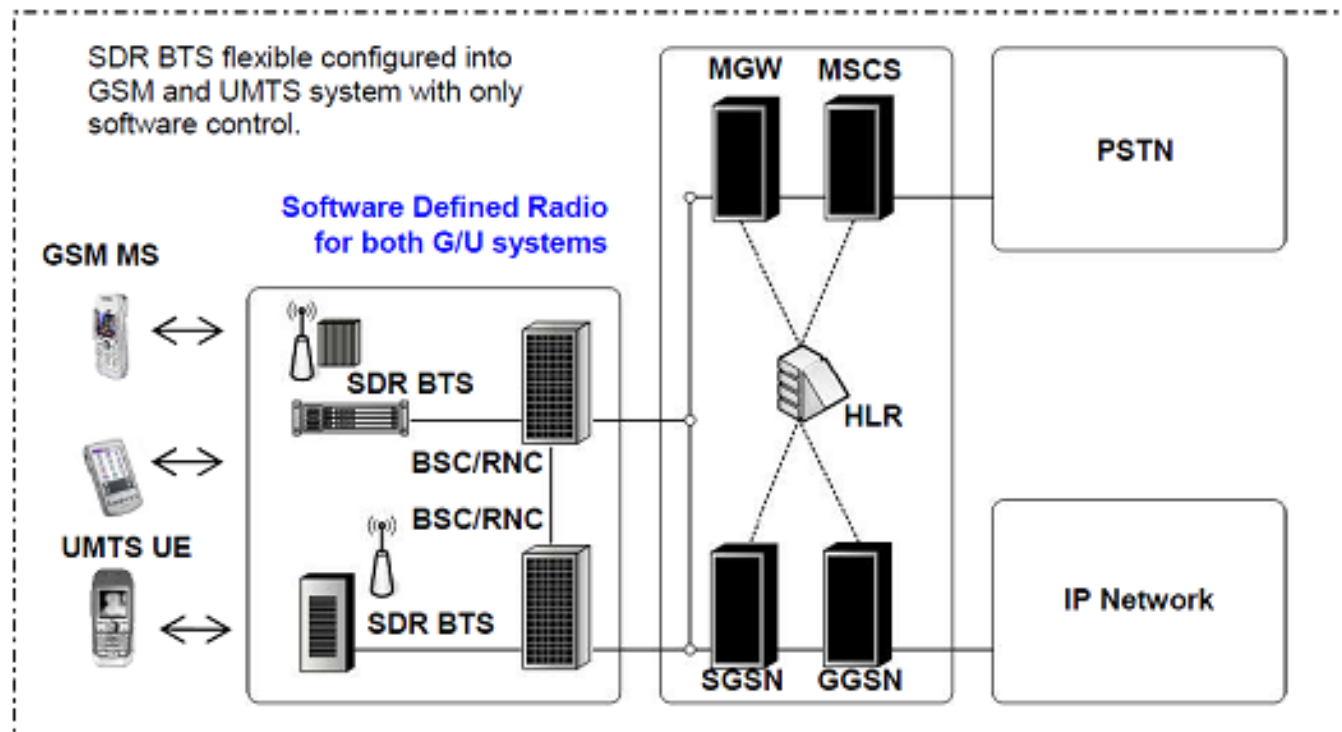


Figura 2. Red ZTE SDR BTS

Resultados

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS ZTE DE LA RED DE TRANSMISIÓN DEL ESTADO BOLÍVAR DE CORPORACIÓN DIGITEL C.A.

Muestra de Radio Base Station (RBS)

1	Cerro Roberto	26	Guri
2	Alta Vista	27	Soledad
3	Ciudad Guayana	28	Paseo Simón
4	Villa Asia	29	Paseo Gaspari
5	Italo Pto	30	El Perú
6	Orinokia Indoor	31	Av. España
7	Ucab	32	Perimetral
8	Empresa Básica	33	Buena Vista
9	Caroní	34	Hipódromo
10	Barsanti	35	Fuente Luminosa
11	Sidor Muelle	36	Andres Bello
12	Cerro Upata	37	Bolívar Centro
13	Upata Centro	38	Vista Hermosa
14	Upata	39	Marhuanta
15	Ceciamb	40	Chirica
16	Aeropuerto Guayana	41	Vía Upata
17	Orinoquia 1	42	Veinticinco De
18	Core 8	43	Marzo
19	Cerro Quemao	44	Dalla Costa
20	Centro Industrial Caroní	45	Calle Ramírez
21	Villa Granada	46	Redoma El
22	Alta Vista Dos	47	Dorado
23	Las Palmas	48	Urb. Orinoco
24	Palma Este		Hotel
25	Palma Oeste		Intercontinental
			La Américas

Actualmente en la Región se tienen instalados los equipos ZTE, éstos están compuestos por una BBU y las RRU. Las fallas frecuentes desde la instalación de los equipos de Transmisión ZTE son actualmente las RRU instaladas en 2G (B8200), debido a que están poseen filtros externo (filtros COMBA) colocando 4 posibles puntos de fallas (JUMPERS Y CONECTORES), debido a que ellas se conectan al filtro con jumpers. Cada Jumpers contiene conectores que deben estar en buenas condiciones: Vulcanizados y bien conectados, ya que al momento de entrar agua en ellos se dañan los Jumpers y los puntos terminales de las RRU o Filtro Comba para este caso.

Resultados

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS ZTE DE LA RED DE TRANSMISIÓN DEL ESTADO BOLÍVAR DE CORPORACIÓN DIGITEL C.A.

Actualmente dentro de la muestra de las 48 estaciones en Región Guayana se encuentran aún activas en 15 estaciones con 3 sectores (cada sector es una RRU), por lo general las RBS contienen 3 sectores GSM (2G) y 3 sectores UMTS(3G), estas estaciones son: Alta Vista 1, Alta Vista 2, Orinokia Indoor, Aeropuerto Guayana, Ceciamb, Dalla Costa, Chirica, Via Upata, Upata, 25 de Marzo, Paseo Simon, Andres Bello, Paseo gaspari, Soledad, Marhuanta.



Resultados

IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS ZTE QUE ACARREAN MAYOR RELEVANCIA EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN, APLICANDO UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD.

AMFEC para los Subsistemas RRU

FUNCION	MODO DE FALLA	CAUSA	EFECTO	S	O	METODO DETECCION ACTUAL	D	TOTAL
Es una unidad de la banda base basada en la plataforma definida software de (SDR) de la radio de ZTE. Esta unidad tiene capacidad grande y puede apoyar toda clase de tecnologías inalámbricas del acceso simultáneamente, incluyendo el G/M, UMTS, CDMA, WiMax y LTE.	Daño filtros COMBA.	Deterioro de cables de puente	Daño de terminales de las RRU	7	7	Visual	7	343
	Daño de Jumpers	Mal vulcanizado	Daño de los puntos terminales de las RRU	8	8	Visual	7	448
	Niveles altos en VSWR	Falta de Revisión periódica	Falla de electrónica de los equipos, deteriorando así la calidad del servicio ofrecido al cliente en GSM	6	8	Visual	7	336
	Afectación de base de datos	No se realiza el respaldo de la base de datos en horas de bajo tráfico	Perdida de Almacenamiento por separado el respaldo de datos	7	6	Ninguna	7	294

Resultados

IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS ZTE QUE ACARREAN MAYOR RELEVANCIA EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN, APLICANDO UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD.

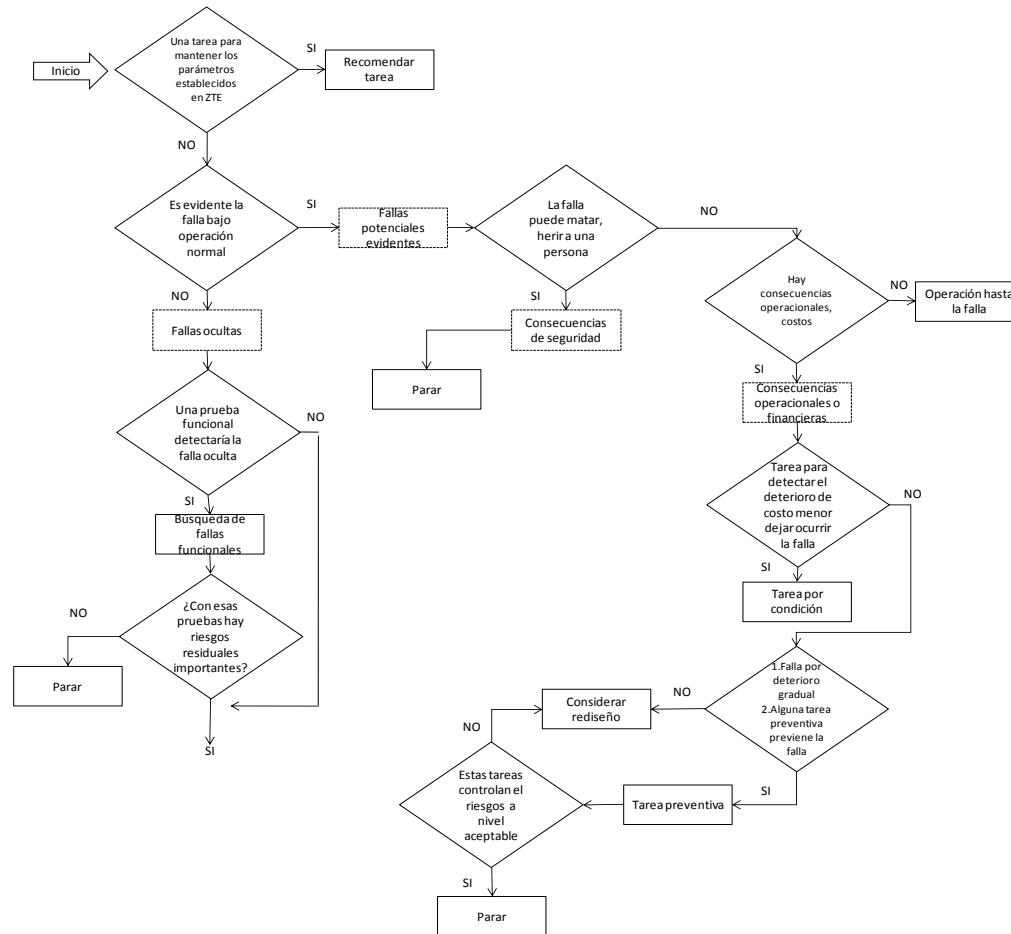
AMFEC para los Subsistemas BBU

FUNCION	MODO DE FALLA	CAUSA	EFECTO	S	O	METODO DETECCION ACTUAL	D	TOTAL
Unidad que tiene capacidad de apoyar toda clase de tecnologías inalámbricas del acceso simultáneamente	Daño de FAN.	Problema de la calefacción.	Subida de la temperatura de BBU	2	1	Visual	1	2
	Daño de tarjetas SA	Calor atmosféricos	No son transmitidas las alarmas en cada estación, quedando inhibidas	3	1	Visual	1	3
	Daño de CC board	Tema de energía, las fallas de energías en las zonas son más de 3 horas	No controla el sistema.	2	1	Visual	1	2

Resultados

IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS ZTE QUE ACARREAN MAYOR RELEVANCIA EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN, APLICANDO UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD.

Árbol Lógico de Decisión para RRU



Resultados

IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS ZTE QUE ACARREAN MAYOR RELEVANCIA EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN, APLICANDO UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD.

Frecuencia de modos de Fallas de los eventos

EVENTO	DESCRIPCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN	FRECUENCIA (λ) VECES/MES
E ₁	Afectación de base de datos	Reporte de inspector mayor	0,0332
E ₂	Daño filtros COMBA	Basa de datos de inspección	0,0167
E ₃	Niveles altos en VSWR	Basa de datos de inspección	0,0014
E ₄	Daño de Jumpers	Basa de datos de inspección	0,5944

Todos los eventos evaluados ocurren en un espectro de tiempo continuo de espacio y tiempo, se considera que la distribución de probabilidad de ocurrencia de fallas se calcula con la ecuación $P(E_1) = 1 - e^{-\lambda t}$, donde λ es la tasa de falla representada por la frecuencia de falla en veces/mes el resultado obtenido se presenta en la siguiente tabla.

Resultados

IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS ZTE QUE ACARREAN MAYOR RELEVANCIA EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN, APLICANDO UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD.

Probabilidad

EVENTO	FALLA	FRECUENCIA (λ) VECES/MES	Probabilidad de Ocurrencia ($1-e^{-\lambda t}$)
E ₁	Afectación de base de datos	0,0332	0,0326
E ₂	Daño filtros COMBA	0,4615	0,3697
E ₃	Niveles altos en VSWR	0,0014	0,0014
E ₄	Daño de Jumpers	0,5944	0,4480

Los modos de fallas de Mayor probabilidad de ocurrencia del subsistema RRU son la E₂ Daño filtros COMBA y E₄ Daño de Jumpers. Estas fallas determinan la probabilidad de falla de los componentes principales del sistema en estudio.

Resultados

CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ZTE

Confiabilidad del subsistema RRU

EVENTO DE FALLA	Probabilidad de falla $(1 - e^{-\lambda t})$	Confiabilidad $R = (e^{-\lambda t})$	Confiabilidad del subsistema RRU $R_s = R_1 \cdot R_2$
Daño filtros COMBA	36,97%	69,09%	44,14%
Daño de	44,80%	63,89%	

Se puede observar que la confiabilidad del subsistema RRU es de 44,14% por tanto, es necesario seleccionar las tareas efectivas para aumentar este porcentaje. Es responsabilidad del Departamento establecer programas de seguimiento efectivo para cumplir todas las tareas planteadas más adelante. Es por ello que se consideraron como causa predominante de falla, los modos de falla que obtuvieron puntuaciones totales críticos en la matriz, en este caso fue para el subsistema RRU y para ello se proponen las siguientes tareas de mantenimiento.

Resultados

CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ZTE





Tareas efectivas por las causas predominantes de falla para RRU

Subsistema	Función	Tareas Efectivas
RRU	Es una unidad de la banda base basada en la plataforma definida software de (SDR) de la radio de ZTE. Esta unidad tiene capacidad grande y puede apoyar toda clase de tecnologías inalámbricas del acceso simultáneamente, incluyendo el G/M, UMTS, CDMA, WiMax y LTE.	Inspección de cables de puentes
		Inspección de puntos terminales de las RRU.
		Observar el estatus de los indicadores en el tablero
		Verificar el suministro de energía AC
		Para evitar la afectación de las operaciones del sistema el respaldo de la base de datos debe realizarse en horas de bajo tráfico.
		Almacene por separado el respaldo de datos mensual y semanal.
		Verificar el cambio de pieza correspondiente al registro
		Verificar si la caja de alarmas está trabajando adecuadamente
		Consultar la alarma actual en el iOMCR
		Activar la función de escaneo de virus
		Verificar si la hora del servidor coincide con la hora local, si no es modifíquela
		Verificar sistemas operativos Windows, dirijirse a Panel de Control > Fecha/hora), así asegura exactitud en las horas de los archivos de alarmas
		Verificar el sistema de ventilación
		Verificar si los aterramientos PGND, GND, +5V GND, la barra y los cables de aterramiento de la DDF están conectados de forma segura y fiable.
		Medir la resistencia de la tierra usando un equipo de medición de resistencias de suelo.

Resultados

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PROPONIENDO EL TIPO Y LA FRECUENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO



Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para RRU

	Elaborado por: Ing. Zaidary Tomé		SISTEMA DE CORRIENTE				
	Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad- Departamento de Operación y Mantenimiento de la Red de Región Guayana						
Subsistema	Función	Actividades de Mantenimiento	Dur	RRHH	Unidad Resp.	Equipo	Frecuencia
RRU	Es una unidad de la banda base basada en la plataforma definida software de (SDR) de la radio de ZTE. Esta unidad tiene capacidad grande y puede apoyar toda clase de tecnologías inalámbricas del acceso simultáneamente, incluyendo el G/M, UMTS, CDMA, WiMax y LTE.	Inspección de cables de puentes	20 Min	Esp. de Operaciones	MTTO.	SITE MASTER	Diaria
		Inspección de puntos terminales de las RRU.	5 Min	Esp. de Operaciones	MTTO.	SITE MASTER	Mensual
		Observar el estatus de los indicadores en el tablero	45 Min	Esp. de Operaciones	MTTO.	NETNUMEN	Mensual
		Verificar el suministro de energía AC	2 Hr	Esp. de Operaciones	MTTO.	MULTIMETRO	Anual correctivo
		Para evitar la afectación de las operaciones del sistema el respaldo de la base de datos debe realizarse en horas de bajo tráfico.	1 Hr	Esp. de Operaciones	MTTO.	NETNUMEN	Mensual
		Almacene por separado el respaldo de datos mensual y semanal.	1 Hr	Esp. de Operaciones	MTTO.	NETNUMEN	Semestral

Resultados

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PROPONIENDO EL TIPO Y LA FRECUENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO



Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para RRU (cont....)

	Elaborado por: Ing. Zaidary Tomé Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad- Departamento de		SISTEMA DE CORRIENTE				
Equipo	Función	Actividades de Mantenimiento	<u>Dur</u>	RRHH	<u>Unidad Resp.</u>	Equipo	Frecuencia
RRU	Es una unidad de la banda base basada en la plataforma definida software de (SDR) de la radio de ZTE. Esta unidad tiene capacidad grande y puede apoyar toda clase de tecnologías inalámbricas del acceso simultáneamente, incluyendo el G/M, UMTS, CDMA, WiMax y LTE.	Verificar el cambio de pieza correspondiente al registro	1 Hr	Esp. de Operaciones	MTTO.	NETNUMEN	Mensual
		Verificar si la caja de alarmas está trabajando adecuadamente	15 Min	Esp. de Operaciones	MTTO.	NETNUMEN	Mensual
		Consultar la alarma actual en el <u>iOMCR</u>	10 Min	Esp. de Operaciones	MTTO.	NETNUMEN	Mensual
		Activar la función de escaneo de virus	5 Min	Esp. de Operaciones	MTTO.	NETNUMEN	Mensual
		Verificar si la hora del servidor coincide con la hora local, si no es modifiquela	2hr	Esp. de Operaciones	MTTO.	NETNUMEN	Mensual
		Verificar sistemas operativos Windows	1hr	Esp. de Operaciones	MTTO.	NETNUMEN	Diario

Resultados

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PROPONIENDO EL TIPO Y LA FRECUENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para RRU (cont....)

	Elaborado por: Ing. Zaidary Tomé		SISTEMA DE				
	Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad- Departamento de						
Equipo	Función	Actividades de Mantenimiento	Dur	RRHH	Unidad Resp.	Equipo	Frecuencia
RRU	Es una unidad de la banda base basada en la plataforma definida software de (SDR) de la radio de ZTE. Esta unidad tiene capacidad grande y puede apoyar toda clase de tecnologías inalámbricas del acceso simultáneamente, incluyendo el G/M, UMTS, CDMA, WiMax y LTE.	Verificar el sistema de ventilación	20 min	Técnico electricista	MTTO.	DESTORNILLADOR, SOPLADOR, PAÑUELO SINTÉTICO,	Diario
		Verificar si los aterramientos PGND, GND, +5 V GND, la barra y los cables de aterramiento de la DDF están conectados de forma segura y fiable.	25 min	Técnico electricista	MTTO.	MULTÍMETRO	Mensual
		Medir la resistencia de la tierra usando un equipo de medición de resistencias de suelo	25 min	Técnico electricista	MTTO.	MEGGER	Mensual

Conclusiones

Se describieron los equipos que conforman el Sistema GSM de Digitel C.A., así como las conexiones de las estaciones, a fin de conocer los principios básicos de funcionamiento y las fallas frecuentes de los mismos.

Se identificaron los componentes de los equipos ZTE, haciendo énfasis en los de mayor criticidad, los cuales resultaron ser BBU y RRU

Se utilizó el formato Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Criticidad (FMECA), para la identificación de funciones, modos de fallas de los equipos, las variables involucradas en este formulario son: severidad de la falla, probabilidad de ocurrencia y modo de detección.

El mantenimiento actualmente aplicado para estos equipos es el correctivo, lo cual hace más propenso a fallas al sistema y a paradas por intervenciones correctivas, lo cual es una debilidad organizacional.

Se calculó la confiabilidad del sistema, el cual resultó ser 44,14%, dejando evidenciada la situación problemática que incentivó la realización del presente estudio.

En base a la aplicación de los pasos de la metodología RCM, se logró diseñar el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para los equipos ZTE, el cual está conformado por la función, actividades de mantenimiento, duración, RRHH, Unidad Responsable, Equipos, Frecuencia.

Recomendaciones

Implantar el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para los equipos estudiados.

Establecer una comparación de los resultados obtenidos de la aplicación de la filosofía de mantenimiento actualmente utilizada y el plan basado en la metodología RCM propuesto para evaluar los efectos e impactos en la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

Establecer jornadas de capacitación de los tópicos del mantenimiento centrado en la confiabilidad al personal que lleva a cabo la planificación y ejecución de las actividades de mantenimiento de los equipos.

Dar a conocer a través de charlas, folletos, correos electrónicos, entre otros, las distintas etapas que conforman el desarrollo del mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Recomendaciones

1. Aplicar el contenido de la programación y plan de acciones elaborados a fin de potenciar la mejora continua en la División de Administración de Beneficios de CVG BAUXILUM y lograr mejorar la gestión de reclamos, situación que afecta directamente a los trabajadores.
2. Contratar pasantes/tesistas que desarrollen los proyectos relacionados al: manual de organización, determinación de fuerza laboral, distribución en planta del espacio, entre otras a fin de que se garantice el desarrollo de cada una de las acciones necesaria para la estructuración de la Coordinación de Beneficios.
3. Realizar proyectos de mejoras para la mejora continua en la División con una frecuencia de cada 6 meses, a fin de garantizar la minimización de situaciones problemáticas, dado el gran número de oportunidades de mejoras detectadas en la tormenta de ideas.
4. Continuar con el desarrollo e implantación de las soluciones encontradas, a fin de dar cumplimiento a la programación realizada.
5. Iniciar un proyecto de normalización de todos los procesos desarrollados en la Coordinación de Nómina, con el propósito de suministrar una guía documental para los trabajadores y dar cumplimiento con lo establecido en la ISO 9001-2008.
6. Llevar a cabo el seguimiento y control requerido, mediante la aplicación de las acciones de garantía establecidas.

Gracias por su atención