



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE MEJORAS Y AMPLIACION
DE LA RED DE RADIO DE DOS VIAS DEL
COMPLEJO TERMOELECTRICO
PLANTACENTRO MORON ESTADO
CARABOBO (CORPOELEC S.A).**

Autor: Malavé Fermín, Dalmys Albano

C.I.: 13.756.194

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTA DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES
INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

**PROPUESTA DE MEJORAS Y AMPLIACION DE LA RED DE RADIO DE
DOS VIAS DEL COMPLEJO TERMOELECTRICO PLANTACENTRO
MORON ESTADO CARABOBO (CORPOELEC S.A).**

EMPRESA: Complejo Planta Centro (CORPOELEC S.A.)

AUTOR: Malavé Fermín, Dalmys Albano

C.I.: 13.756.194

San Diego, Diciembre de 2018



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTA DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES
INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

**PROPUESTA DE MEJORAS Y AMPLIACION DE LA RED DE RADIO DE
DOS VIAS DEL COMPLEJO TERMoeLECTRICO PLANTACENTRO
MORON ESTADO CARABOBO (CORPOELEC S.A).**

CONSTANCIA DE APROBACION

TUTOR EMPRESARIAL

TUTOR ACADEMICO

Ing. Belkys Apontes



Ing. José Centeno

San Diego, Diciembre de 2018



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTA DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ELECTRÓNICA

ACEPTACION DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero José Centeno, portador de la cedula de identidad No. V-10.738.814, en mi carácter de tutor del trabajo de pasantía presentado por el ciudadano Dalmys Albano Malavé Fermín portador de la cedula de identidad No. V-13.756.194, **“PROPUESTA DE MEJORAS Y AMPLIACION DE LA RED DE RADIO DE DOS VIAS DEL COMPLEJO TERMOELECTRICO PLANTACENTRO MORON ESTADO CARABOBO (CORPOELEC S.A.)”** Presentado como requisito parcial para optar al titulo de Ingeniero, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y meritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, mes de Diciembre del ano dos mil dieciocho.

Ing. José Centeno
C.I.: V-10.738.814

DEDICATORIA

A Dios, por haberme guiado y permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida. A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. A mi hermana que siempre ha estado junto a mí, brindándome su apoyo. A mi familia con su ayuda, cariño y comprensión han sido parte fundamental de mi vida. A mis amigos, que gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino y darme todas las herramientas para poder finalizar con éxito.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi Madre y Padre, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando con orgullo mis triunfos.

A mi hermana, que con sus consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

A mi familia, por su comprensión en el transcurso de mi carrera universitaria y compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre podré contar con ellos.

A mi bebe Gabriel que son los ojos de papa, que cada día al verlo me da la fuerza para seguir adelante y culminar el proyecto para poder tener mas tiempo para compartir mas momentos con el.

A la Ing. Belkys Apontes y al Tec. José Fresser por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto.

A mis profesores, en especial al Ingeniero Prof. José Centeno con sus valiosas aportaciones hicieron posible este proyecto y por la gran calidad humana que me han demostrado con su amistad.

A la compañía CORPOELEC CA. - complejo Planta Centro - Morón, en especial a la Gerencia Regional de Automatización Tecnología de la Información de Telecomunicaciones (ATIT), sección de Telecomunicaciones la Gerencia Regional de Automatización Tecnología de la Información de Telecomunicaciones (ATIT), sección de Telecomunicaciones por haberme dado la oportunidad de incursionar y desempeñarme a nivel laboral.

A todos aquellos que de una Manera u Otra forma me brindaron su ayuda con Respeto, amor, Entendimiento y paciencia a lo largo de mi carrera.

Muchas Gracias..... !!!!!!!

Dalmys A. Malavé F.

ÍNDICE GENERAL

	CONTENIDO	pp.
AGRADECIMIENTOS		VI
ÍNDICE DE FIGURAS		XII
ÍNDICE DE TABLAS		XIV
RESUMEN		XV
INTRODUCCIÓN		1

CAPÍTULO I LA EMPRESA

1.1. Nombre y ubicación.....	3
1.2. Descripción de la empresa.....	3
1.3. Reseña histórica de la empresa.....	3
1.4. Misión de la empresa.....	7
1.5. Visión de la empresa.....	8
1.6. Valores de la empresa.....	8
1.7. Estructura Organizacional.....	9
1.7.1. Aspecto General de la Gerencia Regional de Automatización tecnología de la información de Telecomunicaciones (ATIT).....	13
1.7.2. Objetivos Generales de la Gerencia (ATIT).....	14

CAPÍTULO II EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema.....	15
2.2. Formulación del problema.....	15
2.3. Objetivo de la Investigación.....	15
2.3.1. Objetivo General.....	15
2.3.2. Objetivos Específicos.....	16
2.4. Justificación y Alcance.....	16

2.5. Limitaciones.....	18
------------------------	----

CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la Investigación.....	19
3.2. Bases teóricas.....	21
3.2.1. Introducción a los Sistemas de Comunicaciones Móviles.....	21
3.2.2. Reguladores, Nacionales e Internacionales.....	22
3.2.3. Fabricantes.....	23
3.2.4. Operaciones.....	23
3.2.5. Tipos de Comunicaciones Móviles.....	23
3.2.6. Sistema de telecomunicaciones.....	25
3.2.7. Elementos de transmisión de datos.....	25
3.2.8. Celda.....	25
3.2.9. Cobertura.....	25
3.1.10. Capacidad.....	27
3.2.11. Reutilización de Frecuencias.....	27
3.2.12. Señalización.....	28
3.2.13. Hand-Over.....	28
3.2.14. Nodo de Comunicación y Control (SCN).....	29
3.2.15. HLR.....	29
3.2.16. VLR.....	29
3.2.17. Área de Localización.....	29
3.2.18. Radio.....	30
3.2.19. Conmutación.....	30
3.2.20. Transmisión.....	30
3.2.21. Operación y Mantenimiento.....	30

3.2.22. Sistema de Radio Convencional.....	31
3.2.23 Componente de un sistema de radio convencional.....	31
3.2.24. Sistemas de radio analógicos.....	32
3.2.25. Sistema de radios Digitales.....	32
3.2.26 Infraestructura de Administración y Conmutación (SwMI).....	33
3.2.27. Cálculos de Enlaces.....	33
3.2.27.1. Presupuesto de Potencia.....	33
3.2.27.2. Perdida de los Conectores.....	34
3.2.27.3. Perdida de propagación.....	34
3.2.27.4. Perdida de espacio libre.....	34
3.2.27.5. Sensibilidad del recepción.....	34
3.2.28. Zona de Fresnel.....	35
3.2.29. Margen y Relación S/N.....	35
3.2.30. Velocidad de transmisión.....	35
3.2.31. Velocidad de Modulación.....	36
3.2.32. Tasa de bits.....	36
3.2.33. Ancho de Banda.....	36
3.2.34. Capacidad de Canal.....	36
3.2.35. Redes de Datos.....	36
3.2.35. Glosario de Términos.....	37

CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de investigación.....	44
4.2. Fases de la investigación.....	45
4.2.1. Fase I: Análisis del área de cobertura actual del sistema de radio de dos vías.....	46

4.2.2. Fase II: Determinación del área sin servicio de cobertura del sistema de radio de dos vías.....	46
4.2.3. Fase III: Estudio de las posibles alternativas de equipos de radio de dos vías.....	46
4.2.4. Fase IV: Proposición del diseño de la nueva red de radio de dos vías.....	46

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1. Fase I: Análisis del área de cobertura actual del sistema de radio de dos vías.....	47
5.1.1. Radio Móvil Profesional PRO5100tm.....	52
5.1.2. Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260.....	56
5.1.3. Antenas Dipolo.....	60
5.1.3.1. Distribución de corriente y tensión en un dipolo.....	61
5.1.3.2. Impedancia de un dipolo.....	61
5.1.3.3. Radiación de una antena dipolo.....	62
5.1.3.4. Monopolos y Dipolos Sobre la Tierra.....	63
5.2. Fase II: Determinación del área sin servicio de cobertura del sistema de radio de dos vías.....	65
5.2.1. Hardware Sintonizador Receptor Digital.....	69
5.2.2. Software SDR (Radio Definida por Software).....	70
5.3. Fase III: Estudio de las posibles alternativas de equipos de radio de dos vías.....	74
5.3.1. Modificación de la potencia de radiación de equipo de transmisión Motorola PRO5100tm.	74
5.3.2. Modificación del patrón de radiación del arreglo de Antena Dipolos Dobles.....	75

5.4.. Fase IV: Proposición del diseño de la nueva red de radio de dos vías.....	78
5.4.1. Propuesta de una nueva potencia de transmisión para los transmisores de radios bases instaladas en el Complejo Planta Centro.	79
5.4.2. Propuesta de reubicación de las antenas y radios bases instaladas en el Complejo Planta Centro.....	82
5.4.3. Propuesta de modificación de las dimensiones del arreglo de Antena Dipolos Dobles del Complejo Planta Centro.....	83
5.4.4. Cálculos del arreglo antena dipolo doble propuesto del Transmisor 1.....	84
5.4.5. Cálculos del arreglo antena dipolo doble propuesto del Transmisor 2.....	84
5.4.6. Cálculos del arreglo antena dipolo doble propuesto del Transmisor 3.....	85
5.4.7. Diseño del arreglo de antenas dipolos dobles propuesto del Transmisor 1.....	86
5.4.8. Diseño del arreglo de antenas dipolos dobles propuesto del Transmisor 2.....	87
5.4.9. Diseño del arreglo de antenas dipolos dobles propuesto del Transmisor 3.....	88

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES.....	91

REFERENCIAS.....	92
-------------------------	-----------

ANEXOS

Anexo A: Especificaciones Radio Móvil Profesional PRO5100tm y Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260.....	94
Anexo B: Estudios Realizados en el campo con el Software SDR Console v3.0.3.....	99
Anexo C: Arreglo de antenas dipolos dobles existentes de las estaciones bases.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO

FIGURAS

1. Símbolo de CADELA.....	5
2. Símbolo de DESURCA.....	5
3. Símbolo de ELEOCIDENTE.....	6
4. Símbolo de ELEORIENTE.....	6
5. Símbolo de ELECENTRO.....	7
6. Estructura Organizativa Planta Centro.....	10
7. Estructura Organizativa de la Gerencia Regional de Automatización tecnología de la información de Telecomunicaciones (ATIT).....	13
8. Estructura Organizativa de la Gerencia Automatización Tecnología de la Información de Telecomunicaciones (ATIT) CORPOELEC S.A. Planta Centro.....	14
9. Zona de Cobertura Planta Centro.....	49
10. Localización de las Antenas Planta Centro.....	49
11. Señales de Coberturas Planta Centro.....	50

12. Solapamiento de los servicios Planta Centro.....	50
13. Mejores Servicios Planta Centro.....	51
14. Radio Móvil Profesional PRO5100tm.....	53
15. Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260.....	56
16. Distribución de corriente, tensión y longitud en un dipolo.....	60
17. Radiación plano horizontal y vertical de un dipolo.....	63
18. Monopolo Estudio de Wiener.....	63
19. Monopolo sobre Plano de Tierra Finito Cónico Fuente.....	64
20. Carcasa en Función de Tierra (Antena Monopolo).....	65
21. Simulador de Cobertura Radioeléctrica Xirio Online.....	66
22. Simulación del Nivel de Señal con Xirio Online.....	67
23. Simulación del Solapamiento Radioeléctrico con Xirio Online.....	68
24. Simulación el Mejor Servicio Radioeléctrico con Xirio Online.....	69
25. Sintonizador Receptor Digital USB2.0 y Concepto de Radio definida por software.....	70
26. Software SDR Console version 3.0.3 build 1263 Release.....	71
27. Áreas de cobertura Complejo Planta Centro baja.....	72
28. Patrón de puntos de pruebas mapa Xirio Online.....	73
29. Simulación del Nivel de Señal no modificado con Xirio Online.....	75
30. Simulación del Nivel de Señal modificado con Xirio Online.....	75
31. Software 4nec2 modelador y optimizador de Antena.....	76
32. Orientación de Arreglo de Antena Dipolos dobles modificado.....	77
33. Patrón de Radiación de Antena Dipolos dobles no modificado.....	77
34. Patrón de Radiación de Antena Dipolos dobles modificado.....	78
35. Señales de Coberturas Zona Geográfica 5W de potencia.....	79
36. Solapamiento de los servicios Zona Geográfica 5W de potencia...	80

37. Mejores Servicios Zona Geográfica 5W de potencia.....	80
38. Señales de Coberturas Planta Centro a 5W de potencia.....	81
39. Solapamiento de los servicios Planta Centro 5W de potencia.....	81
40. Mejores Servicios Planta Centro 5W de potencia.....	82
41. Nueva ubicación de las Antenas Planta Centro.....	83
42. Diseño y Patrón de Radiación Antena Transmisor 1 Planta Centro.....	86
43. Diseño y Patrón de Radiación Antena Transmisor 2 Planta Centro.....	87
44. Diseño y Patrón de Radiación Antena Transmisor 3 Planta Centro.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO

TABLAS

1. Frecuencias de la Radios Bases Instaladas.....	48
2. Frecuencias de la Radios Portátiles Instaladas.....	48
3. Especificaciones técnicas de radios bases PRO5100mt instalada....	54
4. Especificaciones técnicas de radio portable XiR P8260 instalado...	58
5. Resultados del estudio del patrón de los puntos de pruebas.....	73

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Propuesta de mejoras y ampliación de la red de radio de dos vías
del complejo termoeléctrico Planta Centro morón
Estado Carabobo (CORPOELEC S.A.)

Autor: Malavé Fermín, Dalmys Albano.

Tutor(a): Ing. José Centeno.

Fecha: Diciembre, 2018.

RESUMEN INFORMATIVO

Este proyecto fue creado con la finalidad de llevar a cabo una propuesta de mejoras y ampliación de la red de radio de dos vías del complejo termoeléctrico Planta Centro morón Estado Carabobo (CORPOELEC S.A.), con la finalidad de analizar el área de cobertura actual para determinar el área sin servicio de cobertura del sistema de radio de dos vías, estudiando las posibles alternativas y proponer un diseño de la nueva red para mejorar del área de cobertura de la planta y garantizar la confiabilidad al operario a realizar una pronta repuesta de ejecución de los trabajos en forma remota y segura resguardando la seguridad del personal que ejecuta las maniobras y la alzar de la confiabilidad del sistema.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería ha ejercido tan marcada influencia en el progreso de la civilización a lo largo de toda la historia, que su presencia e influencia se ha acrecentado a partir de la revolución industrial, es así como en las últimas décadas, se han generado progresos procedentes de ella que han mejorado considerablemente la vida humana, generando a la vez, una serie de desafíos sin precedentes. Al mismo tiempo, la introducción de tecnologías de la información en la Telecomunicación ha ido a un ritmo de crecimiento muy acelerado en los últimos años, ampliando considerablemente la capacidad de comunicarnos a través de sistemas de telecomunicaciones cada vez más avanzados y complejos.

El proceso de investigación constituye la parte fundamental en la elaboración del proyecto, cuya finalidad será proponer las mejoras y ampliación de la red de radio de dos vías del complejo termoeléctrico Planta Centro morón estado Carabobo (CORPOELEC S.A.) en el campo de trabajo. Para el desarrollo de este proyecto, se toma como método de investigación de nivel documental y de campo, ya que se toman muchas muestras documentales, y donde se harán pruebas para poder llegar al objetivo fundamental del proyecto.

Así como la importancia que tienes el buen funcionamiento del sistema de red de comunicaciones de radios de dos vías, como rama de la ingeniería, abarca una amplia gama de aplicaciones, por lo que desde el punto de vista educativo, en la formación del estudiante demanda de un conjunto de experiencias prácticas que le permitan a éste vincular los conocimientos teóricos adquiridos mediante el proceso enseñanza-aprendizaje, con el campo laboral

Todos estos aspectos comprendidos en la investigación se organizaron de la siguiente manera:

En el **Capítulo I** (La Empresa) se está haciendo referencia a la empresa con la que se estará realizando el proyecto, donde se destaca su misión, visión, objetivos, una breve reseña de cómo esta conformada la empresa.

El **Capítulo II** (El Problema) contiene la descripción del problema que se plantea en el proyecto, además del objetivo general, objetivos específicos y justificación de la investigación.

En el **Capítulo III** (Marco Teórico) se hace una revisión de otras propuestas al tema para obtener antecedentes, y se desarrolla un marco teórico para tener una base conceptual de todos los términos que en el trabajo se estén realizando.

En el **Capítulo IV** (Marco Metodológico) Se toma en cuenta la descripción de los métodos, técnicas y procedimientos utilizados para la resolución del problema planteado y el logro efectivo del proyecto que se quiere alcanzar.

El **Capítulo V** (Resultados) presenta con detalle los resultados para cada una de las fases planteadas del proyecto.

Por último en el **Capítulo VI** (Conclusiones y Recomendaciones) se presentan las conclusiones del proyecto y recomendaciones que se debe tomar en cuenta en todo momento.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Nombre y ubicación.

Planta Termoeléctrica del Centro (Planta Centro), Corporación Eléctrica Compañía Anónima, (CORPOELEC C.A.), está ubicada en Punta Morón, Edo. Carabobo, Litoral Central de Venezuela, limitada al Norte con el mar Caribe al Sur con la autopista regional del centro, al Oeste con la refinería El Palito (PDVSA) y al Este por la Empresa Lubricar, C.A. La Planta ocupa un terreno de aproximadamente 214 hectáreas, esta planta constituye el mayor complejo de Generación Eléctrica de la región del Centro Costera, tanto por su ubicación como por su capacidad.

1.2. Descripción de la empresa.

Es una empresa de generación de energía eléctrica perteneciente a la Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico (CADAFE) propiedad del Estado venezolano. Para el proceso de generación de energía eléctrica, Planta Centro consta de 5 unidades generadoras, las cuales están diseñadas para producir 400 MW de energía cada una, aportando electricidad constantemente al sistema eléctrico nacional, ente encargado de la Distribución de la energía eléctrica en el país. Hoy en día consta de dos grupos de nuevas unidades que son 4 unidades Turbo eléctrica de ciclo combinado que lleva como nombre Planta Centro II que esta en construcción con una capacidad total instalada de 700 MW, y 1 unidad de paliación de Planta Centro termoeléctrica llamada unidad 6 que está en proyecto con una capacidad de diseño de 600 MW.

1.3 Reseña histórica de la empresa.

La historia de la electrificación en Venezuela se inicia en el año 1888, cuando se instaló en Maracaibo el primer sistema regular de alumbrado público. Un año

después, Valencia pasa a ser la segunda ciudad del país en disfrutar de este tipo de servicio. Para 1946, año de la creación de la Corporación Venezolana de Fomento (CVF), el sistema eléctrico venezolano se encontraba fraccionado, evidenciando la necesidad de emprender de inmediato un estudio a fondo de las posibilidades y potencialidades del sector.

C.A.D.A.F.E. Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico. Fundado el 27 de Octubre de 1958 con la unión de 15 pequeñas empresas adquiridas por el Gobierno Nacional, a través de la Corporación Venezolana de Fomento, como una solución a la necesidad de contar con un servicio eléctrico confiable a escala nacional que sirviera de soporte al crecimiento del país.

En 1974 se inicia en Venezuela la construcción de Planta Centro la mayor planta termoeléctrica de América Latina, con una capacidad proyectada de 4000 MW. En 1978 inicia su operación comercial, cuya construcción se desarrolló en dos fases, de las cuales la primera colocó en funcionamiento la unidad I con una capacidad instalada de 400 MW, en 1979 se duplicó la capacidad de la planta con la puesta en funcionamiento de la unidad II. Ambas unidades construidas bajo la contratación LLAVE EN MANO con la KRAFT WERK UNION (K.W.U), empresa que fabricó el sistema de turbinas y generadores y la compañía BORSIG del grupo Alemán BABCOCK que se encargó de la fabricación de las calderas. El desarrollo de las unidades III, IV y V se realizó en la segunda fase, cada una de igual capacidad de instalación que las anteriores, pero se construyeron basándose de un proyecto del multi-contratos con un aporte de la Ingeniería Venezolana.

En Septiembre de 1981, comienza operar la Unidad 3, siendo la primera de la segunda fase con igual capacidad a las anteriores; simultáneamente se construyen la unidad 4, iniciando su operación comercial en marzo de 1982. Para satisfacer la demanda energética proyectada que el país requería para ese momento, se inicia la construcción de una quinta unidad, la cual quedo finalizada y en operaciones en abril de 1985, culminando de esta manera el proyecto en función de las necesidades del país. Las unidades 3, 4 y 5 fueron construidas por la empresa japonesa HITACHI y el

consorcio Germano-Suizo Brown Boveri (B.B.C). En Noviembre de 1989, con la unidad 2 se inicia la conversión a gas de la Calderas de **Planta Centro**, completando así la política de liberación de combustibles líquidos para el mercado de exportación y la reducción de las emisiones contaminantes. **Planta Centro** es una estación térmica que utiliza básicamente agua, aire y combustible residual alta viscosidad, como materia prima. De la consolidación de este proceso surgieron cuatro empresas regionales de Distribución y Comercialización y una empresa de Generación:

- **CADELA:** Compañía Anónima de Electricidad de los Andes; Cobertura geográfica: Barinas, Mérida, Táchira y Trujillo. Con una superficie geográfica de 69.048 Km², con una demanda máxima de 650.20 MVA representada por 520.084 suscriptores, a través de 56 subestaciones. Ver figura 1.



Figura 1. Símbolo de CADELA

Fuente: Dirección de Administración Planta Centro

- **DESURCA:** Desarrollo Urbante _ Caparo, Compañía Anónima; Cobertura geográfica: Amazonas, Aragua, Apure, Guárico y Miranda, tienen una superficie conjunta de 336.545 KM², la empresa atiende a unos 530.545 suscriptores que representan una demanda máx. de 1.195 MVA. Ver figura 2.



Figura 2. Símbolo de DESURCA

Fuente: Dirección de Administración Planta Centro

- **ELEOCCIDENTE:** Compañía Anonimia, Electricidad de Occidente; Cobertura geográfica: Carabobo, Cojedes, Falcón, Lara, Portuguesa y Yaracuy. Cubre un área geográfica de 66.550 KM² y atiende a 498.186 suscriptores. La demanda máxima es de 1.343 MVA y tiene 2.266 MVA instalados. Ver figura 3.



Figura 3. Símbolo de Eleoccidente

Fuente: Dirección de Administración Planta Centro

- **ELEORIENTE:** Compañía Anonimia, Electricidad de Oriente; Cobertura geográfica: Anzoátegui, Bolívar, Delta Amacuro y Monagas. Con una superficie de 293.100 KM², posee 543.147 suscriptores y atiende una demanda máxima de 1.331 MVA. Ver figura 4.



Figura 4. Símbolo de Eleoriente

Fuente: Dirección de Administración Planta Centro

- **ELECENRO:** Compañía Anónima Electricidad del Centro, responsable de distribuir y comercializar la energía en los estados Miranda, Aragua, Guárico, Apure y Amazonas. Los cuales tienen una superficie conjunta de 336.545 KM², la empresa atiende a unos 530.545 suscriptores que representan una demanda máxima de 1.195 MVA. Ver figura 5.



Figura 5. Símbolo de Elecentro

Fuente: Dirección de Administración Planta Centro

Hoy en día fue reestructurada y cambiada de nombre volviéndose corporación debido a unificación de todas las entidades y dependencias eléctricas privadas y públicas de transmisión, distribución y generación, el cual fue llamado Corporación Eléctrica Compañía Anónima, (CORPOELEC C.A.)

1.4. Misión de la empresa.

Producir energía eléctrica de manera constante con las limitantes de despacho a menor costo. Mantener la disponibilidad de la energía necesaria para cada unidad. Servir como principal centro de apoyo del sistema hidroeléctrico en caso de contingencia de cualquier tipo. Ofertar y comercializar su producción en el ámbito internacional para prestar un servicio eléctrico integral, eficiente, de calidad, técnicamente confiable, a precios que nos permitan cubrir los costos operativos y efectuar las inversiones requeridas para el mantenimiento, mejoramiento y aplicación, rentable del sistema, estimulando el desarrollo del país y con ello la calidad de vida de la población.

1.5. Visión de la empresa.

Ser una empresa de carácter corporativa no burocrático, organizado funcionalmente para prestar un servicio eléctrico integral y eficiente de calidad comparable a las mejores empresas del sector eléctrico, tanto nacional como internacional, con tecnología eficiente y sólida.

Mantenerse como uno de los más importantes sistemas de generación. Ser una empresa moderna y eficiente, enmarcada dentro de los parámetros internacionales de calidad y desarrollo.

La atención al cliente no es un departamento, sino una actitud constante, debido a su vocación de servicio.

1.6. Valores de la empresa.

1. **Pasión por la excelencia:** Es el resultado de indagar más de lo que otros consideran sabio, arriesgar más de lo que otros consideran sabio, arriesgar más de lo que consideran sano, soñar más de lo catalogado como práctico y esperar más que lo concebido como posible.
2. **Crecimiento Personal:** La formación integral del individuo consiste en que este alcance sus metas profesionales y personales, superándose continuamente. Para seguir creciendo, se debe tratar de hacer las cosas cada vez mejor.
3. **Vocación de servicio:** Trata a cada cliente como si tu mundo girara alrededor de él, así, la atención al cliente no es un departamento, sino una aptitud constante.
4. **Trabajo en Equipo:** El reto de nuestra organización es construir un sentimiento de unidad, de solidaridad entre unos y otros, porque la pregunta no es todo lo bien que trabaja cada persona, sino todo que trabajemos juntos.
5. **Equidad:** Es una cualidad que consiste en dar a cada uno lo que se merece por sus meritos y no favorece en el trato a uno perjudicando a otro.

6. Honestidad: Lo más importante es ser accesible, directo y decir siempre la verdad. Si te muestras abierto, dispuesto a escuchar y dialogar, la gente se hace mucho más receptiva y los cambios se producen con mayor velocidad.

1.7. Estructura Organizacional.

La Organización de **Planta Centro** está basada en el sistema lineo-funcional en la cual se destacan la línea de autoridad, así como la combinación, indicando la variedad de actividades o funciones que se realizan para alcanzar los objetivos de la empresa.

Es lineal, ya que une o enlaza la unidad cargo-laboral donde fluyen la autoridad, responsabilidad y comunicación dentro de la organización. Es funcional, ya que representa a través del cargo-laboral las funciones que se ejecutan en una organización.

Planta Centro ha sido reestructurada en varias ocasiones ya que ha ido madurando con el pasar del tiempo. Dichas organización conlleva una serie de ventajas para el mejor funcionamiento de esta planta.

Actualmente, según se observa en la figura 2, en donde se muestra el organigrama actual de la empresa, la estructura organizativa encabezada por la Gerencia General, se organizan en otras dos gerencias, la cual realiza las funciones de planificación, organización, control, evaluación y dirección de las gestiones técnicas y administrativas un departamento de asesoría legal de la empresa. Ver figura 6.

La estructura organizativa está constituida por:

- Dirección Ejecutiva De Planta Centro.
- Gerencia De Seguridad y Prevención.
- Gerencia De Asesoría Jurídica.
- Gerencia De Finanzas y Logística.
- Gerencia De Gestión Humana.
- Gerencia de Mantenimiento.
- Gerencia De Operaciones.

- Gerencia De Proyectos E Ingeniería De Planta.
- Gerencia De Mantenimiento Mayor.
- Gerencia Regional Centro de Automatización Tecnología de la Información de Telecomunicaciones (ATIT).

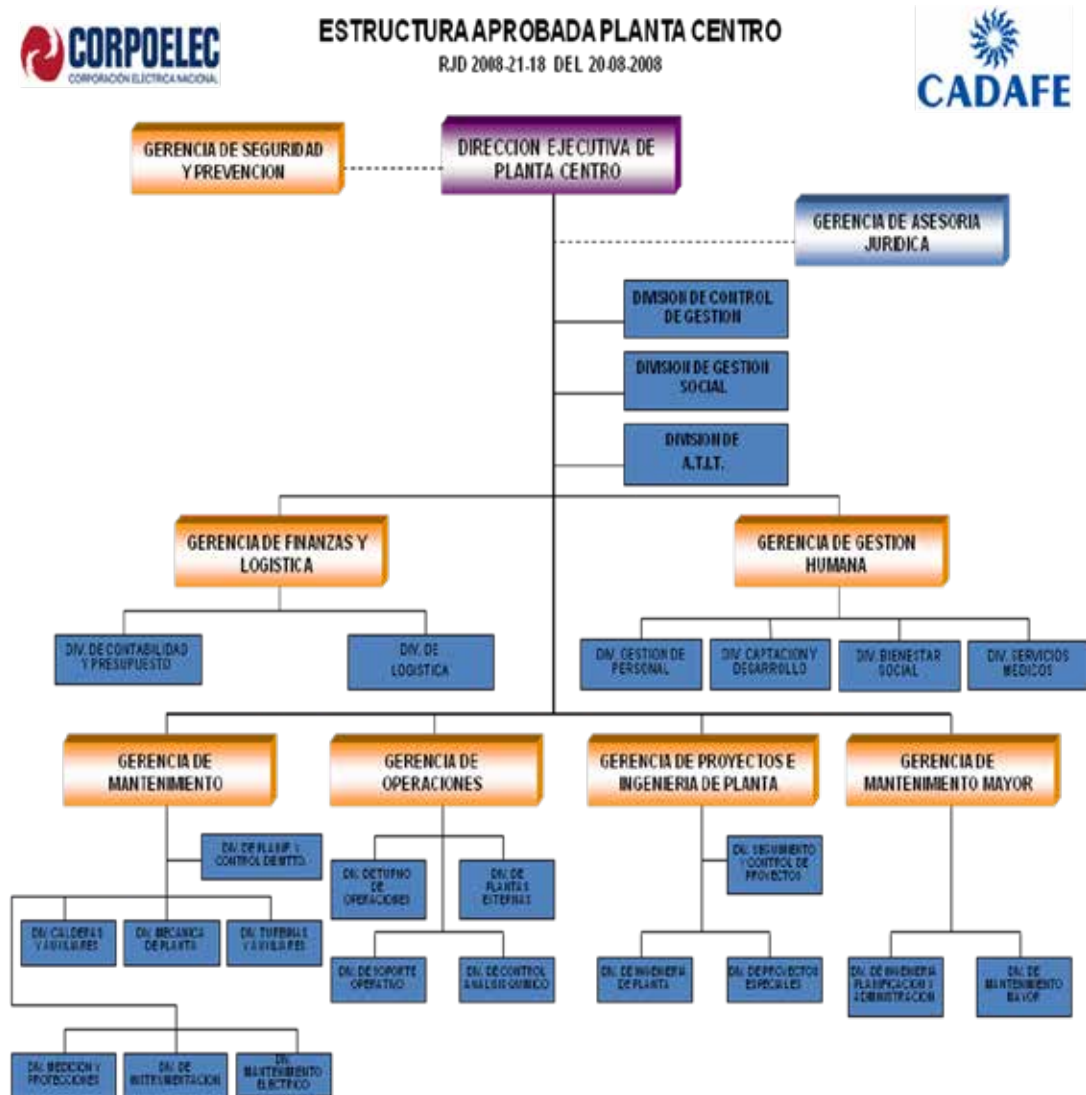


Figura 6. Estructura Organizativa Planta Centro
Fuente: Dirección de Administración Planta Centro

**DIRECCION EJECUTIVA DE PLANTA CENTRO GERENCIA REGIONAL
CENTRO DE AUTOMATIZACION TECNOLOGIA DE LA INFORMACION
DE TELECOMUNICACIONES (ATIT).**

OBJETIVO.

Gestionar y ofrecer servicios integrales de automatización, tecnología de información y telecomunicaciones a CORPOELEC, mediante el desarrollo, operación y mantenimiento de la plataforma tecnológica, así como la incorporación de tecnologías de vanguardia que respondan a las necesidades de la organización, y que contribuyan con su continuidad operacional.

FUNCIONES:

1. Proponer políticas, lineamientos y normativas en materia de Automatización, Tecnología de Información y Telecomunicaciones que permitan la gestión de tecnologías estandarizadas y alineadas a las políticas estratégicas definidas por el Ministerio para el Poder Popular de Energía Eléctrica.

2. Asegurar el cumplimiento de los lineamientos dictados por el Ministerio para el Poder Popular de Energía Eléctrica en materia de Automatización, Tecnología de Información y Telecomunicaciones.

3. Dirigir los procesos de gestión de los servicios ofrecidos por la Coordinación Corporativa de ATIT a la Corporación, con la finalidad que se atiendan, canalicen, y resuelvan según los niveles de servicio.

4. Asegurar el soporte, la capacidad, disponibilidad y continuidad de los servicios ofrecidos por la Coordinación, con la finalidad de cumplir con los Acuerdos de Niveles de Servicios y la continuidad de los mismos.

5. Dirigir los procesos de desarrollo, implantación y mantenimiento de los Sistemas que dan soporte a la gestión de las áreas de la Corporación, a fin de asegurar la operatividad de los procesos modelados en las Aplicaciones.

6. Definir planes y metas a alcanzar en función de la planificación estratégica y operativa de la Corporación para satisfacer los requerimientos en

materia de automatización de procesos, tecnología de información y telecomunicaciones.

7. Dirigir la formulación, evaluación, puesta en marcha y transferencia de los proyectos requeridos para los servicios internos y externos de la Coordinación, así como los criterios para monitorear los niveles de servicios acordados con los usuarios de ATIT.

8. Dirigir el proceso de investigación y análisis de oportunidades, a fin de evaluar las nuevas tecnologías, tendencias tecnológicas y mejores prácticas que puedan apoyar la gestión y operación de la Corporación.

9. Dirigir los procesos de automatización para el soporte al servicio eléctrico en las áreas de generación, transmisión y distribución de CORPOELEC, asegurando que se ejecuten los desarrollos necesarios en automatización de operaciones, sistemas de supervisión, control y adquisición de datos, así como los sistemas de control distribuidos.

10. Dirigir los procesos de prestación de los servicios asociados a las redes de datos, transporte, radiocomunicaciones y telefonía que conforman la plataforma de telecomunicaciones de la Corporación, a fin de contribuir con la operatividad de la Corporación.

11. Definir las estrategias de actualización de la Infraestructura Tecnológica, la operación y resguardo de los Centros de Cómputo, así como la operación de la plataforma tecnológica a fin de asegurar la continuidad operativa de los servicios medulares y de apoyo de la Coordinación, que sobre ésta se soportan.

12. Dirigir y asegurar que se lleven a cabo apropiadamente las actividades regionales y locales de la Coordinación de ATIT, bajo los lineamientos y la coordinación de ésta Unidad, con el propósito de asegurar la prestación de los servicios en todas la Corporación.

13. Realizar el control y seguimiento a la gestión de los servicios ofrecidos por Tecnología, para tomar las medidas preventivas y correctivas que sean necesarias.

1.7.1. Aspecto General de la Gerencia Regional de Automatización tecnología de la información de Telecomunicaciones (ATIT).

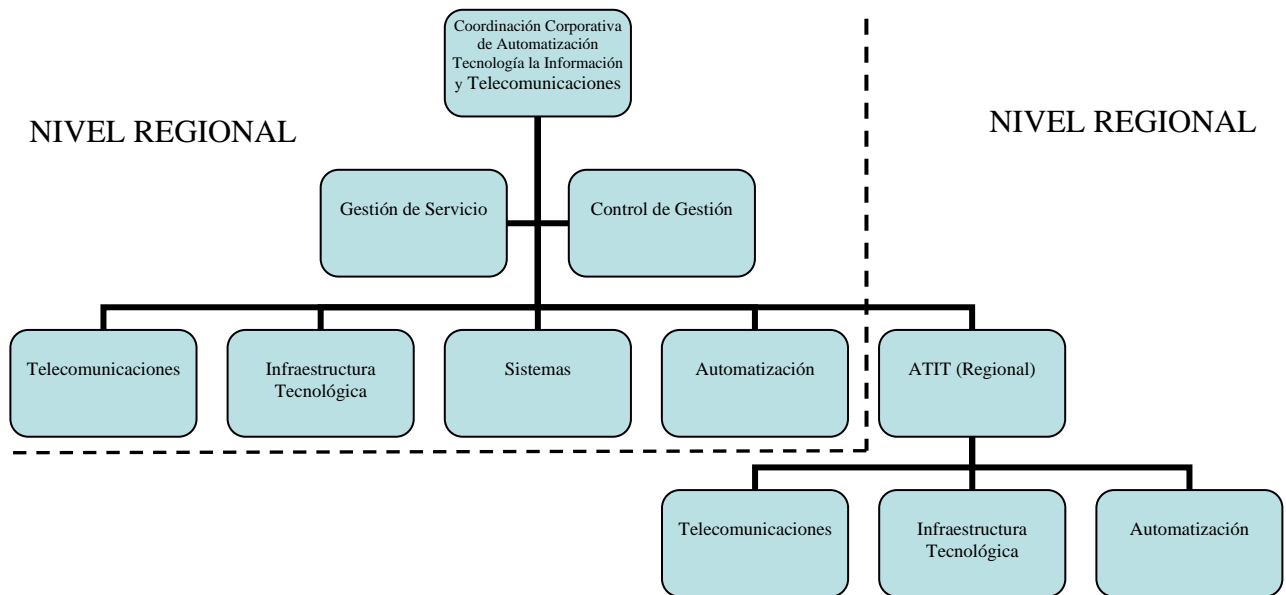


Figura 7. Estructura Organizativa de la Gerencia Regional de Automatización tecnología de la información de Telecomunicaciones (ATIT).

Fuente: Coordinación Corporativa de Automatización tecnología de la información de Telecomunicaciones.

1.7.2. Objetivos Generales de la Gerencia.

Prestar los servicios de Automatización, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones a los usuarios CORPOELEC Región Central, mediante la asistencia técnica y soluciones de calidad, eficiente, efectivo, confiable y oportuno, con el fin de garantizar la estabilidad y continuidad operativa de CORPOELEC, con un personal comprometido, honesto, eficiente e identificado con nuestra empresa y ser una gerencia estratégica y líder en el área de tecnología, que proporcione un servicio de Automatización, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones óptimo, de calidad, eficiente e innovador mediante una filosofía de la mejora continua que garantice la continuidad operativa de la Empresa, con un personal altamente calificado donde prevalezca la honestidad, el trabajo en equipo, el respeto y la seguridad en el trabajo.

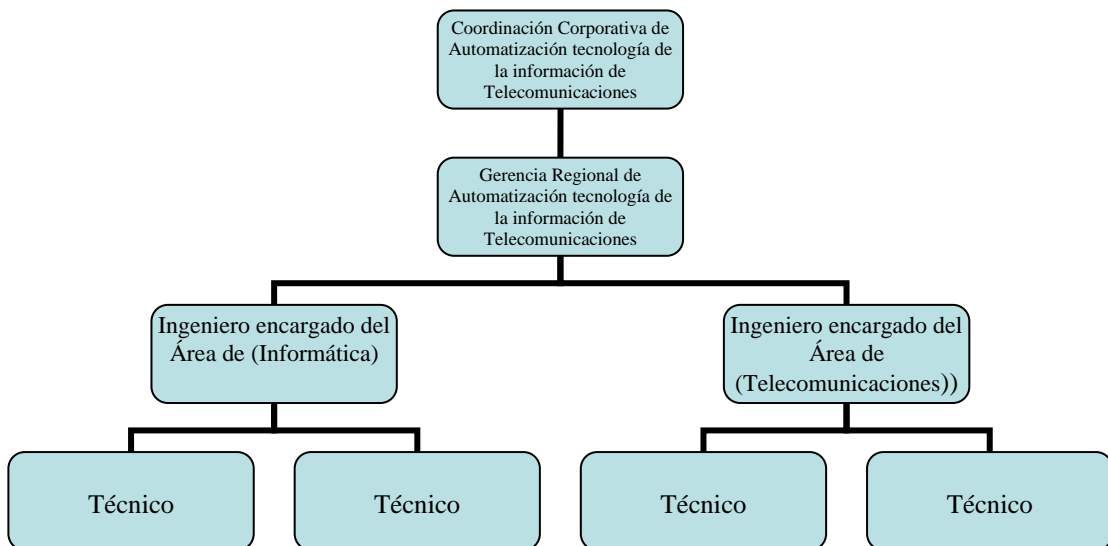


Figura 8. Estructura Organizativa de la Gerencia Automatización Tecnología de la Información de Telecomunicaciones (ATIT) CORPOELEC S.A. Planta Centro.

Fuente: Coordinación Corporativa de Automatización tecnología de la información de Telecomunicaciones.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema.

El sistema de Radio de dos vías es un dispositivo de comunicación que pertenece al sistema de comunicación de la Empresa Planta Centro. Este dispositivo permite a los usuarios de la compañía puedan comunicarse inalámbricamente a grandes distancia si tener que movilizarse al sitio de trabajo. Este sistema consta de 70 radios portátiles y 3 Radio Base las cuales manejan 4 canales de comunicación (General, Operación, Seguridad Industrial y Mantenimiento) en forma Analógicas y Digital.

En la actualidad estos dispositivos han venido presentando problemas de cobertura en los radios de dos vías de forma continua, ya que la empresas a crecido estructuralmente cambiando su forma y a su vez modificado la zona de cobertura logrando un déficit de servicio en el sistema de comunicación portátil mayormente en la zona como sótanos y sitios de difícil acceso.

Por lo anterior expuesto, se plantea un análisis de cobertura y estudio de optimización del sistema de radio de dos vías de la planta y minimizar las posibles interrupciones en la comunicación del personal en una forma segura y confiable.

2.2. Formulación del problema.

¿De qué manera se puede mejorar el área de cobertura de la red de radio de dos vías del complejo termoeléctrico Planta Centro (CORPOELEC S.A)?.

2.3. Objetivos de la Investigación

2.3.1. Objetivo General.

Proponer las mejoras y ampliación de la red de radio de dos vías del complejo termoeléctrico Planta Centro morón estado Carabobo (CORPOELEC S.A.).

2.3.2. Objetivos Específicos.

- Analizar el área de cobertura actual del sistema de radio de dos vías.
- Determinar el área sin servicio de cobertura del sistema de radio de dos vías.
- Estudiar las posibles alternativas de equipos de radio de dos vías.
- Proponer el diseño de la nueva red de radio de dos vías.

2.4. Justificación y Alcance.

La propuesta de mejoras y ampliación de la Red de Radio de dos vías del complejo Planta Centro (CORPOELEC) en Venezuela, se realiza debido a las necesidades actuales de la planta, en las que el desarrollo en infraestructura, la situación política, la falta de equipos e inversiones y demás temas que dictan el camino que seguirá la empresa en los próximos años, debido a esto es un tema crucial el análisis de lo mencionado. La empresa a nivel de comunicación no ha tenido el mejor desarrollo como se ha proyectados en los últimos años, debido que han perdido la importancia de realizar un estudio que permita mostrar la importancia de la ampliación y fortalecimiento de la comunicación.

La ubicación actual de las estaciones permanentes se realizó planteando una distribución empírica alrededor de la plantas pero no tuvieron en cuenta aspectos como la distancias mínimas entre ellas. La Gerencia de ATIT manifiesta una gran preocupación en cuanto a la necesidad en el ámbito de seguridad que tienen los trabajadores en comunicarse en zonas de difícil acceso, como sótanos y zonas de confinamiento donde existe una mala cobertura y por consiguiente una mala comunicación con la red de radio de dos vías de la empresa.

Es cierto, no existe un fundamento científico para haber definido esta zona de cobertura, pero si se definen factores como la distancias entre estaciones, el tiempo de rastreo y otros como la topografía estructural se tendrá una zona de cobertura mejor

definida que beneficie a los usuarios de la red estaciones de radio de dos vías permanente.

Es por esto que es necesario realizar un estudio, analizar de diferentes métodos, establecer el áreas de servicio adecuadas de estas estaciones permanentes que estén en función de la distancia entre ellas , el tiempo de rastreo y a partir de esto, conseguir las áreas optimas para la instalación de nuevas ubicaciones de las estaciones, además de realizar un análisis de las afectaciones de esta cobertura por la topografía estructural que puede interferir en la señal para la ampliación de nuevas tecnologías.

La presente investigación se realiza en la Empresa Termoeléctrica Planta Centro (CORPOELEC S.A.) nivel centro costero de Venezuela, en donde se encuentra la red de comunicación de Radio de dos vías que utiliza una cobertura de rastreo de 1Km aproximadamente. Se utiliza una red de 3 radio de dos vías con señales Analógicas y Digitales, la cuales están operativas hoy en día.

Con esta propuesta de nuevas instalación de estaciones permanentes, se generaran nuevas áreas de servicios que se compararan con las obtenidas inicialmente. Finalmente es realizar un análisis de visualización con el fin de identificar posibles zonas de interferencia directa de las infraestructuras, la cual será útil para la implementación futura.

Se espera obtener a partir de un análisis de Cobertura, el tiempo de rastreo de las áreas de servicio en función del tiempo, la identificación de los lugares adecuados para la instalación de la ubicación de las nuevas estaciones de Radio de dos vías, las cuales se definirán a partir del análisis de superposición de las capas que involucran las estaciones actuales, las infraestructuras y zonas de bajas coberturas. Este último factor es la principal influencia en este estudio de cobertura para garantizar la pronta

repuesta de la ejecución de los trabajos en planta, la seguridad del personal y la alzar de la confiabilidad del sistema.

Ya que la red de Radio de dos vías permanente de la Termoeléctrica Planta Centro genera una comunicación inalámbrica a los usuarios en general y serán eso los principales beneficiarios con esta nueva cobertura adecuadas para cada estación de Radio de dos vías permanente.

2.5. Limitaciones.

Una de las principales limitaciones que se pueden encontrar es que la Empresa Termoeléctrica Planta Centro puede no considerar viable la propuesta de mejoras y ampliación de la Red de Radio de dos vías; adicionando la problemática existente en la actualidad para adquisición de equipos, ya que la gran mayoría de los proveedores son firmas extranjeras, esto trae como consecuencia que los depósitos de los almacenes de equipos se vean mermados y la disponibilidad de estos, tanto en calidad de repuesto para la atención de fallas. Por otro lado, la lentitud, variaciones y modificaciones que se observan en el proceso de aprobación, licitación e implementación de las mejoras y ampliación de nuevas propuestas, ya que afecta de una manera muy notable e importante la reestructuración de radios bases, esto se debe a que no se posee una noción clara y precisa de la planta física con la que contará la Empresa Termoeléctrica Planta Centro, dificultando las mejorar de la área de coberturas de la red de Radios de dos vías.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la Investigación.

Luego de realizar una serie de investigaciones en diferentes empresas a nivel nacional, se observó que existen muy pocos antecedentes relacionados con el tema de estudio de cobertura de la red de radio de dos vías a nivel empresarial. Es importante revisar quien o quienes con anterioridad han estudiado la problemática, aunque sea con variables diferentes o con las mismas, en tiempos distintos, son apoyos referenciales como antecedentes. A continuación se presenta de forma resumida algunas investigaciones con orden cronológico realizadas con fecha anteriores al presente trabajo especial de grado, las cuales constituyen una fuente de información primordial a los efectos del desarrollo del mismo.

HUAMAN PALMA, RAUL ALEXANDER. (2018). Diseño de un sistema de ampliación de cobertura celular para las bandas de frecuencia en 850 MHz y 1900 MHz. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

En este Proyecto se busca diseñar e implementar un sistema prototipo de bajo costo en tecnología microstrip que amplifique señales con bajos niveles de potencia con el fin de ampliar la cobertura celular en las bandas de frecuencia en 850 MHz y 1900 MHz. Este sistema sería beneficioso para zonas geográfica donde carece de cobertura móvil de este servicio, por tal razón se necesita implementar un sistema con las características mencionadas donde se muestra el proceso de diseño, simulación, implementación y medición de cada uno de los componentes que conformarán la red, siguiendo una determinada topología y sistema de ampliación de cobertura celular para determinar si el sistema es óptimo para utilizarse en la ampliación de cobertura móvil.

CHANJA ESTEVES, MIGUEL VALENTIM. (2018). Arreglo de antenas de parche apilados para la banda de 2.4GHz. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara, Cuba.

En este Trabajo de grado se presenta el diseño, fabricación y medida de un arreglo de antenas impresas con aplicación en Wi-Fi dentro del estándar 802.11e, a 2.4 GHz, realizando un estudio técnico de las antenas con el empleo de arreglos con apilamiento, se diseña y se mide una antena rectangular con inserciones con las que se mejora la adaptación de la antena utilizando el programa de análisis electromagnético en 3D CST Microwave Studio que analizan las diferentes estructuras de antenas. En Cuanto a la fabricación de los arreglos de antenas se realizó bajo las especificación IEEE 802.11e que ofrece un estándar inalámbrico normado para entornos públicos, de negocios y usuarios residenciales para resolver las necesidades de cada sector.

NUÑEZ MUÑOZ, ALEXANDER MANUEL. (2017). Diseño de una red de telecomunicaciones para servicios de Internet y telefonía móvil en el distrito de Motupe en el departamento de Lambayeque. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

En esta tesis se trata del diseño de una red de telecomunicaciones para brindar servicios de telefonía móvil e Internet, debido a que actualmente no cuentan con servicios de telecomunicaciones en el distrito, lo que dificulta el desarrollo educativo, social y económico del mismo. El fin del estudio es brindar un servicio de telecomunicaciones para impulsar el desarrollo socio-económico y asimismo analizar la rentabilidad del despliegue del proyecto a fin de impulsar la inversión en zonas rurales del País. Finalizando en que la utilización del modelo de Operador Rural con uso de la red dorsal que constituye en un modelo de inversión rentable y eficaz para el despliegue de servicios de telecomunicaciones en zonas rurales del país.

3.2. Bases Teóricas.

3.2.1. Introducción a los Sistemas de Comunicaciones Móviles.

El término “comunicaciones móviles” describe cualquier enlace de radiocomunicación entre dos terminales, de los cuales al menos uno está en movimiento, o estático, pero en localizaciones indeterminadas, pudiendo el otro ser un Terminal fijo, tal como una estación radio base. Esta definición es de aplicación a todo tipo de enlace de comunicación, ya sea móvil a móvil o fijo a móvil. De hecho, el enlace móvil a móvil consiste muchas veces en un enlace móvil a fijo a móvil. El término móvil puede referirse a vehículos de todo tipo (automóviles, aviones, trenes, etc.) o, sencillamente, a personas paseando por las calles.

El Reglamento de Radiocomunicaciones define el servicio móvil como un servicio de radiocomunicaciones entre estaciones móviles y estaciones terrestres (fijas) o entre estaciones móviles únicamente. Además, en función de dónde se sitúa habitualmente el Terminal móvil, el Reglamento diferencia tres tipos de servicio:

- Servicio móvil terrestre.
- Servicio móvil marítimo.
- Servicio móvil aeronáutico.

Es importante destacar que al hablar de comunicaciones móviles se piensa, generalmente, en un sistema de comunicaciones punto a punto. Aunque también es posible en algunas circunstancias efectuar comunicaciones punto a multipunto, se trata de una configuración especial del servicio que sirve a aplicaciones particulares.

A lo largo de este trabajo, se va a utilizar la definición más amplia sobre comunicaciones móviles y, si bien es cierto que existen sistemas especialmente desarrollados para ofrecer comunicaciones en ciertos entornos, básicamente marítimos y aeronáuticos, en líneas generales no se van a diferenciar los sistemas por el entorno de utilización, sino por las características intrínsecas de los mismos.

3.2.2. Reguladores, Nacionales e Internacionales.

Son los encargados de establecer “las reglas del juego”. Dado que las comunicaciones móviles utilizan un recurso escaso, como es el espectro radio eléctrico, y al tratarse de un bien público, se deben dictar unas normas mínimas que protejan no sólo a consumidores y usuarios, sino también que determinen las reglas que aseguren una competencia leal entre empresas. También se debe asegurar la buena utilización del recurso escaso puesto a disposición de los operadores. A nivel mundial, la WRC (World Radio Conference), uno de los brazos de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), determina cada dos años la utilización que se debe hacer del espectro radioeléctrico. Cada Administración nacional, basada en las recomendaciones de la WRC, determina su propio uso del espectro. En nuestro país, el espectro radioeléctrico está considerado de dominio público y su administración y control corresponde al Estado. Así, La Comisión Nacional de Telecomunicaciones CONATEL, en dependencia del Ministerio de Infraestructura, publica en documento CUBANAF el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias, al que debe someterse todo operador que utilice el espectro de radio en Venezuela.

En el artículo 1, correspondiente al capítulo 1 del documento CUBANAF, se hace mención del objeto del mismo, a continuación se muestra dicho artículo:

El presente Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF) tiene por objeto establecer la atribución de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, de conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones y en las normas vinculantes dictadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones; determinar las porciones del espectro radioeléctrico destinadas para uso gubernamental; así como aquellas susceptibles de ser asignadas en concesión de uso y explotación. En lo que se refiere a los derechos de la competencia y la defensa de los consumidores cada país depende de su administración para determinar una serie de principios y publica todas las directivas y recomendaciones las cuales se deben cumplir.

3.2.3. Fabricantes.

Son los encargados de materializar los productos y sistemas que permitirán que un operador disponga de una red y que los usuarios dispongan de equipos para conectarse a dicha red. Juegan un papel muy importante en la definición de los sistemas y en el desarrollo de los mismos.

3.2.4. Operadores.

Se trata de aquellas empresas que han conseguido licencia o autorización de su administración nacional y, por tanto, han podido instalar y operar una red de telecomunicaciones. Su misión consiste en mantener lista y operativa la infraestructura que permita el tránsito de tráfico de llamadas y/o datos de los usuarios sin ningún inconveniente. Los operadores “fabrican” minutos de servicios de telecomunicación que venden a otros proveedores de servicio ó a usuarios finales.

3.2.5. Tipos de Comunicaciones Móviles.

Existen muchas formas de clasificar los sistemas de comunicaciones móviles. Una de ellas, tal como hace el Reglamento de Radiocomunicaciones, es en función del entorno en el que se utilizan (terrestre, marítima o aeronáutica). Otra posibilidad es clasificarlos según su capacidad de comunicación, en uno o ambos sentidos. Con este criterio, los sistemas móviles se clasificarían en:

- **Sistemas “Simplex (SX)”.**

Con la operación simplex, las transmisiones sólo pueden ocurrir en una sola dirección. Los sistemas “simplex” son, algunas veces, llamados sistemas de un sentido, sólo para transmitir o sólo para recibir. Una ubicación puede ser un transmisor o un receptor, pero no ambas al mismo tiempo. Un ejemplo de transmisión simplex, es la radiodifusión de de la radio comercial o la televisión; la estación de radio o TV siempre transmite y el usuario siempre recibe.

- **Sistemas “Half-Duplex (HDX)”.**

Con una operación half-duplex, las transmisiones pueden ocurrir en ambas direcciones pero no al mismo tiempo. A los sistemas half-duplex, algunas veces se les llama sistemas con alternativas de dos sentidos, cualquier sentido o cambio y fuera. Una ubicación puede ser un transmisor y un receptor, pero no los dos al mismo tiempo. Los sistemas de radio de doble sentido que emplean los botones PPT “Push to talk”, para operar sus transmisores, como los radios de banda civil y de organismo de seguridad pública, son ejemplos de transmisión half-duplex.

- **Sistemas “Full-Duplex (FDX)”.**

Con una operación full-duplex, las transmisiones pueden ocurrir en ambas direcciones y al mismo tiempo. A los sistemas de full-duplex algunas veces se les llama líneas simultánea de doble sentido, duplex o de ambos sentidos. Una ubicación puede transmitir y recibir simultáneamente; sin embargo, la estación a la cual está transmitiendo también debe ser la estación de la cual está recibiendo. Un sistema telefónico estándar es un ejemplo de transmisión full-duplex.

- **Sistemas Full/Full-Duplex.**

Con una operación full/full-duplex, es posible transmitir y recibir de manera simultánea, pero no necesariamente entre las mismas dos ubicaciones (es decir, una estación puede transmitir a una segunda estación y recibir de una tercera estación al mismo tiempo). Si bien esta clasificación es útil a la hora de comprender las particularidades de cada sistema de comunicaciones móviles, se cree más conveniente considerar la clasificación de sistemas según un conjunto de características que les confieren cierta operatividad. Además de las particularidades de la comunicación (simplex, half- dúplex, full- dúplex o full/full-duplex) dentro de este conjunto de características se consideran otras como el tipo de gestión de la comunicación, la

canalización..., en definitiva, se trata de agrupar los sistemas en relación con las facilidades de comunicación que permiten.

3.2.6. Sistema de telecomunicaciones.

Se define como sistema de telecomunicación a cualquier conjunto de elementos que articulados armónicamente, brindan un medio para que se establezca un proceso de telecomunicaciones, es decir, transmisión, emisión y recepción de información efectuada a través de medios ópticos, eléctricos, electromagnéticos o electrónicos.

Los elementos básicos que integran un sistema de comunicación son: transmisor, un mensaje, un canal y finalmente un receptor.

3.2.7. Elementos de transmisión de datos.

La transmisión o comunicación de datos es el proceso de comunicar información en forma binaria entre dos o más puntos. Para ello, la transmisión de datos requiere de los cuatro elementos básicos de un sistema de comunicación: Emisor, Mensaje, Canal y Receptor.

3.2.8. Celda.

Celda o célula es cada una de las unidades básicas de cobertura en que se divide un sistema celular. Cada celda contiene un transmisor (que puede estar en el centro, si las antenas utilizadas son usada como modelo de radiación omnidireccional, o si las antenas tienen un diagrama directivo) y transmiten un subconjunto del total de canales disponibles para la red celular a instalar. Cada celda, además de varios canales de tráfico, tendrá uno o más canales de señalización o control para la gestión de los recursos radio y la movilidad de los equipos a ella conectados.

3.2.9. Cobertura.

En sentido genérico, se entiende por cobertura la zona desde la cual un Terminal móvil puede comunicarse con las estaciones radio base y viceversa. Es en

éste, el primer parámetro en que se piensa al diseñar una red de comunicaciones móviles: ¿en qué zonas se va a dar servicio a los terminales móviles? En primer lugar, la cobertura o el alcance radio de una red es la composición del alcance radio de la suma de todas sus estaciones de radio base. A la hora de planificar una red, desde el punto de vista de la cobertura, el primer dato que se necesita saber es la zona que se desea cubrir, o zona de servicio. Si se parte de esta única hipótesis, dado un área a cubrir, sería necesario un número de celdas tal que la suma de las áreas cubiertas por dichas celdas, a una altura determinada h y transmitiendo a su máxima potencia, fuera igual al área a cubrir. Ahora bien, debemos tener en cuenta que no basta con realizar el cálculo de potencia en el sentido estación radio base a móvil; también es necesario que el móvil, en función de su capacidad de transmisión, pueda de llegar hasta la estación radio base. Por ello, la cobertura de la red debe planificarse teniendo en cuenta las condiciones de transmisión en las que se encuentra el móvil: es a lo que se denomina realizar un balance de enlace. Actualmente, las redes se diseñan teniendo en cuenta varios tipos de móviles: la máxima cobertura se ofrece para terminales instalados en vehículos, con antena exterior, y también se realizan provisiones para equipos portátiles en el exterior y en interior de vehículos, sin antena externa. Debido a las características particulares del trayecto radioeléctrico, únicamente puede hablarse de cobertura en sentido estadístico. Esto implica que, las áreas que se representan teóricamente cubiertas, lo están en un determinado porcentaje de ubicaciones y de tiempo. Existen gráficas, obtenidas de medidas empíricas sobre propagación, que muestran las correcciones en atenuación que se deben realizar para calcular correctamente el área de cobertura de un transmisor radio, así como la probabilidad de cobertura asociada a dichas correcciones. Hasta aquí todo es aplicable a casi cualquier sistema que tenga la radio como medio de transmisión. Lo que diferencia a un sistema celular es que, en zonas de alta densidad de tráfico, es capaz de utilizar más eficientemente que otros sistemas el limitado espectro radioeléctrico que tiene asignado. Esto implica un diseño de red radio denominado “celular”, que es lo que le da el nombre al sistema. El “truco” consiste en dividir el

área a cubrir en un número de celdas suficientemente grande, que permita la reutilización de frecuencias. Estos conceptos serán explicados con más detalle más adelante. Desde el punto de vista de cobertura, el diseño se hará de forma tal que las celdas que utilizan los mismos canales de radio emitan a una potencia suficientemente baja para no interferirse entre si y, a su vez, no interferir a los móviles a los que están dando servicio. En definitiva, el máximo alcance de una celda sólo se podrá conseguir en lugares de poca densidad de tráfico, que no son los más adecuados para este tipo de sistemas.

3.2.10. Capacidad.

Es la cantidad de tráfico que puede soportar este tipo de sistemas. El diseño de una red celular está pensado para soportar, gracias a la compartición de canales y a la división celular, una gran capacidad de tráfico. Al ser un sistema de concentración de canales, la capacidad por cada bloque de canales se calcula mediante la aplicación de la fórmula de Erlang B, es decir, como un sistema de llamadas perdidas (sin colas). La capacidad que aporta este tipo de sistemas es función del número de canales utilizado, o ancho de banda disponible, del tamaño de las celdas y de la configuración en “clusters”. La capacidad será mayor cuanto mayor ancho de banda se disponga, cuanto menor sea la celda y cuantas menos celdas sean necesarias por “cluster”. Este último parámetro estará fuertemente ligado a la relación de interferencia co-canal que el sistema sea capaz de soportar. Respecto al tamaño de la celda, este estará limitado por la capacidad del protocolo de gestión de la movilidad y por la velocidad a la que se desplacen los móviles en la zona de servicio. El diseño de la capacidad de los sistemas se realiza por zonas, tomando cada estación radio base independientemente, suponiendo el caso de tráfico más desfavorable; es decir, el tráfico en la hora cargada.

3.2.11. Reutilización de Frecuencias.

Esta es la técnica que permite diferenciar a los sistemas de concentración de canales frente al resto. Se trata de tomar todo el grupo de frecuencias asignado a la

red y, dividiendo el grupo en varios subgrupos (celdas) y ordenándolo según una estructura celular (cluster) se pueden construir grandes redes con las mismas frecuencias sin que estas interfieran entre sí.

3.2.12. Señalización.

Por señalización se entiende toda comunicación dedicada a gestionar los recursos del sistema para permitir la comunicación. Al hablar de comunicaciones, se va a tratar de forma diferente la señalización asociada a la transmisión de radio y la relativa a la propia estructura de red. Ambos tipos de señalización sirven a los mismos propósitos, y sólo se diferencian por el tipo de entidades a las que ponen en comunicación. Funcionalmente, se podría distinguir entre:

- Señalización destinada a la gestión de los recursos de radio.
- Señalización destinada a la gestión de la movilidad.
- Señalización destinada al establecimiento de la comunicación, que, además, puede ser común con otros sistemas de comunicación y, en particular, debe ser compatible con las redes fijas a las que las redes celulares se conectan.

3.2.13. Hand-Over.

Es como se denomina al proceso de pasar una comunicación de un mismo móvil de un canal a otro. Es lo que diferencia a un sistema celular de otro tipo de sistemas de radiocomunicaciones de concentración de enlaces. En función de la relación entre los canales origen y destino de la comunicación, los handover pueden clasificarse en:

- Handover intercelular, si el canal destino se encuentra sobre otra frecuencia distinta a la del origen, pero en la misma radio base.
- Handover interMSC, cuando hay cambio de radio base, pero ambas se encuentran dentro del mismo sistema controlador de estaciones o central de conmutación celular;
- Handover entre MSCs, cuando hay cambio de radio base y ambas estaciones dependen de MSCs distintas.

3.2.14. Nodo de Conmutación y Control (SCN).

El SCN es el encargado de manejar las funciones de troncalizado mediante la interconexión y manejo de varias BS, terminales de despacho e interfaces con redes externas (PBX, PSTN, RDSI, etc.), además permite su conexión con otras SCN mediante topologías de malla o anillo. Cuando existe más de un SCN es necesario la utilización de un H-SCN (SCN de tipo Home o Local), donde se ubiquen las bases de datos HLR (Registro de Ubicación Local) y VLR (Registro de Ubicación de Visitantes) y que funcione como puerta de enlace entre la red de SCNs y los niveles superiores de la estructura

3.2.15. HLR.

Son las siglas de “Home Location Register” o base de datos donde que contiene toda la información del usuario pertinente para la provisión del servicio de telefonía móvil, los sistemas de altas y bajas de los operadores actuarán contra esta base de datos para actualizar las características del servicio de cada cliente. También hay en el HLR información actualizada sobre la situación actual de sus móviles.

3.2.16. VLR.

Corresponde a las siglas “Visitor Location Register” o base de datos donde se contiene toda la información del usuario necesaria para la provisión de los servicios durante la utilización de los mismos. El VLR tiene una copia de parte de los datos del HLR, referidos a aquellos clientes que se han registrado en la zona controlada por dicho VLR.

3.2.17. Área de Localización.

Está formada por un conjunto de radio bases, y determina el área donde se encuentra el móvil y las estaciones a través de las cuales se emitirá un mensaje de búsqueda para este móvil, en caso de llamadas entrantes al mismo.

3.2.18. Radio.

El subsistema de radio, es el que realiza el enlace entre los terminales móviles y las redes terrenas. Un buen diseño de éste, es tremendamente importante en la configuración de una red celular, y gran parte del éxito o fracaso de la calidad de una red pasa por la planificación adecuada de este subsistema.

3.2.19. Conmutación.

La conmutación o estructura de red es el subsistema encargado de llevar las comunicaciones por tierra desde la estación radio base a la que se conecta el móvil hasta su conexión con la red destino de la llamada, bien sea la red fija o hacia otra estación radio base a la que se encuentra conectado otro móvil. Se incluyen dentro de los sistemas de red todas aquellas bases de datos que apoyan a las distintas funciones del sistema.

3.2.20. Transmisión.

Es la estructura de enlaces que soporta las comunicaciones entre los diversos elementos de red. Es un elemento importante en la planificación, dado que implica grandes inversiones de explotación, y al que no se presta la debida importancia por ser poco llamativo cuando se explican las funcionalidades y capacidades de una red celular. Este subsistema es común a cualquier red de telecomunicación.

3.2.21. Operación y Mantenimiento.

Otro de los subsistemas importantes en una red celular es el subsistema de operación y mantenimiento. Suele quedar fuera de todos los análisis, debido a que el funcionamiento teórico de la red no necesita de este subsistema. No obstante, no sería posible mantener en un correcto funcionamiento una red de telecomunicaciones sin un sistema de operación y mantenimiento que permita detectar y corregir o, al menos, ayudar a corregir los posibles fallos que se producen a diario en cualquier red.

3.2.22. Sistema de Radio Convencional.

La radiodifusión es una tecnología que hace posible la transmisión de señales mediante la modulación de ondas electromagnéticas. Estas ondas no requieren un medio físico de transporte, por lo que pueden propagarse a través del espacio. Un sistema de comunicación de radio utiliza una señal electromagnética para enviar su información a través del aire, la cual posee una tasa de oscilación propia para poder moverse de un lugar a otro. Esta tasa de oscilación es llamada frecuencia la cual es medida en Hertz (Hz).

3.2.23. Componente de un sistema de radio convencional.

En un sistema de radio convencional las señales audibles son captadas por un micrófono para posteriormente pasar a ser moduladas en un equipo transmisor que a continuación son transportadas por una señal portadora a través de una antena. De la misma forma pero con proceso inverso una antena capta la señal electromagnética que pasa al equipo receptor para ser desmodulada y amplificada a través de un parlante recuperando así la señal de audio original. Un sistema de radio convencional puede ser tan simple o complejo de acuerdo al requerimiento de número de usuarios y al área geográfica que se desea cubrir, necesitando lugares de repetición para satisfacer la demanda de tráfico requerida, pudiendo ser numerosos los componentes de un Sistema de Radio Convencional.

Los componentes principales de un sistema de radio convencional se definen a continuación:

- **Repetidor.**

Se trata de ubicaciones constituidas generalmente por un espacio para albergar equipos de radio, baterías, rectificadores y demás equipos, así como una torre donde se sustentaran las antenas y se extenderán las guías de onda.

- **Canal de voz.**

Lleva o recibe información de voz, cada grupo de suscriptores tiene asignado un determinado número de canal, el cual es usado en toda la duración de la llamada.

- **Sistemas de radio troncalizado.**

Los sistemas de trunking o de radiotelefonía móvil privada son sistemas que permiten ofrecer servicios de intercomunicación de voz y/o datos para grupos cerrados de usuarios mediante redes independientes de las redes públicas. Este tipo de redes ofrecen servicios a grupos de usuarios pertenecientes a cuerpos de servicios públicos, tales como policía, bomberos, etc. o grupos de usuarios que necesitan un tipo de intercomunicación específica como taxistas, flotas de transporte, entre otros.

3.2.24. Sistemas de radio analógicos.

Una señal analógica es un voltaje o corriente que varía suave y continuamente. Un sistema analógico contiene dispositivos que manipulan cantidades físicas representadas de manera analógica. En un sistema analógico las cantidades pueden variar en un rango continuo de valores. Por ejemplo, la señal de amplitud de salida para un altavoz en un receptor de audio puede tener cualquier valor entre cero y su límite máximo.

3.2.25. Sistemas de radio digitales.

En los sistemas digitales, las señales transportadas son discretas y su forma eléctrica no guarda relación con la magnitud física original más que a través de una codificación matemática de dichas señales discretas. Si bien hay numerosos aspectos comunes en el tratamiento de ambos tipos de sistemas, las diferencias son de importancia y su estudio requiere atención separada. El radio digital emplea portadoras analógicas tal como lo hacen los sistemas convencionales. En esencia, existen tres técnicas de modulación digital que emplean en los sistemas de radio

digital, estas son: la modulación por desviación de frecuencia (FSK), la modulación por desviación de fase (PSK) y la modulación amplitud en cuadratura (QAM).

3.2.26. Infraestructura de Administración y Conmutación (SwMI).

Comprende los aspectos necesarios para la administración, conmutación, networking y elementos no estandarizados de la red. Los beneficios de la no estandarización es que se deja a los fabricantes del mercado, en libertad de implementar soluciones rentables para la red.

SwMI comprende hasta seis sub-sistemas los cuales son:

- Estación Móvil
- Estación en Línea
- Estación Móvil en Modo Directo
- Gateway
- Unidad de Administración de la Red
- Red Individual TETRA

Estos elementos se interconectan a través del uso de interfaces específicas. SwMI proporciona un dominio de red común para estos componentes.

3.2.27. Calculo de Enlaces

3.2.27.1. Presupuesto de Potencia.

Un presupuesto de radio enlace completo es simplemente la suma de todos los aportes (en decibeles) en el camino de las tres partes principales. Potencia del transmisor [dBm] – Pérdida en el cable TX [dB] + ganancia de antena TX [dBi] –

Pérdidas en la trayectoria en el espacio abierto [dB] + ganancia de antena RX [dBi] – Pérdidas en el cable del RX [dB] = Margen – Sensibilidad del receptor [dBm].

3.2.27.2. Pérdidas en los conectores.

Estime por lo menos 0,25 dB de pérdida para cada conector en su cableado. Si se usan cables largos, la suma de las pérdidas en los conectores está incluida en una parte de la ecuación de “Pérdidas en los cables”. Pero para estar seguro, siempre considere un promedio de pérdidas de 0,3 a 0,5 dB por conector como regla general.

3.2.27.2. Pérdidas de propagación.

Las pérdidas de propagación están relacionadas con la atenuación que ocurre en la señal cuando esta sale de la antena de transmisión hasta que llega a la antena receptora.

3.2.27.3. Pérdidas en el espacio libre.

La mayor parte de la potencia de la señal de radio se perderá en el aire. Aún en el vacío, una onda de radio pierde (de acuerdo con los principios de Huygens) que se irradia en direcciones diferentes a la que puede capturar la antena receptora. Nótese que esto no tiene nada que ver con el aire, la niebla, la lluvia o cualquier otra cosa que puede adicionar pérdidas.

3.2.27.4. Sensibilidad del receptor.

La sensibilidad de un receptor es un parámetro que merece especial atención ya que identifica el valor mínimo de potencia que necesita para poder decodificar/extraer “bits lógicos” y alcanzar una cierta tasa de bits. Cuanto más baja sea la sensibilidad, mejor será la recepción del radio. Un valor típico es -82 dBm en un enlace de 11 Mbps y -94 dBm para uno de 1Mbps.

Una diferencia de 10dB aquí (que se puede encontrar fácilmente entre diferentes tarjetas) es tan importante como 10 dB de ganancia que pueden ser obtenidos con el uso de amplificadores o antenas más grandes. Nótese la sensibilidad depende de la tasa de transmisión.

La Pérdida en el Espacio libre (FSL), mide la potencia que se pierde en el mismo sin ninguna clase de obstáculo. La señal de radio se debilita en el aire debido a la expansión dentro de una superficie esférica.

La Pérdida en el Espacio libre es proporcional al cuadrado de la distancia y también proporcional al cuadrado de la frecuencia. Aplicando decibels, resulta la siguiente ecuación:

$$PEL \text{ (dB)} = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + K$$

Donde:

d = distancia f = frecuencia

K = constante que depende de las unidades usadas en d y f

3.2.28. Zona de Fresnel.

Teniendo como punto de partida el principio de Huygens, podemos calcular la primera zona de Fresnel, el espacio alrededor del eje que contribuye a la transferencia de potencia desde la fuente hacia el receptor. Basados en esto, podemos investigar cuál debería ser la máxima penetración de un obstáculo (por ej., un edificio, una colina o la propia curvatura de la tierra) en esta zona para contener las pérdidas.

3.2.29. Margen y Relación S/N.

No es suficiente que la señal que llega al receptor sea mayor que la sensibilidad del mismo, sino que además se requiere que haya cierto margen para garantizar el funcionamiento adecuado.

3.2.30. Velocidades de transmisión.

Aunque las comunicaciones digitales comenzaron su gran desarrollo a partir de la década de los 50, la terminología y conocimientos básicos se han derivado de la telegrafía. Es aquí donde se introducen los conceptos de bit, baudio y bit por segundo para velocidad de transmisión.

3.2.31. Velocidad de modulación.

Es la unidad de velocidad de señalización derivada de la duración del elemento de menor código. La velocidad de transmisión es $t:1/T$, donde T representa la duración más corta del pulso. El baudio es la unidad con que se mide la velocidad de modulación.

3.2.32. Tasa de bits.

Representa el número de bits transmitidos en una unidad de tiempo dada. Tasa de bits= Número total de bits transmitidos/ Tiempo Total.

3.2.33. Ancho de banda.

Es la longitud (medida en Hercios) del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de una señal.

3.2.34. Capacidad de canal.

Es un factor que caracteriza a los canales de comunicación, consiste en la capacidad del mismo de llevar información (se mide en bps).

3.2.35. Redes de datos.

El establecimiento de redes de datos es necesario a fin de alcanzar una transmisión de datos satisfactoria especialmente si varios terminales requieren a un nodo central. Como las facilidades de transmisión requeridas se pueden establecer mediante conexión conmutada o por interconexión directa, se emplea el termino “Red de Datos” para definir tanto la transmisión como la conmutación de la información digital. La UIT-T define la Red Pública de Datos como una red establecida y operada por una administración o agencia con el propósito específico de proveer servicios de transmisión de datos al público en general. El procesamiento puede tener lugar dentro de la Red de Datos, la cual puede también proveer servicios de conmutación de circuitos, por paquetes y arrendamiento de líneas de transmisión. Una Red de Datos

puede incluir también facilidades para el manejo centralizado de información y los medios de transmisión pueden ser analógicos, digitales o una combinación de ambos. Para conectar los dispositivos de conversión y /o terminales a una Red de Datos hay que intercalar entre la red y el Terminal de lo que se conoce como "Interfaz". Las interfaces están definidas por el UIT.T en términos de sus características eléctricas, física y de procedimiento, y la más conocida de ellas se sitúa entre el equipo Terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación del circuito de datos (ETCD).

3.2.44 Glosario de Términos

Ancho de banda: Longitud (medida en Hercios) del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de una señal.

Antena direccional: Las antenas direccionales son aquellas que han sido concebidas para favorecer que la mayor parte de la energía sea radiada en una dirección en concreto.

Antena Omnidireccional: Es aquella antena que es capaz de radiar energía prácticamente en todas las direcciones.

Área de Localización: Conjunto de radio bases.

Cable Coaxial: Es un cable utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia que posee dos conductores concéntricos, un central, llamado núcleo, encargado de llevar la información, y uno, exterior, de aspecto tubular, llamado malla, que sirve como referencia de tierra y retorno de corriente.

Canal de voz: Lleva o recibe información de voz, cada grupo de suscriptores tiene asignado un determinado número de canal, el cual es usado en toda la duración de la comunicación.

Capacidad: Cantidad de tráfico que puede soportar este tipo de sistemas.

Capacidad de canal: Factor que caracteriza a los canales de comunicación, consiste en la capacidad del mismo de llevar información.

Celda: Unidades básicas de cobertura en que se divide un sistema celular.

Cluster: Conjunto de celdas.

Cobertura: Zona desde la cual un Terminal móvil puede comunicarse con las estaciones radio base y viceversa.

Conmutación: Subsistema encargado de llevar las comunicaciones por tierra desde la estación radio base a la que se conecta el móvil hasta su conexión

Equipos de conexión: Efectúan el acoplamiento entre varios transmisores BTSs.

Equipos Terminales: Son los equipos que el usuario dispone para realizar la comunicación.

Elementos de transmisión de datos: Transmisión o comunicación de datos es el proceso de comunicar información en forma binaria entre dos o más puntos.

Enlace: Es el medio de comunicación físico que transfiere los datos de un dispositivo a otro.

Explotación: Subsistema de explotación no suele aparecer en los libros de texto.

Fabricantes: Son los encargados de materializar los productos y sistemas que permitirán que un operador disponga de una red y que los usuarios dispongan de equipos para conectarse a dicha red.

Frecuencia: Se puede definir como el número de veces que sucede un fenómeno en una unidad de tiempo. Su unidad de medida es el hercio (Hz), que se define como el número de ciclos por segundo.

Guía de Onda: Es cualquier estructura física que guía ondas electromagnéticas.

Hand-Over: Proceso de pasar una comunicación de un mismo móvil de un canal a otro.

HLR: Siglas de “Home Location Register”

Interfaz Aire AI: Garantiza la interoperabilidad entre los equipos terminales y la red troncalizada.

Interfaz de Equipos Terminales TEI: Permite la conexión de equipos como PCs, impresoras, cámaras, etc., a un equipo móvil.

Interfaz Inter – Sistema ISI: Define la interconexión entre dos redes.

Método de Acceso: La tecnología de acceso utilizada por TETRA es el Acceso Multiplexado por División de Tiempo (TDMA) empleando 4 intervalos de tiempo por cada portadora de 25kHz de ancho de banda y una estructura que se compone de tramas, multitramas e hipertramas

Modo de Operación Directa: Operación en modo ad-hoc, cuando los equipos terminales se comunican independientemente entre sí sin necesidad de la infraestructura de la red, la comunicación la realizan mediante el interfaz aire en modo directo.

Multipunto: Se denominan redes multipunto a aquellas en las cuales cada canal de datos se puede usar para comunicarse con diversos nodos. En una red multipunto solo existe una línea de comunicación cuyo uso está compartido por todas las terminales en la red. La información fluye de forma bidireccional y es discernible para todas las terminales de la red. En este tipo de redes las terminales compiten por el uso del medio (línea) de forma que el primero que lo encuentra disponible lo acapara, aunque también puede negociar su uso. Esta sencilla: esta permite la unión de varios terminales a su computadora compartiendo la única línea de transmisión, la ventaja consiste en el abaratamiento de su costo, aunque pierde velocidad y seguridad.

Punto a Punto: Sin aquellas en las que existen muchas conexiones entre parejas individuales de máquinas. Para poder transmitir los paquetes desde una máquina a otra a veces es necesario que éstos pasen por máquinas intermedias, siendo obligado en tales casos un trazado de rutas mediante dispositivos routers.

Nodo de Conmutación y Control (SCN): Encargado de manejar las funciones de troncalizado mediante la interconexión y manejo de varias BS.

Operación y Mantenimiento: Subsistemas importantes en una red radio es el subsistema de operación y mantenimiento.

Operadores: Son aquellas empresas que han conseguido licencia o autorización de su administración nacional e instalar y operar una red de telecomunicaciones.

Pérdidas en el espacio libre: Mayor parte de la potencia de la señal de radio se perderá en el aire.

Presupuesto de Potencia: Presupuesto de radio enlace completo es simplemente la suma de todos los aportes (en decibeles) en el camino de las tres partes principales.

Pérdidas de propagación: Relacionadas con la atenuación que ocurre en la señal cuando esta sale de la antena de transmisión hasta que llega a la antena receptora.

Radio: Es el que realiza el enlace entre los terminales móviles y las redes terrenas.

Radio Base (BS): Es el elemento de red que proporciona la interfaz de aire empleada para brindarle comunicación a los equipos terminales en aéreas de servicios denominadas celdas.

Radio Portátil: Es un transmisor-receptor portátil o comunicador portátil, es un transceptor de radio portátil.

Radio Móvil: Es un sistema que ha precedido a la tecnología de telefonía móvil.

Registro: Proceso mediante el cual un móvil comunica a la red que está disponible para realizar y recibir llamadas.

Repetidor: Espacio para albergar equipos de radio, baterías, rectificadores y demás equipos, así como una torre donde se sustentaran las antenas y se extenderán las guías de onda.

Reutilización de Frecuencias: Técnica que permite diferenciar a los sistemas de concentración de canales frente al resto.

Router: Es un equipo encargado de asegurar el encaminamiento de las

Sistemas de radio analógicos: Señal analógica es un voltaje o corriente que varía suave y continuamente.

Sistema de radio Convencional: Tecnología que hace posible la transmisión de señales mediante la modulación de ondas electromagnéticas.

Sistemas de radio digitales: Señales transportadas son discretas y su forma eléctrica no guarda relación con la magnitud física original más que a través de una codificación matemática de dichas señales discretas.

Sistemas de radio troncalizado: Sistemas de trunking o de radiotelefonía móvil privada son sistemas que permiten ofrecer servicios de intercomunicación de voz y/o datos para grupos cerrados de usuarios mediante redes independientes de las redes públicas.

Sistema de telecomunicaciones: Sistema de telecomunicación a cualquier conjunto de elementos que articulados armónicamente, brindan un medio para que se establezca un proceso de telecomunicaciones.

Sistemas Full/Full-Duplex: Sistema donde transmitir y recibir de manera simultanea.

Sistemas “Full-Duplex (FDX)”: Sistema de transmisiones pueden ocurrir en ambas direcciones y al mismo tiempo.

Sistemas “Half-Duplex (HDX)”: Sistema de transmisiones pueden ocurrir en ambas direcciones pero no al mismo tiempo.

Sistemas “Simplex (SX)”: Sistema de transmisiones sólo pueden ocurrir en una sola dirección.

Sensibilidad del receptor: Parámetro que merece especial atención ya que identifica el valor mínimo de potencia que necesita para poder decodificar/extraer “bits lógicos” y alcanzar una cierta tasa de bits.

Señalización: Toda comunicación dedicada a gestionar los recursos del sistema para permitir la comunicación.

Transmisión: Estructura de enlaces que soporta las comunicaciones entre los diversos elementos de red.

Topología: Define la configuración física o lógica de los enlaces de una red.

VLR: Siglas “Visitor Location Register”

Zona de Fresnel: Espacio alrededor del eje que contribuye a la transferencia de potencia desde la fuente hacia el receptor.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

De acuerdo a lo expuesto por Arias (2006), la metodología del trabajo de grado incluye el tipo o los tipos de investigación a utilizar, las técnicas y los instrumentos que se llevarán a cabo en la investigación. “Es el como se realiza el estudio para responder al problema planteado” (p.110). La finalidad de realizar el marco metodológico es crear una estructura, que facilitará la ejecución de la problemática planteada anteriormente.

4.1. Tipo de investigación.

Cuando se lleva a cabo una investigación es porque existe un interés particular por parte del investigador en un problema determinado, así mismo, pretende obtener la raíz de la problemática y su posible solución. Sabino (2000), define a la investigación como “un esfuerzo que se emprende para resolver un problema, claro está, un problema de conocimiento” (p. 47). Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente el tipo de investigación que se empleo fue de nivel documental, de campo, y de proyecto factible. La Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2005, p, 7) señala que los estudios documentales son:

1.- Estudios de desarrollo teórico: presentación de nuevas teorías, conceptualizaciones o modelos interpretativos originales del autor, a partir de análisis crítico de información empírica y teorías existentes.

2.- Revisiones críticas del estado del conocimiento: integración, organización y evaluación de la información teórica y empírica existente sobre un problema, focalizando ya sea en el progreso de la investigación actual y posibles vías para su solución, en el análisis de consistencia interna y externa de las teorías y conceptualizaciones para señalar sus fallas o demostrar su superioridad de unas sobre otras, o en ambos aspectos.

3.- Estudios de educación comparada: análisis de semejanzas, diferencias y tendencias sobre características o problemas de educación en el contexto de realidades socioculturales, geográficas o históricas diversas, con fundamento en información publicada.

4.- Estudios de investigación histórica, literaria, geográfica, matemática u otros propios de las especialidades de los subprogramas, que cumplan con las características señaladas en el numeral anterior.

Por su parte, el estudio de campo de acuerdo con Cázares, Christen, Jaramillo, Villaseñor y Zamudio (2000, p. 18), la investigación de campo es aquella en que el mismo objeto de estudio sirve como fuente de información para el investigador. Consiste en la observación, directa y en vivo, de cosas, comportamiento de personas, circunstancia en que ocurren ciertos hechos; por ese motivo la naturaleza de las fuentes determina la manera de obtener los datos.

El proyecto factible: Según la definición de la UPEL (1990), “...consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico para satisfacer necesidades de una institución o grupo social. La propuesta debe tener apoyo, bien sea en una investigación de campo o en una investigación documental; y puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.”. Esto significa que es un tipo de investigación mixta, la cual se apoya en necesidades detectadas en el campo para luego realizar una amplia investigación documental y bibliográfica que permitirá finalizar con una propuesta. Es una investigación mixta, en parte documental y en parte con personas.

4.2. Fases de la Investigación.

Las fases de Investigaciones comprenden una estructura paso a paso del seguimiento minucioso de los objetivos específicos ya establecidos, con los que se pretende cumplir la meta final de esta investigación, como lo es el objetivo general.

El presente trabajo se concibió dentro de la modalidad de un proyecto factible. Para alcanzar los objetivos planteados y resolver la problemática existente, el proyecto fue dividido en cuatro fases metodológicas, y de esta forma obtener los resultados que permitan dar una solución efectiva, las fases a seguir para el desarrollo del presente estudio se describen a continuación:

4.2.1. Fase I: Análisis del área de cobertura actual del sistema de radio de dos vías.

En esta primera fase se hicieron los análisis respectivos para el conocimiento de la red instalada, estudio del estado actual del sistema y estudios de los equipos instalados en el sistema de red de radios de dos vías.

4.2.2. Fase II: Determinación del área sin servicio de cobertura del sistema de radio de dos vías.

Durante esta fase se realizó la revisión, prueba y determinación de las posibles áreas de bajas coberturas del sistema de red de radios de dos vías.

4.2.3. Fase III: Estudio de las posibles alternativas de equipos de radio de dos vías.

En esta fase se desarrolló el estudio de las posibles alternativas de equipos que puedan ser viables para el servicio de cobertura de radio de dos vías.

4.2.4. Fase IV: Proposición del diseño de la nueva red de radio de dos vías.

Durante esta fase se dio a conocer el diseño propuesto de la nueva red de radio de dos vías que cumpla con los requerimientos exigidos por la empresa Termoeléctrica Planta Centro.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En este capítulo se explican los resultados obtenidos con respecto a los objetivos propuestos y a las fases metodológicas, las cuales fueron delimitadas en el anterior capítulo. Por medio de esta fase se consiguió elaborar las posibles alternativas de estudio de equipos que puedan ser viables para el servicio de cobertura de radio de dos vías y la creación una propuesta de la nueva red de radio de dos vías que cumpla con los requerimientos exigidos por la Planta Termoeléctrica del Centro (Planta Centro), Corporación Eléctrica Compañía Anónima, (CORPOELEC C.A.).

5.1. Fase I: Análisis del área de cobertura actual del sistema de radio de dos vías.

El sistema de red de radio de dos vías instalado en el complejo Planta Centro esta constituido por 3 Radios Bases compuesta por 2 Motorola PRO5100tm. La primera Radio Base llamada Canal Gerencia de Seguridad (Canal 4) esta ajustada a la frecuencias en Tx=148,245 Mhz y Rx=149,425 Mhz con una potencia de 25W de transmisión conectado a un filtro mezclador con salida a una arreglo de 2 antenas de dipolos dobles ubicada a 15 mts aprox de altura en el edificio Administrativo con 20 mts de cable coaxial HELIAX 1/2 pulgadas entre la radio base y la antena. La segunda Radio Base llamada Canal Operación (Canal 2) esta ajustada a la frecuencias en Tx=165,650 Mhz y Rx=158,050 Mhz con una potencia de 25W de transmisión conectado a un filtro mezclador con salida a una arreglo de 2 antenas de dipolos dobles ubicada a 18 mts aprox de altura en la Unidad 2 con 35 mts de cable coaxial HELIAX 1/2 pulgadas entre la radio base y la antena. Y la tercera Radio Base llamada Canal General (Canal 1) esta ajustada a la frecuencias en Tx=160,750 Mhz y Rx=159,150 Mhz con una potencia de 40W de transmisión conectado a un filtro mezclador con salida a una 1 antenas de plano tierra ubicada a 27 mts aprox de altura

con 170 mts de cable coaxial HELIAX 1/2 pulgadas entre la radio base y la antena. Esta red posee 35 equipos de radios portátiles Motorola XiR P8260 que posee 15 canales configurables, con interfaz gráfico y teclado alfanumérico en frecuencia VHF, un umbral de recepción de -54 dBm.

En la Tabla 1 y 2 se muestra las de frecuencias de los radios bases y portátiles donde se simplifica las descripciones detallada de las configuraciones de los canales de la red de dos vías de Complejo Planta Centro:

Tabla 1. Frecuencias de la Radios Bases Instaladas.

CANAL	DESCRIPCION	TX (Mhz)	RX (Mhz)
1	General	160,750	159,150
2	Operación	165,650	158,050
3	Seguridad	148,245	149,425

Fuente: Propia

Tabla 2. Frecuencias de la Radios Portátiles Instaladas.

CANAL	DESCRIPCION	TX (Mhz)	RX (Mhz)
1	General	159,150	160,750
2	Operación	158,050	165,650
3	Seguridad	149,425	148,245

Fuente: Propia

En la Figura 9 se muestra la Zona de Cobertura de los radios bases y el perímetro de acción de los Radios portátiles del Complejo Planta Centro:



Figura 9. Zona de Cobertura Planta Centro.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

En la Figura 10 se muestra la Localización de la Antenas y transmisores de las radios bases instalada en el Complejo Planta Centro:



Figura 10. Localización de las Antenas Planta Centro.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

En la Figura 11 se muestra las Señales de Coberturas de los transmisores de las radios bases instalada en el Complejo Planta Centro:



Figura 11. Señales de Coberturas Planta Centro.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

En la Figura 12 se muestra la Solapamiento de los servicios de los transmisores de las radios bases instalada en el Complejo Planta Centro:



Figura 12. Solapamiento de los servicios Planta Centro.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

En la Figura 13 se muestra la Mejores Servicios de los transmisores de las radios bases instalada en el Complejo Planta Centro:



Figura 13. Mejores Servicios Planta Centro.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

Un radio de dos vías es un de radio que se puede tanto transmitir y recibir (un transceptor), a diferencia de un receptor, que sólo recibe el contenido. Una radio de dos vías (transceptor) permite al operador tener una conversación con otras radios similares que operan en la misma radio frecuencia (canal). Los radios de dos vías se encuentran disponibles en el móvil, fija de base y hand-held configuraciones de portátiles y a menudo llamados radioteléfonos. Los sistemas de radio bidireccionales normalmente operan en modo semi-duplex; es decir, el operador puede hablar o escuchar, pero no al mismo tiempo. Para ello cuenta con un pulsador llamado push-to-talk (o pulse para transmitir) el cual cuando se pulsa activa el transmisor y cuando se libera activa el receptor. Un teléfono móvil o teléfono celular es un ejemplo de un radio de dos vías que tanto transmite y recibe, al mismo tiempo (llamado modo full-duplex). Se utiliza dos diferentes frecuencias de radio (canales) para llevar las dos direcciones de la conversación de forma simultánea.

El primer móvil radio de dos vías fue desarrollado en Australia en 1923 por Frederick William Senior Constable Downie de la Policía de Victoria.

La policía de Victoria fueron los primeros en el mundo para utilizar la comunicación inalámbrica en automóviles, poniendo fin a los informes sobre la situación ineficientes a través de cabinas telefónicas públicas que se habían utilizado hasta ese momento. En la primera se tomó el asiento trasero de los coches patrulla. Como equipo de radio se convirtió en más poderoso, compacto y fácil de usar, los vehículos más pequeños tenían dos vías equipo de radiocomunicación instalado. La instalación de equipos de radio en los aviones exploradores permitió que informar las observaciones en tiempo real, que no requiera el piloto a bajar los mensajes a las tropas sobre el terreno por debajo o al aterrizar y hacer un informe personal.

A continuación se realiza una breve descripción de los equipos instalados en el sistema de red de radios de dos vías del Complejo Planta Centro:

5.1.1. Radio Móvil Profesional PRO5100tm.

Ideal para organizaciones con comunicaciones estándares, el radio PRO5100 de Motorola provee un funcionamiento sencillo y de alta calidad. El sistema de señalización le permite llamar a individuos o grupos de trabajo, identificar a la persona que llama, notificar a otros que usted está tratando de comunicarse cuando ellos están fuera de sus vehículos, o mandar una solicitud de ayuda en situaciones de emergencia. Eficiente y rentable, el trunking LTR le ofrece un rango más amplio de llamadas, un acceso de canal más rápido, una mayor privacidad y una mayor capacidad de usuarios y grupos de conversación. El radio móvil PRO5100 ofrece un grupo de ventajas para ayudarle a alcanzar sus objetivos (Ver Anexo A.).



Figura 14. Radio Móvil Profesional PRO5100tm.

Fuente: <http://www.proexcom.com/am/pro5100.pdf>

- **Beneficios: 15 zonas troncalizadas con 16 grupos de conversación:** Mejora la eficiencia de cualquier sistema LTR mediante la operación troncalizada.
- **Funciones de señalización MDC:** Las funciones únicas de señalización MDC de Motorola incluyen llamada selectiva y alerta de llamada. El radio móvil PRO5100 también ofrece verificación de radio, identificación de llamada (PTT-ID), e inhibición selectiva de radio para una comunicación más eficiente del grupo de trabajo.
- **Pantalla de 14 Caracteres Alfanuméricos:** Iconos fáciles de comprender, brindan información sobre el estado de funciones tales como rastreo, alta / baja potencia y fuerza de la señal recibida.
- **Rastreo con Doble Prioridad:** Use esta función para situaciones donde necesite supervisar uno o dos grupos de trabajo con mayor frecuencia que a otros grupos.

- **Escala alerta:** Cuando recibe una llamada selectiva o alerta de llamada, el sonido aumenta gradualmente hasta que la llamada es respondida.
- **Alarma de Emergencia:** Un botón del radio puede ser programado para notificar al operador sobre una situación de emergencia.
- **Verificación de Radio:** Le permite conocer si el radio está en el aire y dentro del área de cobertura sin incomodar al usuario.
- **Características:** 64 canales convencionales, 15 zonas troncalizadas con 16 grupos de conversación cada una, Identificación de Llamada PTT-ID (envío / recepción), Alerta de Llamada (envío / recepción), Llamada Selectiva de Voz (envío / recepción), Verificación del Radio (envío / recepción), Inhibición Selectiva del Radio (recepción), Emergencia (envío)
Señalización Quik-Call II (envío / recepción), Zonificación, Monitoreo, Rastreo con Doble Prioridad, Pantalla de 14 Caracteres Alfanuméricos, Bloqueo de Canal Ocupado, Limitador de Tiempo de Transmisión, Eliminación de Canal no Deseado, Botones Intercambiables, CSQ / PL / DPL / Inv-DPL, Puerto para Tarjetas Opcionales.

En la Tabla 3 se muestra las especificaciones técnicas de los radios bases PRO5100mt instalado en la red de dos vías de Complejo Planta Centro:

Tabla 3. Especificaciones técnicas de los radios bases PRO5100mt instalada.

GENERALES	BAJA POTENCIA
Dimensiones Largo x Ancho x Alto	186 mm x 179 mm x 59 mm
Peso	1.43 kg

Consumo de corriente (típica) En Espera 70 mA
Audio Recibido a Audio Nominal con Parlante I

5.1.2. Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260.

Motorola es una empresa de primera con un gran patrimonio de innovación siguiendo inventando lo que sigue conectando personas, entregando movilidad y haciendo tecnología personal Versátil y potente, MOTOTRBO combina lo mejor en radio de dos vías. Funcionalidad con tecnología digital, convirtiéndolo en la solución de comunicación ideal para su negocio. Usted obtiene características mejoradas, mayor capacidad, datos integrados, aplicaciones, calidad de voz excepcional y extendido rendimiento de la batería. Esto significa más empleados productivos y menores costos operativos para su negocio (Ver Anexo A.).



Figura 15. Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260.

Fuente:

https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/ documents/ apac/mototrbo/static files/mototrbo_portable_specsheet_ac3-04-029rev.3.pdf

- **Integra voz y datos** en un dispositivo para aumentar su eficiencia operativa y soporte de aplicaciones integradas incluyendo texto MOTOTRBO servicios de mensajería. También cuenta con un módulo GPS integrado para uso con seguimiento de ubicación de aplicaciones a terceros.
- Utiliza acceso digital múltiple por división de tiempo (TDMA) con tecnología digital para proporcionar **dos veces la capacidad de llamada** (en comparación con las radios analógicas o FDMA) por el precio de una licencia por frecuencia. Una segunda llamada no requiere un segundo repetidor, ahorrando costos de equipo.
- En modo digital, proporciona **voz más clara** comunicaciones a lo largo del área de cobertura, como en comparación con las radios analógicas, rechazando la estática y el ruido.
- Ofrece **durabilidad de la batería mejorada** en TDMA digital, los radios portátiles de dos vías pueden operar hasta el 40 por ciento más de tiempo entre recargas en comparación con el análogo típico radios.
- Cumple con las **especificaciones exigentes** - IP57 para sumergibilidad en agua (modelos portátiles), US 810 C, D, E y F, y los estándares de Motorola para la durabilidad y confiabilidad.
- Es **intrínsecamente seguro**, cuando se compra y está equipado con una batería de FM, y se puede usar en lugares donde pueda haber gases inflamables, vapores o polvo combustible.

- Utiliza la **tecnología de vanguardia IMPRE de Motorola** en baterías, cargadores y accesorios de audio, lo que proporciona un tiempo de conversación más prolongado y una transmisión de audio más clara.
- Cuenta con **Interruptores del transmisor** adecuado de interrupción de voz, clave de voz remota, interrupción de voz de emergencia, para ayudar a priorizar la comunicación crítica exactamente cuando sea necesario.
- La **conexión de sitio IP** como una solución digital utiliza Internet para extender la cobertura de su sistema de comunicación MOTOTRBO a los usuarios de cualquier parte del mundo para mejorar dramáticamente el servicio al cliente y aumentar la productividad.
- **Capacidad Plus** es una solución escalable de maletero digital de un solo sitio que puede expandir la capacidad de su comunicación MOTOTRBO a más de mil usuarios de radio sin agregar nuevas frecuencias.
- El **desarrollador de aplicaciones de programa Motorola** desarrolla aplicaciones de datos personalizadas que adaptan los radios MOTOTRBO para satisfacer las necesidades únicas de su negocio.

En la Tabla 4 se muestra las especificaciones técnicas de los radio portable MOTOTRBOtm XiR P8260 instalado en la red de dos vías de Complejo Planta Centro:

Tabla 4. Especificaciones técnicas de los radio portable XiR P8260 instalado.

GENERALES	BAJA POTENCIA
Frecuencia	136-174 MHz
Dimensiones Largo x Ancho x Alto c/ Batería 1500 mAh LiIon	131.5 x 63.5 x 35.2 mm
Peso (con Batería 1500 mAH LiIon)	360g
(con Batería 2200 mAh LiIon)	361g

(con Batería 1400 mAh LiIon FM)	370g
Fuente de poder	7.5V nominal
Descripción FCC	AZ489FT3815
Vida útil promedio de la batería en el ciclo de trabajo 5/5/90 con ahorro de batería habilitado en el silenciador del portador y el transmisor en alta potencia.	
IMPRES Batería 1500 mAh LiIon	Analógico: 9 hrs Digital: 13 hrs
IMPRES Batería 2200 mAh LiIon	Analógico: 13.5 hrs Digital: 19 hrs
IMPRES FM Batería 1400 mAh	Analógico: 8.5 hrs Digital: 12 hrs

TRANSMISOR

Frecuencia	136-174 MHz
Espacio de Canal	12.5 kHz
Estabilidad de Frecuencia (-30° C, +60° C, +25° C)	+/- 1.5 ppm (XiR P8260)
Potencia de Salida Potencia Baja Potencia Alta	1W (30 dBm) 5W (36.99dBm)
Limitador de Modulación	+/- 2.5 kHz @ 12.5 kHz
Zumbido y Ruido FM Banda Baja	-40 dB @ 12.5 kHz
Emisiones Conducidas / Radiadas	-36 dBm < 1 GHz -30 dBm > 1 GHz and < 4GHz
Potencia del Canal Adyacente	-60 dB @ 12.5 kHz
Respuesta de Audio	+1, -3 dB
Modulación FM	12.5 kHz : 11K0F3E
Modulación Digital FSK	12.5 kHz Solo Data: 7K60FXD 12.5 kHz Data & Voz: 7K60FXE
Tipo Vocoder Digital	AMBE+2
Protocolo Digital	ETSI-TS102 361-1

RECEPTOR

Frecuencia	136-174 MHz
Espacio de Canal	12.5 kHz
Estabilidad de Frecuencia (-30° C, +60° C, +25° C)	+/- 1.5 ppm (XiR P8260)
Sensibilidad Analógica	0.35 uV (12 dB SINAD) 0.4 uV (20 dB SINAD) 0.22 uV (típico)
Intermodulación TIA603C ETSI	70 dB 65 dB

Selectividad de Canal Banda Baja Adyacente 60 dB @ 12.5 kHz	60 dB @ 12.5 kHz
Rechazo de Espurias	70 dB
Potencia Audio	500 mW
Distorsión de Audio % a Audio Nominal (típica)	3% (tipico)
Zumbido y Ruido	-40 dB @ 12.5 kHz
Respuesta de Audio	+ 1, -3 dB
Emisión de Espurias Conducidas	-57 dBm

Fuente: Propia

5.1.3. Antenas Dipolo.

Las antenas dipolo son las más sencillas de todas. Consiste en un hilo conductor de media longitud de onda a la frecuencia de trabajo, cortado por la mitad, en cuyo centro se coloca un generador o una línea de transmisión.

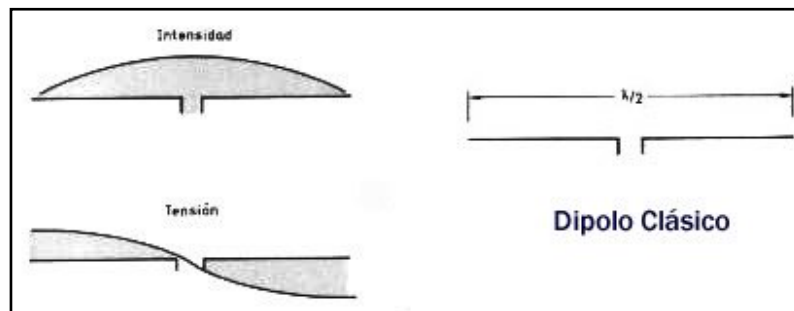


Figura 16. Distribución de corriente, tensión y longitud en un dipolo.

Fuente: <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/antenas-dipolo/>

La longitud de un dipolo debe ser por tanto: $L = 150 / f$ siendo f la frecuencia en megahercios.

Al estar construido con algún material (generalmente cobre) y terminarse en dos puntas que introducen una cierta capacidad que no existe en el conductor

continuo, para obtener la resonancia se debe acortar ligeramente esta longitud debido al mismo efecto que el factor de propagación de las líneas de transmisión.

Para todos los efectos prácticos, salvo para dipolos en frecuencias muy elevadas en las que el diámetro del hilo puede tener influencia, se puede considerar que acortando la longitud un 5 % se consigue la condición de resonancia.

Por lo tanto, la fórmula queda: $L = 142,5 / f$

5.1.3.1. Distribución de corriente y tensión en un dipolo.

La distribución de corriente y tensión en un dipolo es tal como se muestra en la figura 10b. En el centro tenemos una tensión reducida y una intensidad elevada, mientras que en las puntas se produce una tensión muy elevada y una intensidad nula. Esto quiere decir que hay que tener cuidado con la sujeción de esos puntos. Si el aislador no es de buena calidad, la elevada tensión existente en las puntas puede producir grandes pérdidas. También hay que tener en cuenta el hecho de que incluso con potencias pequeñas se pueden producir quemaduras en caso de tocar accidentalmente esas puntas.

5.1.3.2. Impedancia de un dipolo.

La impedancia nominal de un dipolo es de 73 ohmios. Sin embargo, en un dipolo real situado a una cierta distancia del suelo la impedancia varía considerablemente. Este efecto no tiene demasiada importancia si se puede aceptar una ROE máxima en la línea de transmisión de 2:1.

Si se quiere anular esta ROE sólo podemos hacerlo variando la altura del dipolo. Cuanto más alto se encuentra el dipolo respecto a tierra, menor es la variación de impedancia y más se aproxima al valor nominal de 73 ohmios. Un dipolo colocado a una altura de $3/8$ de la longitud de onda tendrá una impedancia de 81 ohmios aproximadamente.

Conectándolo a una línea de 75 ohmios, la ROE será $81/75$ o sea 1,08:1, que es muy pequeña. Si el dipolo se encuentra a más de media longitud de onda de altura

sobre el suelo a la frecuencia de trabajo, la ROE que habrá en la línea será insignificante.

En frecuencias bajas, donde la longitud de onda es grande, sí que resulta importante la altura a la que se coloca el dipolo. Supongamos un dipolo en la banda de 80 metros de los radioaficionados (3,5 a 38 MHz), media longitud de onda son 40 metros, altura que es muy difícil de lograr en la mayoría de los casos. Si colocamos el dipolo a $1/5$ de longitud de onda, veremos que la impedancia del dipolo es de unos 50 ohmios, por lo tanto, si el dipolo anterior se coloca a 16 metros y se alimenta con una línea de 52 ohmios existirá un acoplamiento perfecto.

En cualquier caso (excepto el mencionado anteriormente), alimentando un dipolo con una línea de 52 ohmios habrá que aceptar una ROE de 1,5:1 aproximadamente. Además conviene evitar las alturas comprendidas entre un poco más de $1/4$ y un poco menos de $1/2$ de longitud de onda. Como norma general, un dipolo no debe montarse a alturas inferiores a $1/4$ de longitud de onda, ya que la impedancia baja muy rápidamente y como veremos en el apartado siguiente su funcionamiento se vuelve totalmente inútil.

5.1.3.3. Radiación de una antena dipolo.

La radiación de un dipolo en el espacio libre es tal como se indica en la Figura 17 en un plano perpendicular a la dirección del hilo del dipolo. Radia exactamente igual en todas direcciones: mientras que en el plano del dipolo radia con un máximo en la dirección perpendicular al hilo y un mínimo en la dirección del hilo. O sea que el dipolo es ligeramente directivo y como ya dijimos anteriormente tiene una ganancia respecto a una antena isotropica de 2,3 dBi en direcciones perpendiculares al hilo del dipolo. A efectos prácticos puede decirse que el dipolo es omnidireccional, excepto para direcciones hacia las puntas o muy próximas a ellas.

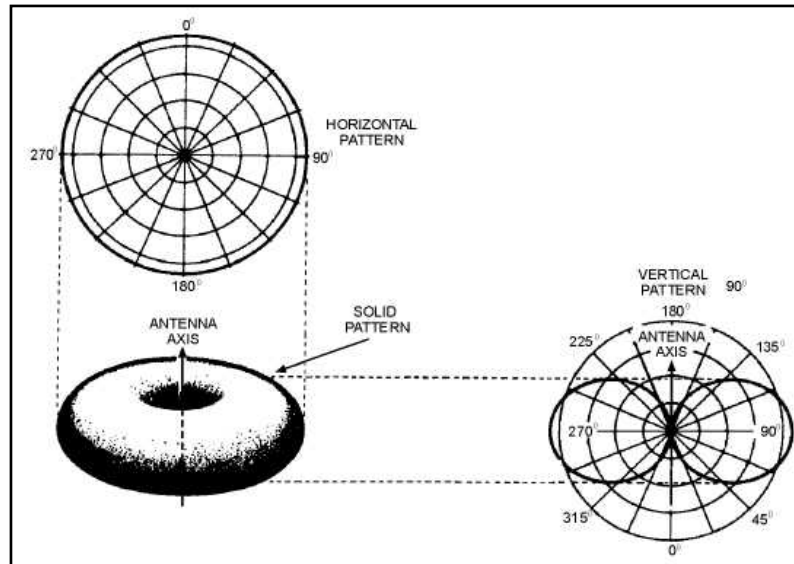


Figura 17. Radiación plano horizontal y vertical de un dipolo.

Fuente: <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/antenas-dipolo/>

5.1.3.4. Monopolos y Dipolos Sobre la Tierra.

El monopolo sobre un plano de tierra es un ejemplo de una antena en la que el plano de tierra pertenece a su estructura. Vamos a ver el caso ya estudiado por Wiener de un monopolo sobre un plano de tierra circular.

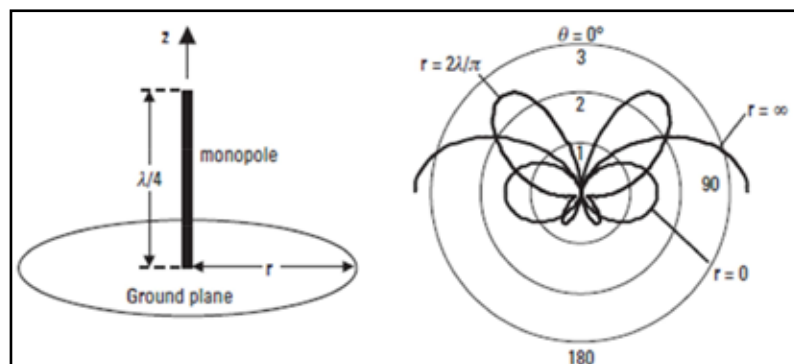


Figura 18. Monopolo Estudio de Wiener.

Fuente: <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/antenas-dipolo/>

Vamos a enfocar el estudio en el cálculo del patrón de radiación y de la impedancia de entrada como función del radio del plano de tierra. La figura 19 de la derecha representa el patrón de radiación del dipolo para tres valores diferentes del radio del plano. Cuando el radio es finito, la difracción en los ejes interactuará con el campo principal causando que el pico de directividad se desplace hacia 0 grados, cuando en condiciones normales estaría ajustado a 90 grados.

Otro ejemplo de antena con plano de tierra como parte de la estructura es el monopolo sobre un plano de tierra cónico.

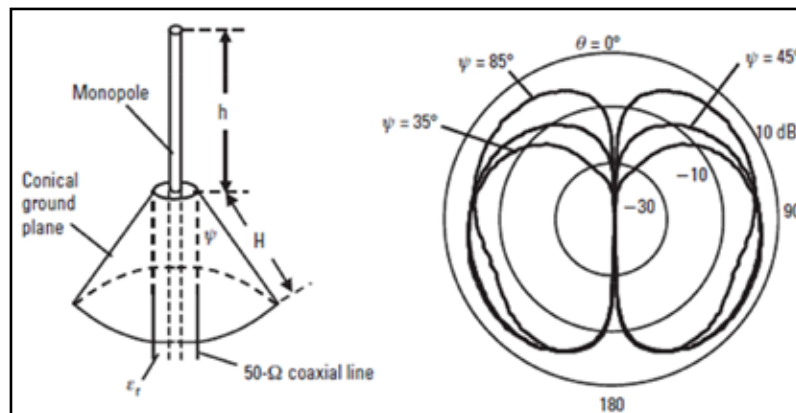


Figura 19. Monopolo sobre Plano de Tierra Finito Cónico Fuente.

<http://www.radiocomunicaciones.net/radio/antenas-dipolo/>

Conforme el ángulo del cono se incrementa, el ángulo en el cual el pico de respuesta se da se va aproximando a 0 grados. Una de las razones por la que las antenas monopolo se usan en equipamientos de comunicaciones para la banda de microondas, es porque se pueden meter en carcasas electrónicas y extenderse lo que se haga necesario.

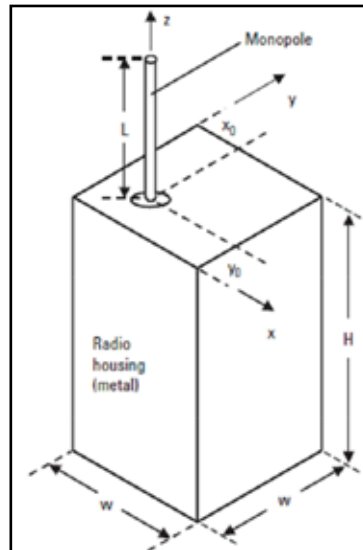


Figura 20. Carcasa en Función de Tierra (Antena Monopolo).

Fuente: <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/antenas-dipolo/>

Una línea de transmisión de 50 Ω la línea se pega a la carcasa, y el conductor central forma la antena monopolo. La parte superior de la carcasa hace de plano para el monopolo. Sin embargo, la difracción a lo largo del borde superior de la carcasa perturbará el patrón de radiación (dependiendo de la localización de la antena).

5.2. Fase II: Determinación del área sin servicio de cobertura del sistema de radio de dos vías.

Para una buena determinación del área de cobertura del sistema de radio de dos vías, se seleccionaron como programa de simulación de estudio radioeléctrico el software Xirio Online esta herramienta nos permite realizar cálculos radioeléctricos bajo el protocolo Rec. UIT-R P.526-11 que un método de predicción de propagación radioeléctrica punto-a-zona para servicios terrenales en el rango de frecuencias de 30 a 3000 MHz y se basa en la interpolación/extrapolación de curvas de intensidad de campo deducidas empíricamente, en función de la distancia, la altura de la antena, la

frecuencia y el porcentaje de tiempo donde los cálculo incluye además una serie de factores de corrección para los resultados obtenidos mediante este procedimiento de interpolación/extrapolación, que toman en cuenta además las posibles obstrucciones en el despeje del terreno y efectos de clutter en el terminal y los resultados obtenidos con el método convergen con los del modelo de Okumura-Hata, en la zona en que los rangos de aplicación de ambos se superponen. Xirio Online puede compartir y publicar resultados en la red sin necesidad de disponer de herramientas de planificación ni cartografía digital propias, es compatible con la mayoría de los navegadores actuales como Explorer 11.0 y Mozilla Firefox 43.0.0. (Para mas detalles puede consultar el manual online que esta en este enlace <https://www.xirio-online.com/help/es/index.htm>).



Figura 21. Simulador de Cobertura Radioelétrica Xirio Online.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/>

Para tener un análisis deductivo del área de sin cobertura en el Complejo de Planta Centro, se realizó la revisión, prueba y determinación de las posibles áreas de bajas coberturas del sistema de red de radios de dos vías apoyándonos con el software Xirio Online la cual tiene los beneficio de simular la zona cobertura donde se expresa

el nivel de señal, solapamiento de señal y el mejor servicio de la zona estudia. Con Xirio Online se obtuvo los siguientes resultados de la Zona de cobertura del Complejo de Planta Centro.

En la figura 22 se demuestra mediante la simulación una excelente señal de cobertura en el complejo Planta Centro y zonas alheñadas mediante el Software Xirio Online cobertura radioeléctrica, pero hay una gran preocupación en notar la gran potencia generada por los transmisores alrededor de 46.70 dBm, lo que se presume una saturación de potencia de la zona de cobertura y una saturación de recepción de los radios de dos vías que puede superar el umbral de recepción máxima del dispositivo y bloquearse e interruptor la intercomunicación entre los usuarios de la red radioeléctrica del Complejo de Planta Centro.

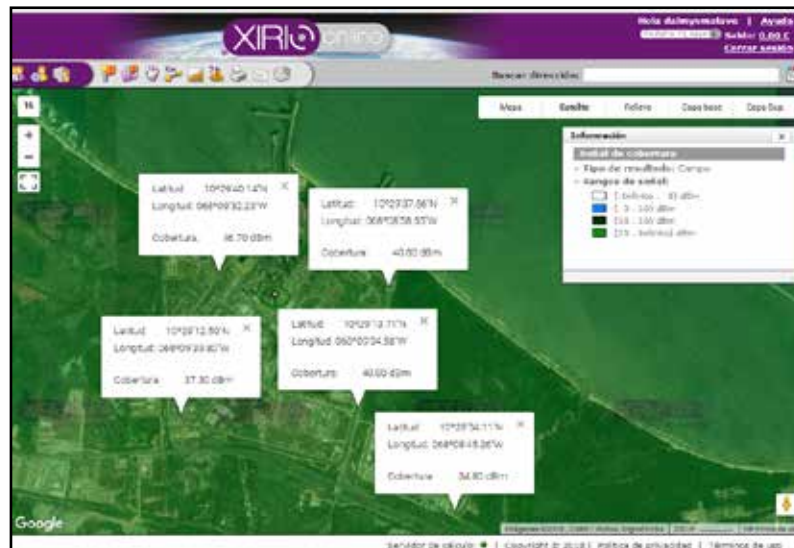


Figura 22. Simulación del Nivel de Señal con Xirio Online.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

En la figura 23 se demuestra el solapamiento de los servicios que genera los transmisores del Complejo de Planta Centro. En la simulación se observó un solapamiento excesivo del transmisor 3 esto es debido a la gran alta potencia

radioeléctrica del transmisor y solapa los otros transmisores, a cual puede producir interferencia en la zona de cobertura del complejo de Planta Centro.



Figura 23. Simulación del Solapamiento Radioeléctrico con Xirio Online.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

En la Figura 24 se demuestra las zonas de mejor servicio radioeléctrico que genera los transmisores del Complejo Planta Centro. En esta simulación de observo las diferentes zona de mejor servicio predominando otra vez el transmisor 3 por su alta potencia y saturación de la zona de cobertura, demostrando así que la zona de Cobertura del complejo Planta Centro existe una saturación del espectro radioeléctrico y quedando expuesto la gran problemática que existe en la red de radios de dos vías.



Figura 24. Simulación el Mejor Servicio Radioeléctrico con Xirio Online.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

Para tener un análisis mas detallado del área de sin cobertura en el Complejo de Planta Centro, se realizó la revisión, prueba y determinación de las posibles áreas de bajas coberturas del sistema de red de radios de dos vías apoyándonos con la experiencia del personal que trabajan para localizando las áreas de bajas coberturas. Para eso se utilizó dos herramientas:

5.2.1. Hardware Sintonizador Receptor Digital.

Sintonizador Receptor Digital USB2.0 Marca MagiDeal DVT-T SDR+DAB+FM HDTV TV modelo RTL2832U+R820T, es un dispositivo sintonizador receptor digital que soporta grabación de programa de radio terrestre de vídeo y (registros de la televisión digital terrestre en el PC u ordenador portátil) digital, la entrada incluye la antena terrestre ofrecerá la señal de TV estable, es compatible con grabación de vídeo digital en tiempo real y la radiodifusión, Soporta la observación de la televisión digital DVB-T y escuchar DAB y radio FM y lo mas funcional es de recepción completa de ancho de banda DVB-T (a las 6/7/8 MHz) y

como SDR que es un sistema de radiocomunicaciones donde varios de los componentes típicamente implementados en hardware (mezcladores, filtros, moduladores/demoduladores, detectores, etc) son implementados en software, utilizando un ordenador personal u otros dispositivos de computación embebidos.

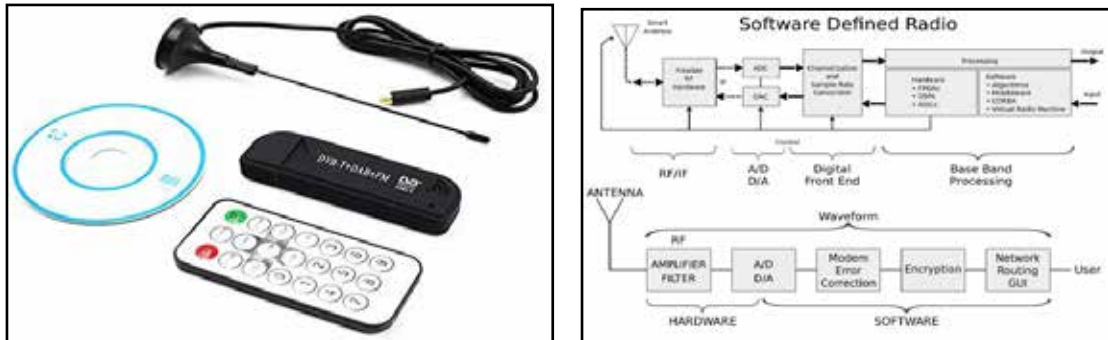


Figura 25. Sintonizador Receptor Digital USB2.0 y Concepto de Radio definida por software.

Fuente: <https://www.amazon.com>; <https://es.wikipedia.org>

5.2.2. Software SDR (Radio Definida por Software):

El programa SDR Console version 3.0.3 build 1263 Release, es un Software SDR de tercera generación de SDR-Radio.com. Este nuevo software toma la tecnología desarrollada en la versión 1 y 2, añadiendo muchas mejoras para traer solución SDR más avanzada disponible en la actualidad. El enfoque principal son los receptores tradicionales para HF, UHF y Superiores. La familia RSP de SDRs de SDRplay cubre de 1kHz a 2 GHz sin espacios y ofrece una visibilidad del espectro de hasta 10MHz. Este dispositivo tiene incluido un conjunto de filtros DSP de distintas características para supresión de ruidos (distintos anchos de banda), y seleccionables, que dan varios valores de selectividad al receptor: 6, 4, 2.6, 2.1, 1.0 KHz, 500, 250, 100 y 50 Hz, un analizador gráfico de espectro de la señal recibida por la tarjeta de sonido, tres sistemas de sintonía distintos (mediante teclado del valor numérico de la frecuencia, mediante un mando de sintonía, o a través del analizador gráfico de espectro seleccionando en éste con el puntero del ratón en pantalla la señal deseada),

control de ganancia de audio, smetter en modo numérico y en modo gráfico, selección de tipo de control automático de ganancia, ajustando su constante de tiempo entre cuatro valores (CAG largo, rápido, medio o lento). El CAG también es manejado de forma totalmente digital (hay un CAG externo implementado en el hardware del receptor, pero su función es proteger la entrada del conversor A/D de la tarjeta de sonido frente a señales fuertes), memorias para almacenar diversas condiciones de operación en las distintas bandas (anchos de banda de los filtros, tipo de CAG, etc...). Permite almacenar hasta cuatro configuraciones por cada banda de trabajo, seleccionables mediante clics del ratón, un reloj en tiempo real (en hora local y hora UTC), que toma la hora de la hora del reloj del ordenador. Si está bien sincronizado con alguna referencia horaria exacta externa (a través de Internet, o mediante alguna emisora patrón de frecuencia y horaria como la DCF77 en VLF), esto lo hace especialmente útil para el uso de modos digitales que requieren sincronizaciones de tiempo para establecer los turnos de emisión y de recepción, control de la memoria reservada para el uso de la telegrafía, que permite enviar de forma automática un texto como baliza telegráfica, posibilidad de controlar dos o mas transverters, y de operación en modo "split". Ello está pensado a nivel del hardware mediante el uso de dos VCO, y de las funciones adecuadas en el hardware de control.



Figura 26. Software SDR Console version 3.0.3 build 1263 Release.

Fuente: <https://www.sdr-radio.com/Software/Version3>

Con la experiencia de los usuarios de la red de radios de dos vías, se pudo localizar las áreas de baja cobertura del Complejo de Planta Centro, obteniendo esta área como se ve en la Figura 27.



Figura 27. Áreas de baja cobertura Complejo Planta Centro.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

Con el software SDR Console version 3.0.3 build 1263 Release, se realizó la revisión, prueba y verificación de las áreas localizadas de bajas coberturas del sistema de red de radios de dos vías del Complejo Planta Centro, utilizando un patrón de puntos de pruebas ubicado en el mapa satelital de Xirio Online y representando los resultados en una tabla enumerada por puntos de pruebas, como se ilustra abajo.



Figura 28. Patrón de puntos de pruebas mapa Xirio Online.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

Tabla 5. Resultados del estudio del patrón de los puntos de pruebas.

Umbral de recepción Radios Portátil = -54 dBm					
Edificio Administrativo		Planta		Área Externa	
Patrón	dBm	Patrón	dBm	Patrón	dBm
1	-63	3	-69	9	-47
2	-58	4	-56	10	-55
		5	-76	11	-60
		6	-77	12	-58
		7	-74	13	-69
		8	-51		

Fuente: Propia

Se observó mediante los resultados del estudio del patrón de los puntos de pruebas, que queda confirmada que las áreas de bajas cobertura son las señaladas en

la Figura 28, por medio de la tabla 5 y pruebas, quedo registrado la revisión, prueba y verificación de las áreas localizada de bajas coberturas del sistema de red de radios de dos vías del Complejo Planta Centro (Ver Anexo B.).

5.3. Fase III: Estudio de las posibles alternativas de equipos de radio de dos vías.

Para el desarrollo del estudio de las posibles alternativas de equipos que puedan ser viables para el servicio de cobertura de radio de dos vías del Complejo Planta Centro se analizo las posibles mejoras del sistema de red de radios dos vías tratando de mantener los equipos existe en la planta ya de forma inmediata no disponen con un presupuesto amplio debido a la necesidad económica que hoy en día esta sufriendo la planta, por esto se realizo un estudio minucioso de todas las condiciones de equipos perteneciente al sistema de red de radios de dos vías de la planta. El desarrollo de este estudio se baso en la adquisición de datos de las anteriores Fases y experiencias de los usuarios para la búsqueda de alternativa viable para la mejora de la cobertura del Complejo Planta Centro. A continuación se describe las modificaciones viables en los equipos de transmisión-recepción y arreglo de Antena para generar un mejoramiento en la transmisión y recepción de los radios móviles.

5.3.1. Modificación de la potencia de radiación de equipo de transmisión Motorola PRO5100tm.

En el estudio de cobertura se observo un problema con la saturación de potencia del área de cobertura trayendo como consecuencia una saturación en recepción de los Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260 notándose interrupciones frecuente en la modulación de los radios en cualquier ubicación de la zona de cobertura del Complejo Planta Centro. Por este caso se propone la alternativa de reducir la potencia de los equipos de transmisión Motorola PRO5100tm de 40W a una potencia de 5W. Con esta potencia garantizamos la eliminación de la saturación como en radiación del área de cobertura y una saturación de recepción de los Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260.

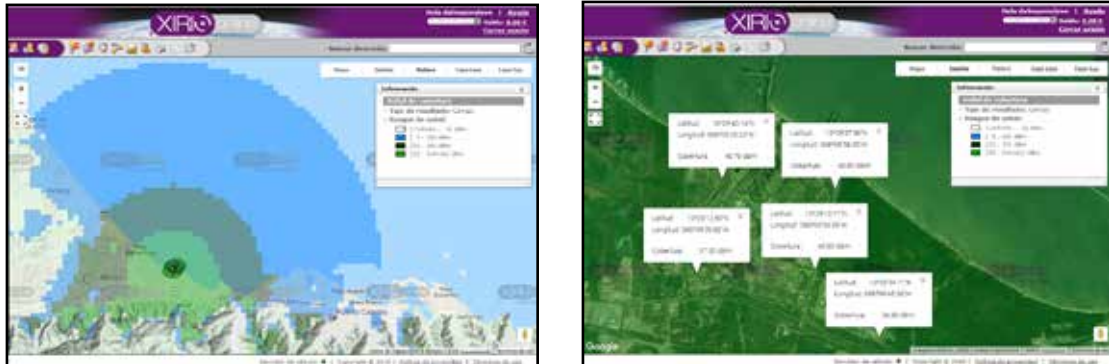


Figura 29. Simulación del Nivel de Señal no modificado con Xirio Online.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

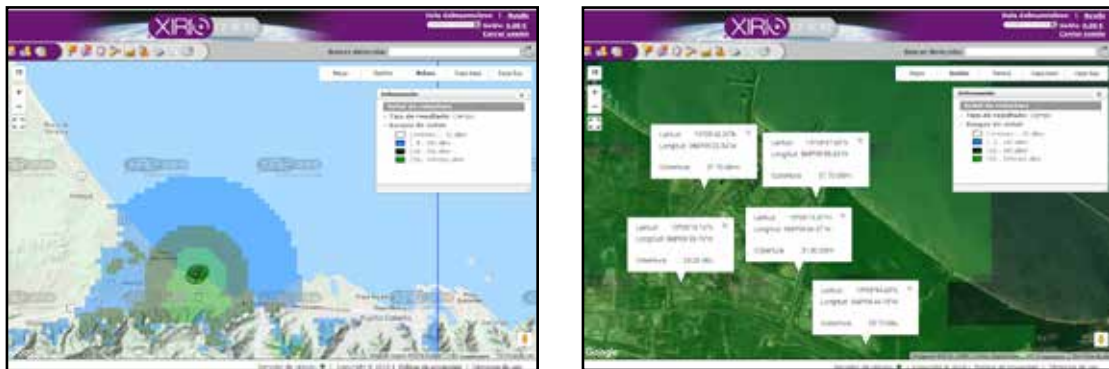


Figura 30. Simulación del Nivel de Señal modificado con Xirio Online.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

5.3.2. Modificación del patrón de radiación del arreglo de Antena Dipolos Dobles.

En el estudio de cobertura también se observó un problema con la cobertura en las áreas de las galerías de la planta donde se detectó la ausencia en la señal de transmisión y recepción de los Radio Portables MOTOTRBO™ XiR P8260 notándose desvanecimiento en la modulación por el bajo nivel de señal en el área. Por este caso se genera la alternativa de hacer cambios menores del patrón de radiación del arreglo de antenas dipolos dobles colocándolo en orientación como se muestra en

la Figura 32 Y girando la dipolo doble inferior a -45° al eje X como se muestra en la Figura 34 para que la antena irradie en dirección hacia las galerías del Complejo de Planta Centro. Con este arreglo garantizamos una gran potencia de penetración a las galerías y mejorar la recepción de los Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260.

Para esta modificación se utilizó la herramienta modelador y optimizador de Antena basada en NEC llamado 4NEC2 este software es una herramienta totalmente gratuita basada en Nec2, Nec4 y Windows para crear, ver, optimizar y verificar estructuras de geometría de antenas de estilo 2D y 3D y generar, visualizar y / o comparar patrones de radiación de campo cercano / lejano para el modelador de antenas experimentales. Este software producen gráficos de líneas de impedancia, de estilo lineal o logarítmico, de ganancia, de relación F / B y de impedancia, puede optimizar las variables de la antena y / u otras variables de entorno para la ganancia, resonancia, SWR, eficiencia y / o F / B, relación F / R.

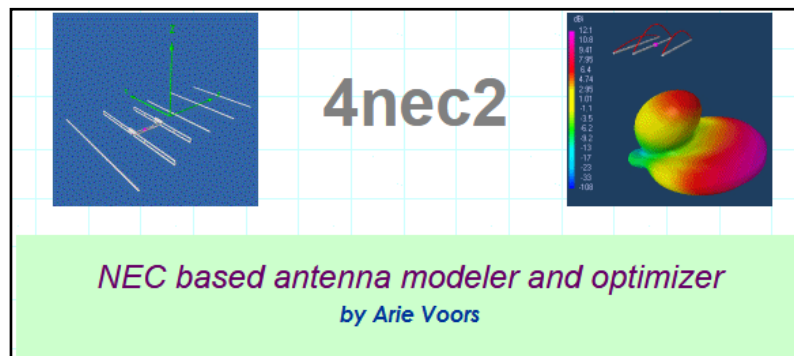


Figura 31. Software 4nec2 modelador y optimizador de Antena.

Fuente: <https://www.qsl.net/4nec2/>

A continuación se muestra las modificaciones con ayuda del Software 4nec2 las orientaciones y los nuevos patrones de radiación del Arreglo de Antena Dipolos dobles modificado.



Figura 32. Orientación de Arreglo de Antena Dipolos dobles modificado.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

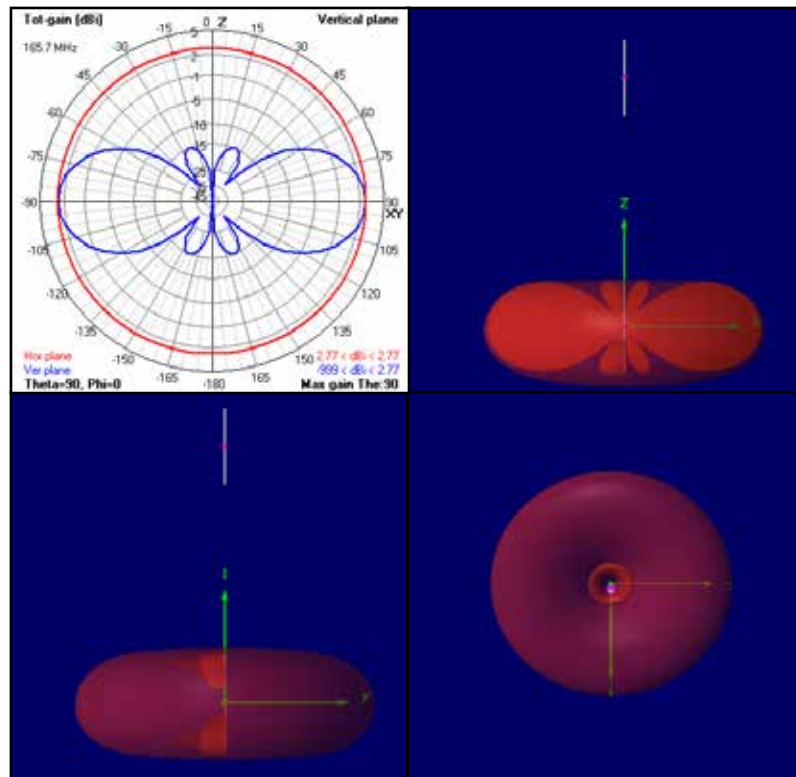


Figura 33. Patrón de Radiación de Antena Dipolos dobles no modificado.

Fuente: <https://www.gsl.net/4nec2/>

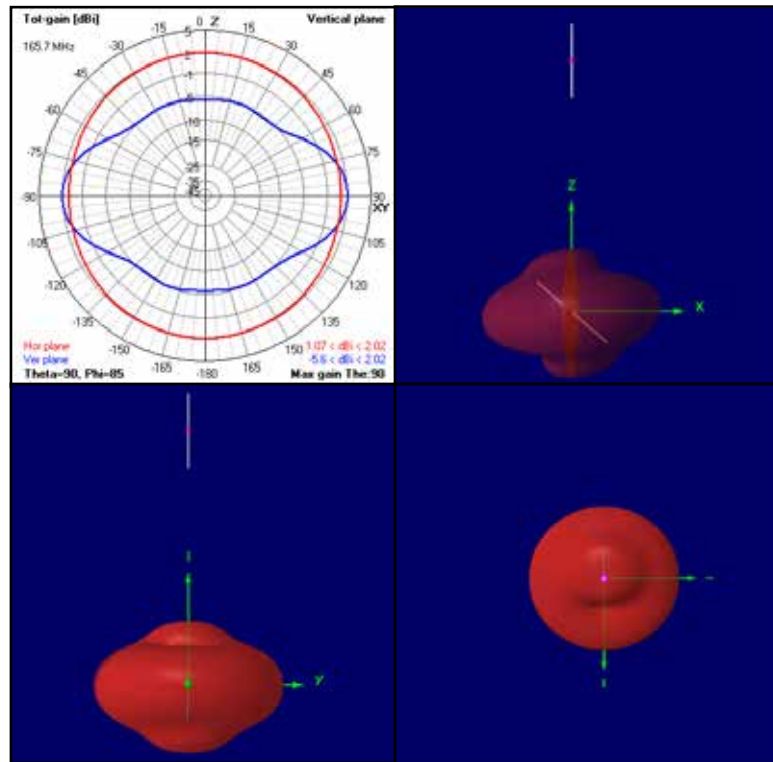


Figura 34. Patrón de Radiación de Antena Dipolos dobles modificado.

Fuente: <https://www.gsl.net/4nec2/>

5.4. Fase IV: Proposición del diseño de la nueva red de radio de dos vías.

Para el estudio del diseño propuesto de la nueva red de radio de dos vías para que cumpla con los requerimientos exigidos por la empresa Termoeléctrica Planta Centro se analizó y se generó una nueva potencia de transmisión, reubicación de las antenas y estaciones bases para mejoras del sistema de red de radios dos vías tratando de mantener los equipos existentes en la planta para generar modificaciones con bajo presupuesto y así aumentar la factibilidad del diseño propuesto y generar una cobertura amplia y segura para los usuarios de la red de radio de dos vías de la planta. El desarrollo del diseño propuesto se basó en la adquisición de datos de las anteriores Fases y experiencias de los usuarios y personal de Automatización tecnología de la información de Telecomunicaciones (ATIT) para la búsqueda de la mejor proposición viable para la mejora de la Red de Radios. A continuación se describe la propuesta

viable de la nueva red de radio de dos vías que cumpla con los requerimientos exigidos por la empresa Termoeléctrica Planta Centro.

5.4.1. Propuesta de una nueva potencia de transmisión para los transmisores de radios bases instaladas en el Complejo Planta Centro.

La propuesta consiste en modificar la potencia de los transmisores de las radio bases, reduciendo la potencia de transmisión a 5W, que equivalen a unos 37 dBm, para no generar saturación del nivel de señal que puedan saturar los Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260 y no generar potencia y calentamiento excesivo que pueda deteriorar la vida útil de los equipos Radio Móvil Profesional PRO5100tm como radios bases. A continuación se presenta visualmente el Nivel de Señal, Solapamiento de los Servicios y los mejores servicios de transmisión que se pueden generar a 5W de potencia en la Zona geográfica como en el Complejo de Planta Centro.

En la Figura 35 se muestra las Señales de Coberturas de los transmisores de las radios bases propuestas a 5W de potencia en la zona geográfica:

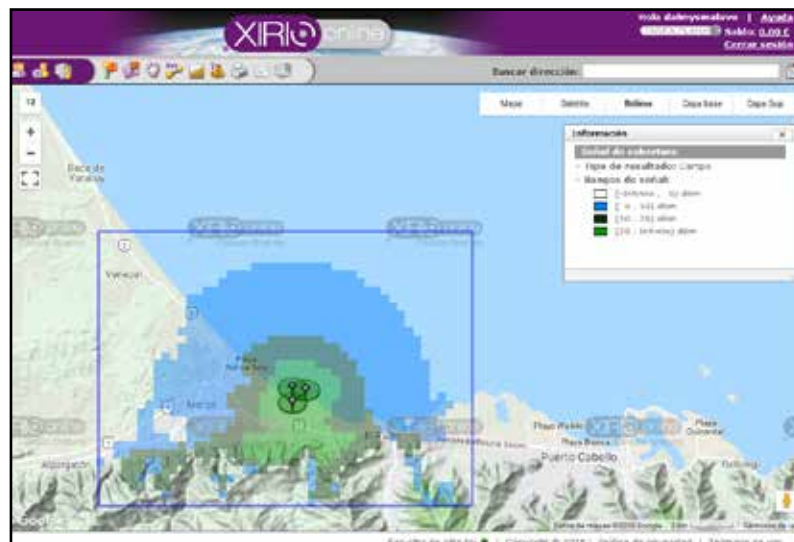


Figura 35. Señales de Coberturas Zona Geográfica 5W de potencia.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

En la Figura 36 se muestra la Solapamiento de los servicios de los transmisores de las radios bases propuestas a 5W de potencia en la zona geográfica:

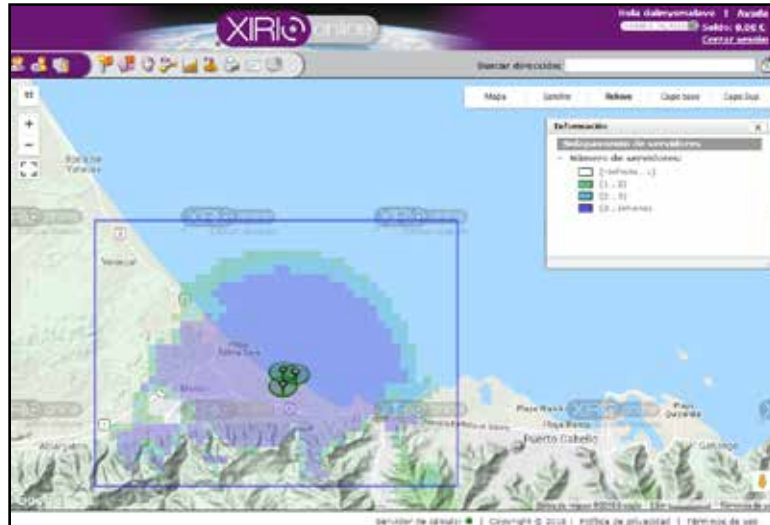


Figura 36. Solapamiento de los servicios Zona Geográfica 5W de potencia.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

En la Figura 37 se muestra la Mejores Servicios de los transmisores de las radios bases propuestas a 5W de potencia en la zona geográfica:

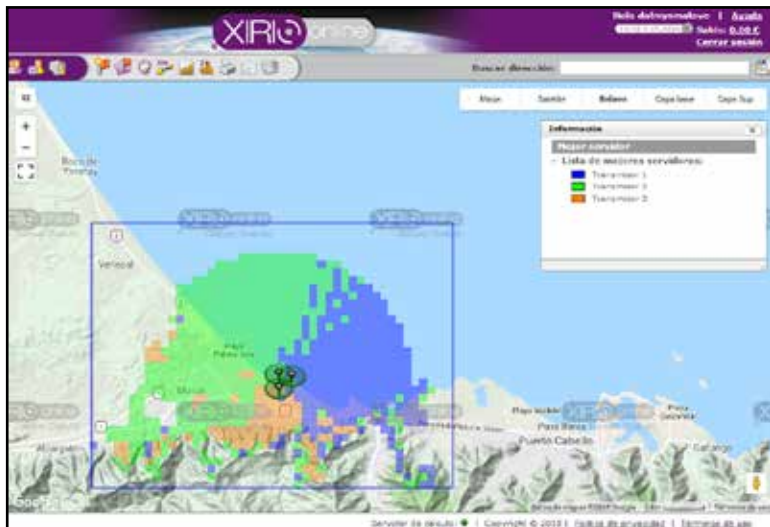


Figura 37. Mejores Servicios Zona Geográfica 5W de potencia.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

En la Figura 38 se muestra las Señales de Coberturas de los transmisores de las radios bases propuestas a 5W de potencia en el Complejo Planta Centro:



Figura 38. Señales de Coberturas Planta Centro a 5W de potencia.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

En la Figura 39 se muestra la Solapamiento de los servicios de los transmisores de las radios bases propuestas a 5W de potencia en el Complejo Planta Centro:



Figura 39. Solapamiento de los servicios Planta Centro 5W de potencia.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

En la Figura 40 se muestra la Mejores Servicios de los transmisores de las radios bases propuestas a 5W de potencia en el Complejo Planta Centro:



Figura 40. Mejores Servicios Planta Centro 5W de potencia.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

5.4.2. Propuesta de reubicación de las antenas y radios bases instaladas en el Complejo Planta Centro.

Se propuso reubicar las antenas y radios bases instaladas a las diferentes zonas estratégicas y así poder generar una mejor área de cobertura en cuanto a nivel de señal, solapamiento de servicio y dominio de las áreas de servicios de la red de radios de dos vías del Complejo Planta Centro. Para esto se generó un estudio adicional para la modificación del arreglo de Antena Dipolos Dobles en cuanto a la altura y distancias de los dipolos y entre ellos, se generó un patrón de radiación más eficiente que puede penetrar con mayor potencia en las zonas con bajas nivel de señal y así darle un mejor servicio a los usuarios de las radios de dos vías del Complejo Planta Centro. A continuación se presenta visualmente la reubicación y las nuevas dimensiones de los arreglos de antenas dipolos dobles y radios bases, donde se muestra el transmisor 1 reubicado estratégicamente en el área del Edificio “Hugo Chávez Frías”, colocando la zona de operación de las radios bases dentro del edificio

del Complejo Planta Centro, por otra parte, el transmisor 2 reubicado en la zona de la Caderitas Auxiliares de las unidades termoeléctricas 3 y 4, localizando la zona operación de las radios bases dentro de la sala de control de las Calderitas del Complejo Planta Centro y por ultimo el transmisor 3 reubicado estratégicamente en la zona del Campamento 3, colocando la zona de operación dentro del campamento del Complejo Planta Centro.

En la Figura 41 se muestra las coordenadas satelitales de la propuesta de las nuevas ubicaciones de las antenas dipolos dobles y radios bases.



Figura 41. Nueva ubicación de las Antenas Planta Centro.

Fuente: <http://www.xirio-online.com/Main.aspx>

5.4.3. Propuesta de modificación de las dimensiones del arreglo de Antena Dipolos Dobles del Complejo Planta Centro.

Para obtener una óptima radiación del arreglo de antenas dipolos dobles se propuso un diseño específico que abarque las frecuencias de transmisión de los transmisores. A continuación se presentan los cálculos y diseño del arreglo de antenas dipolos dobles propuesto (Anexo C.).

5.4.4. Cálculos del arreglo antena dipolo doble propuesto del Transmisor 1.

Longitud de Onda:

$$l = \frac{c}{f} \quad \begin{array}{l} l = \text{Longitud de Onda} \\ c = \text{Velocidad de la Luz} \\ f = \text{Frecuencia} \end{array} \quad l = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{148,245 \text{ Mhz}} = 2,02 \text{ mts}$$

Longitud del Dipolo:

$$l_{DIPOLO} = \frac{l}{2} - 5\% \quad l_{DIPOLO} = \frac{2,02 \text{ mts}}{2} - 5\% = 0,9 \text{ mts}$$

Separación Base - Dipolo:

$$l_{BaseDipolo} = \frac{l_{DIPOLO}}{2} \quad l_{BaseDipolo} = \frac{0,9 \text{ mts}}{2} = 0,45 \text{ mts}$$

Separacion Dipolo Doble:

$$l_{DipoloDoble} = \frac{l_{DIPOLO}}{8} \quad l_{BaseDipolo} = \frac{0,9 \text{ mts}}{8} = 0,11 \text{ mts}$$

Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/ant.htm>;

<http://tecnicoteleco.blogspot.com/2015/11/dipolo-plegado.htm>

5.4.5. Cálculos del arreglo antena dipolo doble propuesto del Transmisor 2.

Longitud de Onda:

$$l = \frac{c}{f} \quad \begin{array}{l} l = \text{Longitud de Onda} \\ c = \text{Velocidad de la Luz} \\ f = \text{Frecuencia} \end{array} \quad l = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{165,650 \text{ Mhz}} = 1,81 \text{ mts}$$

Longitud del Dipolo:

$$l_{DIPOLO} = \frac{l}{2} - 5\% \quad l_{DIPOLO} = \frac{1,81 \text{ mts}}{2} - 5\% = 0,86 \text{ mts}$$

Separación Base - Dipolo:

$$l_{BaseDipolo} = \frac{l_{DIPOLO}}{2} \quad l_{BaseDipolo} = \frac{0,86 \text{ mts}}{2} = 0,43 \text{ mts}$$

Separacion Dipolo Doble:

$$l_{DipoloDoble} = \frac{l_{DIPOLO}}{8} \quad l_{BaseDipolo} = \frac{0,86 \text{ mts}}{8} = 0,11 \text{ mts}$$

Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/ant.htm>;

<http://tecnicoteleco.blogspot.com/2015/11/dipolo-plegado.htm>

5.4.6. Cálculos del arreglo antena dipolo doble propuesto del Transmisor 3.

Longitud de Onda:

$$l = \frac{c}{f} \quad \begin{array}{l} l = \text{Longitud de Onda} \\ c = \text{Velocidad de la Luz} \\ f = \text{Frecuencia} \end{array} \quad l = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{160,750 \text{ Mhz}} = 1,87 \text{ mts}$$

Longitud del Dipolo:

$$l_{DIPOLO} = \frac{l}{2} - 5\% \quad l_{DIPOLO} = \frac{1,81 \text{ mts}}{2} - 5\% = 0,88 \text{ mts}$$

Separación Base - Dipolo:

$$l_{BaseDipolo} = \frac{l_{DIPOLO}}{2} \quad l_{BaseDipolo} = \frac{0,88 \text{ mts}}{2} = 0,44 \text{ mts}$$

Separacion Dipolo Doble:

$$l_{DipoloDoble} = \frac{l_{DIPOLO}}{8} \quad l_{BaseDipolo} = \frac{0,88 \text{ mts}}{8} = 0,11 \text{ mts}$$

Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/ant.htm>;

<http://tecnicoteleco.blogspot.com/2015/11/dipolo-plegado.htm>

5.4.7. Diseño del arreglo de antenas dipolos dobles propuesto del Transmisor 1.

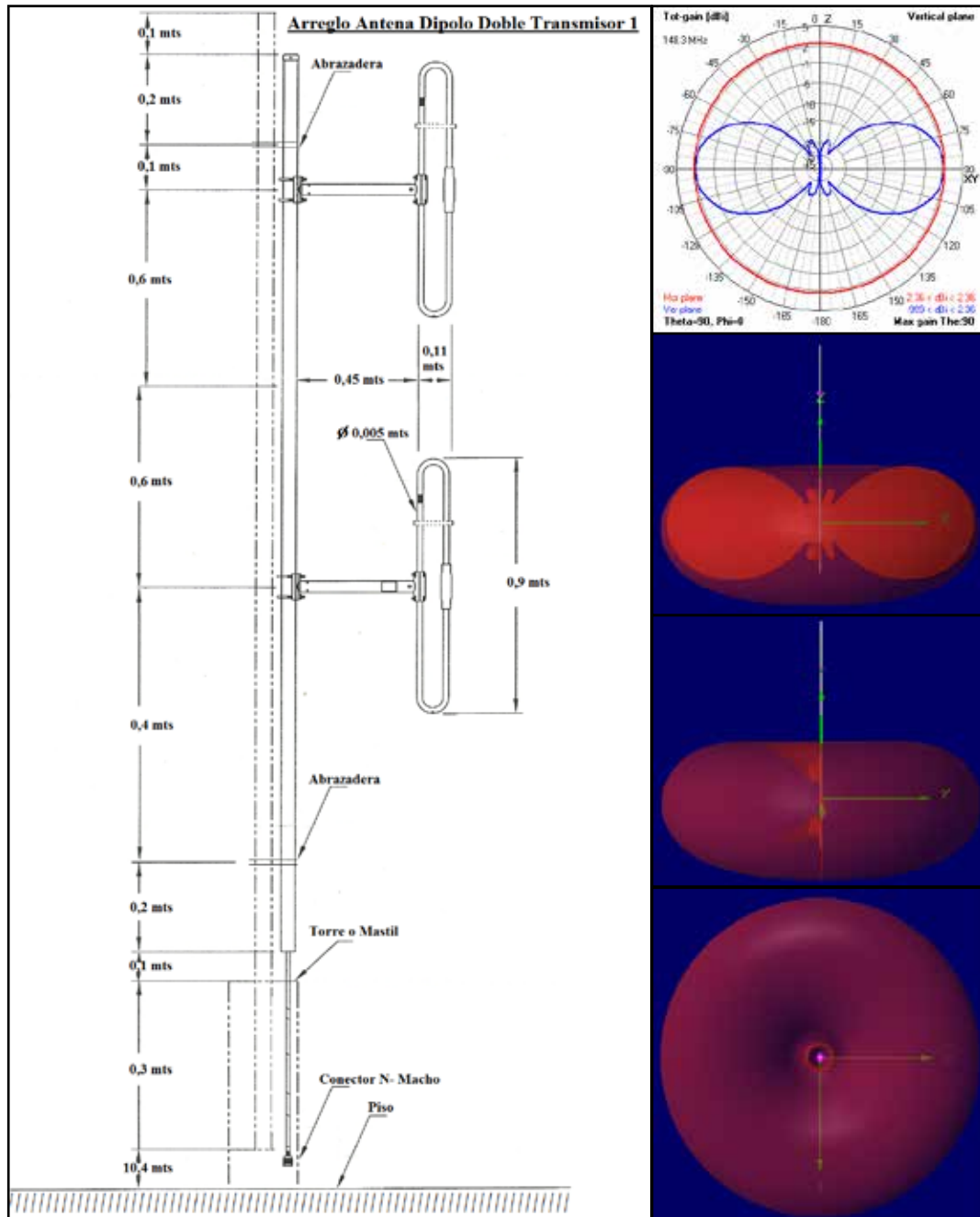


Figura 42. Diseño y Patrón de Radiación Antena Transmisor 1 Planta Centro.

Fuente: Propia

5.4.8. Diseño del arreglo de antenas dipolos dobles propuesto del Transmisor 2.

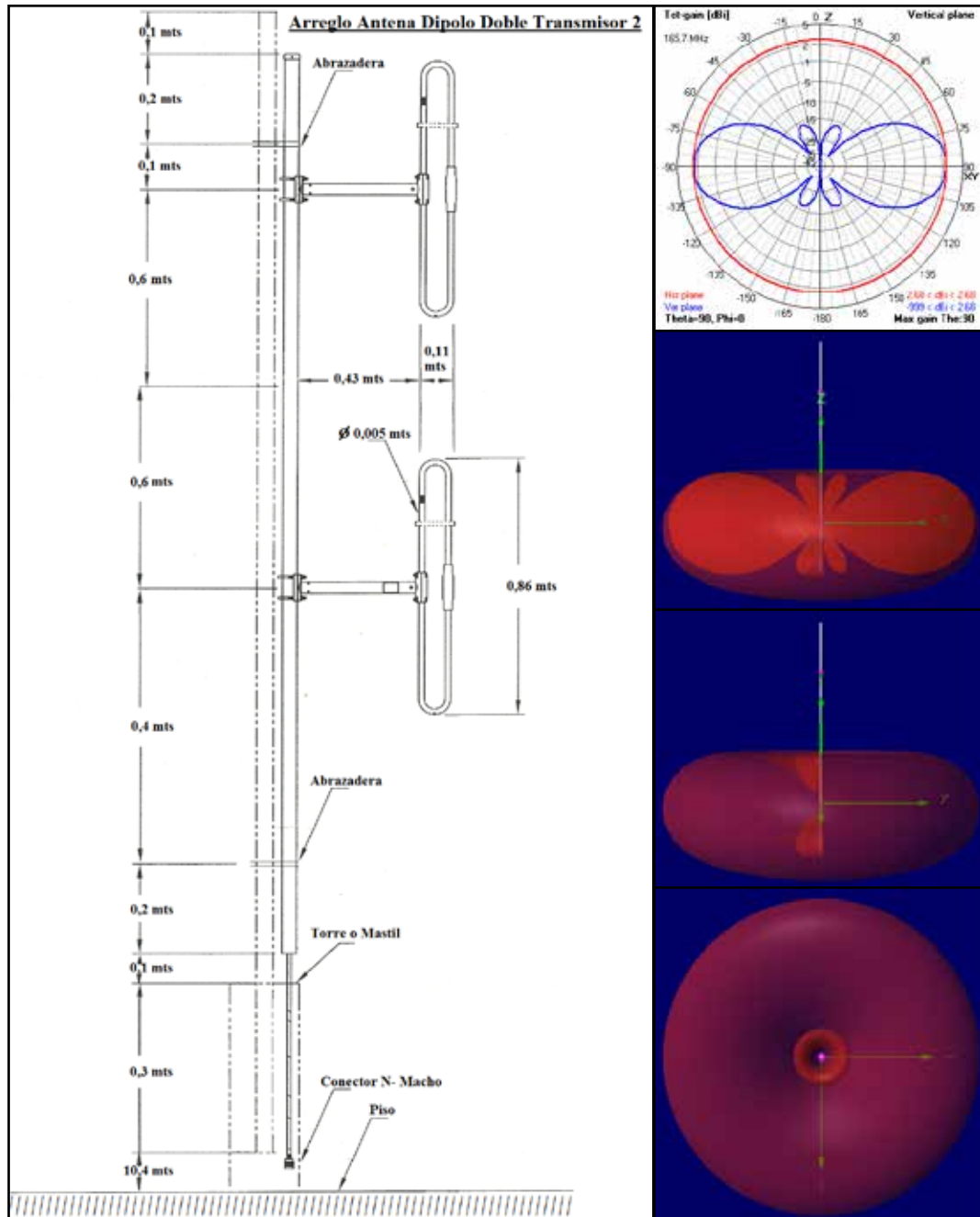


Figura 43. Diseño y Patrón de Radiación Antena Transmisor 2 Planta Centro.

Fuente: Propia

5.4.9. Diseño del arreglo de antenas dipolos dobles propuesto del Transmisor 3.

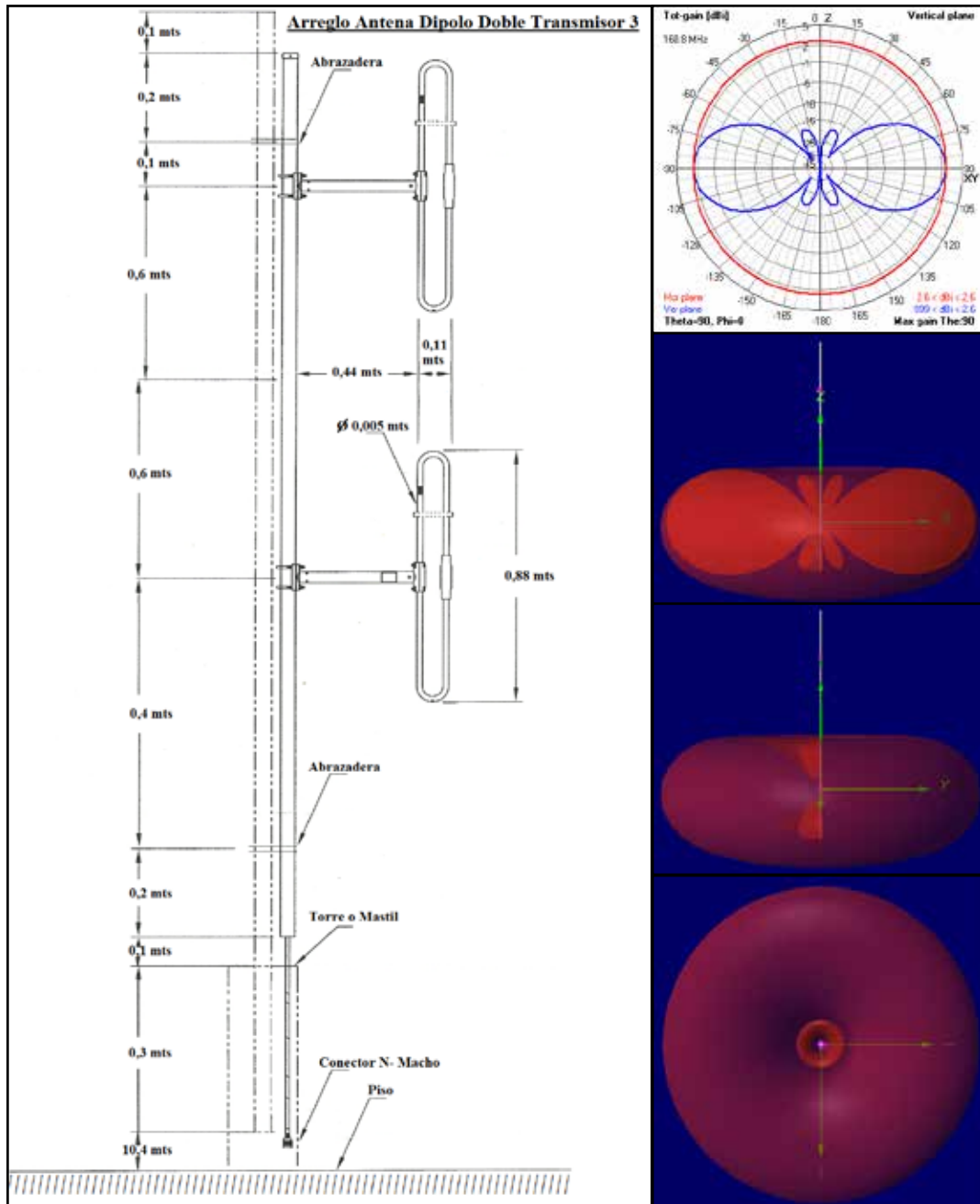


Figura 44. Diseño y Patrón de Radiación Antena Transmisor 3 Planta Centro.

Fuente: Propia

CONCLUSIONES

Con el avance del trabajo de pasantía realizado en la Planta Termoeléctrica del Centro (Planta Centro), Corporación Eléctrica Compañía Anónima, (CORPOELEC C.A.), específicamente en la Gerencia Regional de Automatización Tecnología de la Información de Telecomunicaciones (ATIT), sección de Telecomunicaciones, se puso en evidencia que existe una gran deficiencia de cobertura en la red de radio de dos vías de la Planta Termoeléctrica del Centro (Planta Centro), Corporación Eléctrica Compañía Anónima, (CORPOELEC C.A.), la Red esta conformada con una excesiva potencia de radiación, una distribución poco eficiente de las antenas de las radios bases y un diseños del arreglo de antenas dipolos dobles poco apropiado a la frecuencias de los transmisores que perjudican una buena cobertura de la planta.

Para la propuesta de mejoras y ampliación de la red de radio de dos vías, se tomaron en cuenta los diferentes estudios y cálculos donde se obtuvieron datos tales como: estudios de nivel de señal, estudios de solapamiento de servicios, estudios del mejor servicio de transmisores, todo esto gracias al software de simulación de cobertura, Estudios de cobertura de zona de baja recepción con la herramienta Radio Definido por software, diseño de arreglos de antenas dipolos dobles gracias al software de simulación de patrón de radiación de antenas y cálculos del arreglo antena dipolo doble, por otra parte, se tomaron en cuenta las pruebas hechas en campo para garantizar la mejor propuesta de mejora y ampliación de la cobertura de la red de radios de dos vías del Complejo Planta Centro para el mejor rendimiento de las operaciones en campo.

Se puede decir que todos los objetivos fueron logrados en la propuesta de mejoras y ampliación de la red, análisis del área de cobertura, determinación del área sin servicio, estudio de las posibles alternativas para mejorar la red existente y proponer un diseño de una nueva red de radio de dos vías, todo esto para generar la

mejor red de radio de dos vías para el Complejo Planta Centro y colocar en altos los conocimientos adquiridos en nuestra carrera y así tener resultados satisfactorios en el estudio de las posibles fallas en la arquitectura de la red y así se pudo mejorar la cobertura de red y tener un rendimiento óptimo que pueda ser útil para las futuras generaciones de trabajadores.

En cuanto a los costos, de la propuesta al inicio son relativamente altos, pero si tomamos en cuenta hay considerablemente una disminución del costo de inversiones a largo plazo que pueda disminuir gastos en el futuro ya que se realizó un estudio extenso y detallado de todas las variables que puedan perjudicar la cobertura del Complejo Planta Centro.

Por otra parte, todos los datos que se generaron sirvieron como base para generar una propuesta de mejoras y ampliación de la red de radio de dos vías del complejo termoeléctrico Planta Centro morón Estado Carabobo (CORPOELEC S.A.). Por eso todos los estudios y cálculos realizados en el trabajo de pasantía son de gran importancia para generar la nueva red de radios de dos vías que tengan la funcionalidad, confiabilidad, flexibilidad, adaptabilidad y durabilidad del diseño en el tiempo.

RECOMENDACIONES

Luego de haber realizado la propuesta de mejoras y ampliación de la red, analizar el área de cobertura, determinar el área sin servicio, estudiar las posibles alternativas para mejorar la red existente y proponer el diseño de la nueva red de radio de dos vías, se recomienda finalizar la propuesta:

- Realizar la modificación propuesta de la única alternativa viable para el mejoramiento momentáneo de la red existente de radios de dos vías.

- Revisar por medio de pruebas Reflexiométrica para caracterizar y localizar los defectos en conectores y cables coaxiales.

- Ejecutar pruebas de Recepción en el campo periódicamente para garantizar la confiabilidad de la red.

- Tener los equipos de comunicación (Radios Bases) en un ambiente fresco climatizado para alargarle la vida útil del equipo.

- Y por ultimo implementar la propuesta de las mejoras y ampliación de la red de radio de dos vías del complejo termoeléctrico Planta Centro morón Estado Carabobo (CORPOELEC S.A.) para crear una red firme y un ambiente seguro a los usuarios que realizan operaciones y maniobras en forma remotas.

Con todo esto se asegura en el Complejo Planta Centro una red de radio de dos vías eficiente y la buena operación de los equipos, permitiendo esto trabajar en un ambiente con un alto nivel de confiabilidad.

REFERENCIAS

Bibliográficas.

- INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES, Jairo Restrepo Angulo, 2014.
- TELECOMUNICACIONES Y RADIODIFUSION, Clara Luz Álvarez, 2018.
- TELECOMUNICACIONES, TECNOLOGIAS REDES Y SERVICIOS. 2DA EDICION, Jose Manuel Huidobro, 2014.
- FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES, José Manuel Huido bro, 2001.
- INTRODUCCION AL CALCULO DE RADIO ENLACE, Oscar Gutiérrez, 2013.
- INTRODUCCION A LAS TELECOMUNICACIONES MODERNA, Enrique Herrera, 2004.
- TRASMISION DE DATOS Y REDES DE COMUNICACIONES, Behrouz A. Forouzan, McGraw-Hill, 2003.
- COMUNICACIONES Y REDES DE COMPUTADORES, William Stalling McGraw-Hill, 2001.
- CALCULOS Y PREDICCIÓN DE TELECOMUNICACIONES CON GNU/CPL SPLAT, Charles Escobar. McGraw-Hill, 2014.
- LA NUEVA RADIO, Ivan Tenorio Santos, 2011.

Electrónicas:

- Simuladores de estudios de cobertura radioeléctricas; programas online en Internet contienen información valiosa sobre todo tipo de estudios en el área de cobertura radioeléctrica.

<http://www.ve2dbe.com/rmonline.html> – Radio Mobile

<https://www.xirio-online.com> – Xirio Online

<http://aptica.es/que-hacemos/productos/sirenet> - Sirenet Aptica

- Página en la que aparece un amplio listado de equipos de radio de dos vías y radio bases en sus páginas WEB

<https://nothickmanuals.info/es/manual/412728/Motorola-Ht-1000.html>

- Libros de Telecomunicaciones (en sus páginas WEB, Bibliotecas Virtuales donde se pueden consultar todo sobre el Área de Telecomunicaciones):

<https://www.casadellibro.com/>

<http://www.ra-ma.es>

<https://www.urbe.edu/UDWLibrary/>

<http://biblioteca.uoc.edu/es/temas/telecomunicaciones>

- También pueden encontrarse diversos trabajos de grados sobre el estudio de coberturas Radio eléctrico, a través los buscadores habituales (en particular, con Google: <http://www.google.com>) escribiendo “*Estudio de cobertura radioeléctrico*” o “*Análisis de cobertura radioeléctrico*” y los reglamentos que la rigen a nivel nacional por el agente regulador CONATEL. También, la página <http://www.conatel.gob.ve/> está dedicada en los reglamentos de regulación de cobertura radioeléctrica en Venezuela, donde existen un buscador (en la cabecera de búsquedas de dicha página, utilizar preferentemente la opción “Dibujo de una Lupa”). Así mismo, en la página WEB <https://www.xirio-online.com/sharepoint/login.aspx> pueden consultar directamente de resultados con características públicas de algunos estudios y análisis de cobertura a nivel mundial.

ANEXO A. Especificaciones Radio Móvil Profesional PRO5100tm y Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260.

Hoja de especificaciones



PRO5100™

Radio Móvil Profesional



Ideal para organizaciones con comunicaciones estándares, el radio PRO5100 de Motorola provee un funcionamiento sencillo y de alta calidad.

El sistema de señalización le permite llamar a individuos o grupos de trabajo, identificar a la persona que llama, notificar a otros que usted está tratando de comunicarse cuando ellos están fuera de sus vehículos, o mandar una solicitud de ayuda en situaciones de emergencia. Eficiente y rentable, el trunking LTR le ofrece un rango más amplio de llamadas, un acceso de canal más rápido, una mayor privacidad y una mayor capacidad de usuarios y grupos de conversación. El práctico radio móvil PRO5100 ofrece un grupo de ventajas para ayudarlo a alcanzar sus objetivos.

Beneficios

15 zonas troncalizadas con 16 grupos de conversación. Mejora la eficiencia de cualquier sistema LTR mediante la operación troncalizada.

Funciones de señalización MDC
Las funciones únicas de señalización MDC de Motorola incluyen llamada selectiva y alerta de llamada. El radio móvil PRO5100 también ofrece verificación de radio, identificación de llamada (PTRID), e inhibición selectiva de radio para una comunicación más eficiente del grupo de trabajo.

Pantalla de 14 Caracteres Alfanuméricos
Iconos fáciles de comprender, brindan información sobre el estado de funciones tales como rastreo, alta / baja potencia y fuerza de la señal recibida.

Rastreo con Doble Prioridad
Use esta función para situaciones donde necesite supervisar uno o dos grupos de trabajo con mayor frecuencia que a otros grupos.

Escalart
Cuando recibe una llamada selectiva o alerta de llamada, el sonido aumenta gradualmente hasta que la llamada es respondida.

Alarma de Emergencia
Un botón del radio puede ser programado para notificar al operador sobre una situación de emergencia.

Verificación de Radio
Le permite conocer si el radio está en el aire y dentro del área de cobertura sin incomodar al usuario.

Características

- 64 canales convencionales
- 15 zonas troncalizadas con 16 grupos de conversación cada una.
- Identificación de Llamada PTRID (envío / recepción)
- Alerta de Llamada (envío / recepción)
- Llamada Selectiva de Voz (envío / recepción)
- Verificación del Radio (envío / recepción)
- Inhibición Selectiva del Radio (recepción)
- Emergencia (envío)
- Señalización Quik-Call II (envío / recepción)
- Zonificación
- Monitoreo
- Rastreo con Doble Prioridad
- Pantalla de 14 Caracteres Alfanuméricos
- Bloqueo de Canal Ocupado
- Limitador de Tiempo de Transmisión
- Eliminación de Canal no Deseado
- Botones Intercambiables
- CSQ / PL / DPL / Inv-DPL
- Puerto para Tarjetas Opcionales

Características Radio Móvil Profesional PRO5100tm.

RADIO MÓVIL PRO5100™

GENERALES	BAJA POTENCIA	ALTA POTENCIA	BANDA BAJA
Dimensiones	Largo x Ancho x Alto		
	188 mm x 179 mm x 58 mm	198 mm x 179 mm x 58 mm	250 mm x 179 mm x 60 mm
Peso	1.43 kg	1.60 kg	2.04 kg
Consumo de corriente (típico)			
En Espera	70 mA		
Audio Recibido a Audio Nominal con Parlante Interno de 3W @22 Ω	500 mA		
a Audio Nominal con Alta-Parlante de 75 W a 8 Ω	1.2 A		
a Audio Nominal con Alta-Parlante de 15 W a 3.2 Ω	1.7 A		
Transmisión	6 A a 25 W / 9 A a 45 W (VHF) / 40 W (UHF) / 14A a 80 W		
Número de Modelo	LAM25RHC9AA2_N LAM25RHC9AA2_N LAM25RHC9AA2_N	LAM25KDC9AA2_N LAM25KDC9AA2_N LAM25KDC9AA2_N	LAM25KDC9AA2_N LAM25KDC9AA2_N LAM25KDC9AA2_N
Espaciamiento de Canal	12.5 / 20 / 25 kHz (Banda Baja - 20 kHz (Solamente))		
Rango de Frecuencia / Aprobación de FCC	VHF 136 - 174 MHz / A2492T73796 UHF 403 - 470 MHz / A2492T74833 UHF 465 - 520 MHz / A2492T74829	VHF 136 - 174 MHz / A2492T73796 UHF 403 - 470 MHz / A2492T74830 UHF 465 - 520 MHz / A2492T74836	28.7 - 36 MHz / A2492T71627 36 - 42 MHz / A2492T71628 42 - 50 MHz / A2492T71628
Estabilidad de Frecuencia (30°C a +60°C, +25% Rel.)	VHF / UHF: ±2.5 ppm Banda Baja: ±6 ppm		

TRANSMISOR	BAJA POTENCIA	ALTA POTENCIA	BANDA BAJA
Potencia de Salida RF	1 - 25 W	25 - 45 W (VHF) 25-40 W (UHF)	40 - 60 W
Limitación de Modulación (Banda Baja solo 20 kHz)	±2.5 @ 12.5 kHz / ±4.0 @ 20 kHz (UHF / UHF) ±5.0 @ 20 kHz (Banda Baja) / ±5.0 @ 25 kHz		
Zumbido y Ruido FM (típico)	@12.5 kHz VHF -45 dB UHF -43 dB	@25 kHz VHF -50 dB UHF -48 dB	@20 kHz Banda Baja -40dB
Emissiones Conducidas / Radiadas	-36 dBm+1 GHz / -20 dBm+1 GHz		
Respuesta de Audio (0.3 - 3 kHz)	TA 603		
Distorsión de Audio (típico)	VHF / UHF: 2% Banda Baja: 3%		

RECEPTOR	@ 12.5 kHz	@ 25 kHz	@ 20 kHz
Sensibilidad (12 dB SINAD) EA (típico)	-2.22 µV		
Intermodulación	VHF 75 dB	VHF 78 dB	Banda Baja
TA 603	UHF 75 dB	UHF 75 dB	80 dB (típico)
Selectividad de Canal	VHF 55 dB	VHF 60 dB	Banda Baja
Ayudante Conforme	UHF 55 dB	UHF 75 dB	80 dB (típico)
TA 603	VHF 75 dB	VHF 80 dB	Banda Baja
Rechazo de Espurias	UHF 70 dB	UHF 75 dB	80 dB (típico)
Audio Nominal Parlante Interno	3 W @22 Ω		
Parlante Externo	75 W @ 8 Ω / 15 W @ 3.2 Ω		
Distorsión de Audio (típico)	VHF / UHF: 2% LB: 3%		
Zumbido y Ruido	-40 dB	-45 dB	-45 dB
Respuesta de Audio (0.3 - 3 kHz)	TA 603		
Emissiones de Espurias Conducidas	-07 dBm+1 GHz / -47 dBm+1 GHz		

- Prueba de Vida Acelerada Motorola
- Normas Militares MIL-STD-883 C, D, E

Cumple con el estándar IP64
Para mayor información comuníquese con su representante de Motorola

motorola.com/radiosolutions

ESTÁNDARES MILITARES

Atributos MIL-STD	810C		8100		810E	
	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento
Baja Presión	501.1	1.2	501.2	1.2	501.3	1.2
Baja Temperatura	502.1	2	502.2	1.2	502.3	1.2
Cambio de Temperatura	503.1	1	503.2	1	503.3	1
Radación Solar	504.1	1	504.2	1	504.3	1
Lluvia	506.1	2	506.2	2	506.3	2
Humedad	507.1	2	507.2	2.3	507.3	3
Salina	508.1	1	508.2	1	508.3	1
Polvo	510.1	1	510.2	1	510.3	1
Vibración	514.2	8.19	514.3	1	514.4	1
Choque	516.2	1.5	516.3	3	516.4	1

Explicaciones sujetas a cambios sin aviso. Todos los especificaciones y Métodos Estándares se refieren a las normas MIL-STD-883.



Todas las especificaciones motorolas son típicas y están sujetas a cambios sin previo aviso.

MOTOROLA y el Logo M están registrados en la Oficina de Patentes y Marcas de los EE.UU.
Todos los demás nombres de productos o servicios pertenecen a sus respectivos propietarios.
© 2009 Motorola, Inc. Todos los derechos reservados.
LSM9198-103

Especificaciones Radio Móvil Profesional PRO5100tm

SPECIFICATION SHEET
 MOTOTRBO™
 XiR P8260/P8268/P8200/P8208
 PORTABLE RADIOS



IDEAL COMMUNICATION SOLUTION FOR YOUR BUSINESS

MOTOTRBO™

XiR P8260/P8268/P8200/P8208

PORTABLE RADIOS

Motorola is a company of firsts with a rich heritage of innovation. We continue to invent what's next – connecting people, delivering mobility and making technology personal. Versatile and powerful, MOTOTRBO combines the best in two-way radio functionality with digital technology, making it the ideal communication solution for your business. You get enhanced features, increased capacity, integrated data applications, exceptional voice quality and extended battery performance. This means more productive employees and lower operating costs for your business.

- **Integrates Voice and Data** into one device to increase your operational efficiency and support integrated applications including MOTOTRBO Text Messaging Services. Also features an integrated GPS module for use with third-party location tracking applications.
- Uses Time-Division Multiple-Access (TDMA) digital technology to provide **Twice The Calling Capacity** (as compared to analog or FDMA radios) for the price of one frequency license. A second call doesn't require a second repeater, saving you equipment costs.
- In digital mode, provides **Clearer Voice Communications** throughout the coverage area, as compared to analog radios, rejecting static and noise.
- Offers **Enhanced Battery Life**. Digital TDMA two-way portable radios can operate up to 40 percent longer between recharges compared to typical analog radios.

- Meets **Demanding Specifications** – IP57 for submersibility in water (portable models), U.S. Military 810 C, D, E and F, and Motorola standards for durability and reliability.
- Is **Intrinsically Safe***, when purchased and equipped with an FM battery, and can be used in locations where flammable gas, vapors or combustible dust may be present.
- Utilizes Motorola's **State-Of-The-Art IMPRES™ Technology** in batteries, chargers and audio accessories, providing longer talk time and clearer audio delivery.
- Features the **Transmit Interrupt Suite*** – voice interrupt, remote voice dekey, emergency voice interrupt – to help prioritize critical communication exactly when needed.
- The **IP Site Connect*** digital solution uses the Internet to extend coverage of your MOTOTRBO communication system to users anywhere in the world for dramatically improved customer service and increased productivity.
- **Capacity Plus*** is a scalable, singlesite digital trunking solution that can expand the capacity of your MOTOTRBO communication to over a thousand radio users without adding new frequencies.
- **Motorola's Application Developer Program** enables the development of customized data applications that adapt MOTOTRBO radios to meet the unique needs of your business.

*Optional feature. Please indicate if when placing the radio order.

Características Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260.

MOTOTRBO™ PORTABLE RADIO

GENERAL SPECIFICATIONS*

	XiR P8260 Display Non-GPS Model			XiR P8260 Non-Display Non-GPS Model		
	UHF	VHF	VHF	UHF	VHF	VHF
Channel Capacity	100	100	100	100	100	100
Frequency	403-470 MHz	423-512 MHz	136-174 MHz	403-470 MHz	423-512 MHz	136-174 MHz
Dimensions (Height) w/ 1500 mAh Li-Ion Battery	131.5 x 65.5 x 35.7 mm			131.5 x 65.5 x 35.7 mm		
Weight (w/ 1500 mAh Li-Ion Battery)	300g (10.7 oz)			300g (10.7 oz)		
Weight (w/ 1400 mAh Li-Ion Battery)	270g (9.5 oz)			270g (9.5 oz)		
Power Supply	7.0W nominal			7.0W nominal		
TCO Overview	A209T60R	A209T60S	A209T60S	A209T60R	A209T60R	A209T60S
Average battery life at 50/50 duty cycle with battery saver enabled in carrier squelch and transmitter in high power						
SRPES 1400 mAh Li-Ion Battery	Analog: 8 hrs Digital: 12 hrs			Analog: 8 hrs Digital: 12 hrs		
SRPES 2200 mAh Li-Ion Battery	Analog: 13.5 hrs Digital: 19 hrs			Analog: 13.5 hrs Digital: 19 hrs		
SRPES FM 1400 mAh Battery	Analog: 8.5 hrs Digital: 12 hrs			Analog: 8.5 hrs Digital: 12 hrs		
Receiver						
Frequency	403-470 MHz	423-512 MHz	136-174 MHz	403-470 MHz	423-512 MHz	136-174 MHz
Channel Spacing	12.5 kHz / 25 kHz			12.5 kHz / 25 kHz		
Frequency Stability	± 1.5 ppm (30° C, P250)			± 1.5 ppm (30° C, P250)		
± 30° C, ±40° C, ±50° C	± 1.5 ppm (30° C, P250)			± 1.5 ppm (30° C, P250)		
Modulation Sensitivity	-114 dB (12.5 kHz)			-114 dB (12.5 kHz)		
Digital Sensitivity (intermodulation)	-120 dBm (12.5 kHz)			-120 dBm (12.5 kHz)		
TAQDC	30 dB			30 dB		
ETB	30 dB			30 dB		
Adjacent Channel Selectivity	-60 dB @ 12.5 kHz			-60 dB @ 12.5 kHz		
Spurious Rejection	-30 dB			-30 dB		
Rated Audio	500 mW			500 mW		
Audio Distortion @ Rated Audio	2% typical			2% typical		
Hum and Noise	-60 dB @ 12.5 kHz			-60 dB @ 12.5 kHz		
Audio Response	40-4800 Hz			40-4800 Hz		
Combination Spurious Emission	-57 dBm			-57 dBm		
Transmitter						
Frequency	403-470 MHz	423-512 MHz	136-174 MHz	403-470 MHz	423-512 MHz	136-174 MHz
Channel Spacing	12.5 kHz / 25 kHz			12.5 kHz / 25 kHz		
Frequency Stability	± 1.5 ppm (30° C, P250)			± 1.5 ppm (30° C, P250)		
± 30° C, ±40° C, ±50° C	± 1.5 ppm (30° C, P250)			± 1.5 ppm (30° C, P250)		
Power Output	7W			7W		
Low Power	6W			6W		
High Power	7W			7W		
Modulation Limiting	± 2.5 kHz @ 12.5 kHz ± 1.5 kHz @ 25 kHz			± 2.5 kHz @ 12.5 kHz ± 1.5 kHz @ 25 kHz		
FM Hum and Noise	-40 dB @ 12.5 kHz			-40 dB @ 12.5 kHz		
Distortion / Radiated Emission	-30 dBm ± 1 dB			-30 dBm ± 1 dB		
Adjacent Channel Power	-60 dB @ 12.5 kHz			-60 dB @ 12.5 kHz		
Audio Response	40-4800 Hz			40-4800 Hz		
Audio Distortion	± 2 dB			± 2 dB		
FM Modulation	12.5 kHz - 1800 Hz 25 kHz - 3600 Hz			12.5 kHz - 1800 Hz 25 kHz - 3600 Hz		
RTX Digital Modulation	12.5 kHz Data Only: 1800 Hz 12.5 kHz Data & Voice: 7600 Hz			12.5 kHz Data Only: 1800 Hz 12.5 kHz Data & Voice: 7600 Hz		
Digital Modulation Type	AMBE™			AMBE™		
Digital Protocol	DPM3 (12.5 kHz)			DPM3 (12.5 kHz)		
GPS						
Accuracy (spec. var. for long-term tracking) (with powerline assist, ± 4 satellites visible at a nominal -130 dBm signal strength)	± 3 meters			± 3 meters		
TTT (Time To First Fix) Cold Start	< 10 seconds			< 10 seconds		
TTT (Time To First Fix) Hot Start	< 10 seconds			< 10 seconds		
Horizontal Accuracy	< 10 meters			< 10 meters		
Factory Mutual Approvals						
MOTOTRBO XiR Portable series radios have been certified by FM Approvals, in accordance with Canada and U.S. Codes as intrinsically safe for use in Class I, S.R., Division 1, Groups C, D, E, F, where properly equipped with a Motorola FM approved battery option. They are also approved for use in Class I, Division 2, Groups A, B, C, D.						
Environmental Specifications						
Operating Temperature	-20° C to +60° C			-20° C to +60° C		
Storage Temperature	-40° C to +85° C			-40° C to +85° C		
Thermal Shock	Per MIL-STD-883C			Per MIL-STD-883C		
Humidity	Per MIL-STD-883C			Per MIL-STD-883C		
ESD	EC-60911-4-3			EC-60911-4-3		
Vibration	EC-60509-3-6			EC-60509-3-6		
Shock	Per MIL-STD-883C-204			Per MIL-STD-883C-204		
Drop Test	Per MIL-STD-883C-207			Per MIL-STD-883C-207		
* Specifications subject to change without notice. All specifications shown are typical. Radio needs qualified to regulatory requirements.						
Complies to: CE, FCC, IC, EMI/RFI, RoHS and Telecommunications Terminal Equipment.						
EN 300 320, EN 300 321, EN 300 322, EN 300 323						

www.motorolasolutions.com

Motorola Solutions Singapore Pte Ltd, 12 Ang Mo Kio Street 64, Ang Mo Kio Industrial Park 3, UE Biz Hub, Block A, Level 7 Singapore 569888

MOTOROLA, MOTOTRBO, MOTOROLA SOLUTIONS and the Stylized M Logo are trademarks or registered trademarks of Motorola Trademark Holdings, LLC and are used under license. All other trademarks are the property of their respective owners. © 2011 Motorola Solutions, Inc. All rights reserved.

AC3-04-20 Rev.0



Especificaciones Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260



Radio Móvil Profesional PRO5100tm Tx – Rx.



Radio Portable MOTOTRBOtm XiR P8260 Tx – Rx.

ANEXO B. Estudios Realizados en el campo con el Software SDR Console v3.0.3.



Patrón de puntos de pruebas mapa Xirio Online área Interna.



Patrón de puntos de pruebas mapa Xirio Online área Externa.



Estudios de campo punto 1 con el Software SDR Console V3.0.3.



Ejecutando estudios de campo con el Software SDR Console V3.0.3.



Estudios de campo punto 2 con el Software SDR Console V3.0.3.



Ejecutando estudios de campo con el Software SDR Console V3.0.3.



Estudios de campo punto 3 con el Software SDR Console V3.0.3.



Ejecutando estudios de campo con el Software SDR Console V3.0.3.



Estudios de campo punto 4 con el Software SDR Console V3.0.3.



Ejecutando estudios de campo con el Software SDR Console V3.0.3.



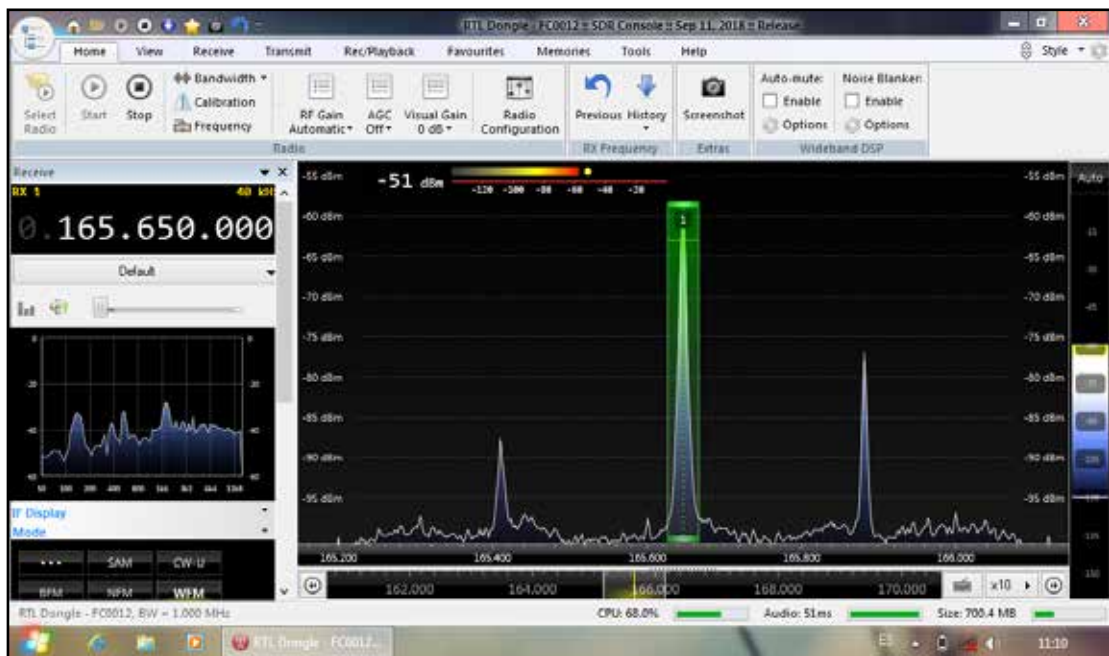
Estudios de campo punto 5 con el Software SDR Console V3.0.3.



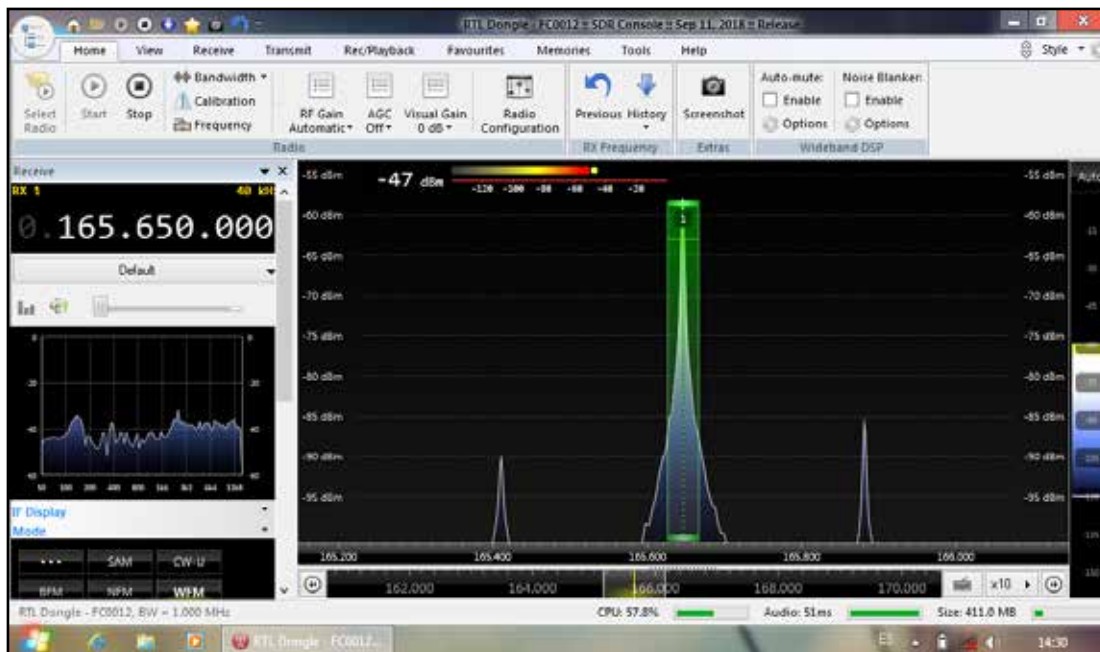
Estudios de campo punto 6 con el Software SDR Console V3.0.3.



Estudios de campo punto 7 con el Software SDR Console V3.0.3.



Estudios de campo punto 8 con el Software SDR Console V3.0.3.



Estudios de campo punto 9 con el Software SDR Console V3.0.3.



Estudios de campo punto 10 con el Software SDR Console V3.0.3.



Estudios de campo punto 11 con el Software SDR Console V3.0.3.



Estudios de campo punto 12 con el Software SDR Console V3.0.3.



Estudios de campo punto 13 con el Software SDR Console V3.0.3.

ANEXO C. Arreglo de antenas dipolos dobles existentes de las estaciones bases.



Arreglo de antenas dipolos dobles de las estaciones bases 1 existente.



Arreglo de antenas dipolos dobles de las estaciones bases 2 existente.



Arreglo de antenas dipolos dobles de las estaciones bases 3 existente.