



RESIDENCIA PROFESIONAL

INSTALACION DE REPETIDORES EN LA NUEVA SUBESTACION MALPASO 3.

Reporte final del proyecto de residencia profesional en Comisión Federal de Electricidad, en el Área de Control con centro de trabajo en la Zona de Distribución Tuxtla, y que se llevó a cabo en la ciudad de Raudales Malpaso, Chiapas.

INSTITUTO TECNOLOGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

TITULO DE REPORTE DE RESIDENCIA

INSTALACION DE REPETIDORES EN LA NUEVA SUBESTACION MALPASO 3

EMPRESA

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

CARRERA

INGENIERIA ELECTRONICA

ALUMNO

RAÚL EMMANUEL PIMENTEL VELÁZQUEZ

ASESOR INTERNO

ING. FRANCISCO RAMON SANCHEZ RODRIGUEZ

ASESOR EXTERNO

ING. JULIO CESAR ALCANTARA MARTINEZ

REVISORES

M. EN C. ANGEL SEIN PEREZ RODRIGUEZ

ING. GERARDO FERNANDO DIAZ BORREGO

INDICE GENERAL

CAPÍTULO 1	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 JUSTIFICACIÓN	4
1.3 OBJETIVO GENERAL	5
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE SE TRABAJÓ	5
1.6 PROBLEMAS A RESOLVER	7
1.7 ALCANCES Y LIMITACIONES	9
1.8 MEJORA TECNOLÓGICA	9
CAPÍTULO 2	
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	10
2.1 SUBESTACION ELÉCTRICA	11
2.2 UNIDAD CENTRAL MAESTRA	12
2.3 REPETIDOR DE COMUNICACIÓN	15
2.4 CONTROL SUPERVISORIO	17
2.5 UNIDAD DE CONTROL REMOTO	18
CAPÍTULO 3	
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	19
3.1 USO DEL SOFTWARE: SIMULACIÓN DEL ENLACE EN LÍNEA	19
3.2 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE INSTALACIÓN	24
3.3 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	25
3.4 INSTALACIÓN DEL REPETIDOR Y PRUEBAS DE COMUNICACIÓN	30
3.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	31
3.6 PROPUESTA DE MEJORA	31
3.7 AGRADECIMIENTO A LA EMPRESA	32
3.8 REFERENCIAS	32
3.9 ANEXOS	33

1. INTRODUCCION

Instalación de repetidores en la nueva subestación Malpaso III, es el tema de este proyecto que nos presentará paso a paso y etapa a etapa la instalación de repetidores de radiocomunicación para realizar un enlace entre la subestación de Malpaso III, con la unidad central maestra de la Zona de Distribución Tuxtla de Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Agregaré un cronograma de actividades programadas para la realización de este proyecto, así como también la explicación de cada punto de tales actividades, por consiguiente hacer después un análisis sobre cada parte del proyecto.

También mostraré como la innovación tecnológica de los nuevos aparatos electrónicos, y como van remplazando a los aparatos viejos que hoy en día algunos ya son obsoletos; pero también como algunos de estos aparatos son irremplazables no tanto por su capacidad o precio, si no por el tiempo que esto conllevaría en adaptarlo a los sistemas de control y comunicación, además de que algunos necesitarían de otros aparatos para su adaptación.

Al final de este proyecto mostraré mis conclusiones y denotaré algunas mejoras que posiblemente serian de gran ayuda para mejorar el enlace de subestaciones con la unidad central maestra.

1.1 ANTECEDENTES

A través de los años, los métodos de realizar supervisión remota de instalaciones eléctricas han ido evolucionando. De simples sistemas textuales que mostraban valores y condiciones, a los sistemas que representan gráficamente los buses y componentes de las subestaciones, centrales eléctricas y redes eléctricas de distribución.

Actualmente, con los avances en las áreas de hardware y software computacionales, se tiene equipos de escritorio que rivalizan en poder de cómputo con las antiguas minicomputadoras. Esto, aunado con los desarrollos en diferentes campos de la electrónica, nos permite tener sistemas de supervisión y control de datos sumamente poderosos y fáciles de usar.

Aprovechando todos estos avances, la experiencia adquirida por Sensa Control Digital S.A. De C.V. en los pasados años y una búsqueda continua de la calidad, nace el sistema Control-405 un sistema robusto, rápido y confiable. Este sistema realiza las operaciones del Sistema de Control Supervisorio de Adquisición de Datos que por sus siglas en inglés es SCADA, de manera local o en forma remota, a través de radio y además contiene los elementos necesarios para poder realizar funciones similares de adquisición de datos y telecontrol sobre redes eléctricas de distribución.

Hoy en día, La automatización de redes de distribución de energía eléctrica, es una opción para mejorar uno de los principales factores de calidad de prestación del servicio, la continuidad del servicio. Con él se podrá supervisar, desde su centro de control, los parámetros del circuito y controlar en forma remota manual o automáticamente los puntos de seccionamiento de su circuito para minimizar el impacto en tiempo y cantidad de usuarios afectados de una interrupción eléctrica y mejorar el índice de continuidad de servicio a los usuarios.

1.2 JUSTIFICACION

Debido a la necesidad de comunicar vía remota a la subestación con la Unidad Central Maestra (UCM); para poder controlarla, es necesaria la implementación de recursos tecnológicos de comunicación para lograr un enlace óptimo.

Un repetidor de comunicación es necesario cuando la comunicación entre una subestación y la UCM (Unidad Central Maestra) no es posible, entonces el repetidor hace la función de facilitar esta comunicación y poder así intercomunicar la UTR (Unidad Terminal Remota) de la subestación, en este caso es la nueva subestación Malpaso III con la UCM.

Logrando este enlace también lograremos que el operador de la UCM pueda controlar con facilidad todas las salidas digitales y observar las mediciones analógicas de la subestación en sus transformadores.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Poner en alta del sistema y en servicio a la nueva subestación llamada Malpaso III.

1.4 OBJETIVO ESPECIFICO

Lograr un enlace satisfactorio entre la UCM y la subestación Malpaso III, a través de repetidores de comunicación, lograr que además del enlace todas las mediciones de la subestación sean monitoreadas, y que vía remota puedan hacerse maniobras y cambios de estado, y por ultimo lograr la menor pérdida de ganancia entre radio, cable de comunicación y antenas repetidoras para lograr una mejor comunicación.

1.5 CARACTERIZACION DEL AREA EN QUE SE TRABAJO

Durante este proyecto se trabajó en la empresa de clase mundial de servicios eléctricos de nuestro país: Comisión Federal de Electricidad, los lugares donde se asignó trabajar es en el laboratorio de la oficina de control del área de distribución de la Zona de Distribución Tuxtla y la instalación del repetidor se realizó en el complejo el Cangrejo de la municipio Raudales Malpaso del estado de Chiapas.

El área de control de CFE se encarga de toda la red de automatismo y control de subestaciones, en este caso el centro de trabajo en la que laboré, se encarga del área de Distribución Zona Tuxtla, que abarca gran parte del centro del estado de Chiapas.

El complejo llamado el Cangrejo en Raudales Malpaso es un lugar alto donde las condiciones son óptimas para la instalación de un repetidor de radio comunicación y que previamente fueron estudiadas, como se observan en las figuras 1.5.1 y 1.5.2; Además en la figura 1.5.3 se muestra la fotografía de la entrada principal de la subestación.

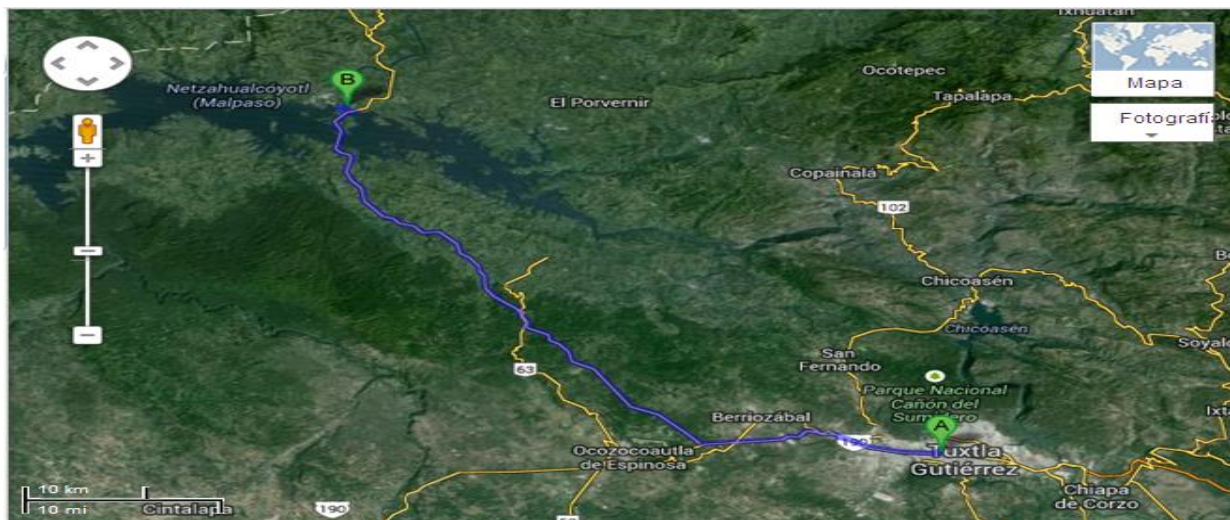


Figura 1.5.1 Vista aérea del lugar en Google Maps.



Figura 1.5.2 Vista aérea del lugar en Google Maps.



Figura 1.5.3 Entrada principal.

Las coordenadas gráficas del repetidor son:

Latitud: 17.17884 y longitud: -93.585703.

Y una altitud de 136 msnm.

El repetidor se encuentra a 400 metros de la subestación Malpaso III.

La distancia que hay entre la subestación y la UCM es de 85.5 Km. por carretera.

Para llegar a la subestación Malpaso III, el tiempo estimado es de una hora con diez minutos.

La ruta para llegar de la 12 Poniente y 5ta Norte que es donde se encuentra la UCM es:

1. Dirígete al noroeste por Norte hacia 13^a. Pte. Nte.	130 m
2. Gira a la izquierda con dirección a Av. 5^a. Nte Pte.	350 m
3. Toma la 1^a a la izquierda hacia 15^a. Pte. Nte.	700 m
4. Gira a la derecha con dirección a Dr. Belisario Domínguez/México 190 Continúa hacia México 190 Pasa una rotonda	14.2 km
5. Continúa por México 190	3.7 km
6. Continúa por México 190	2.8 km
7. Toma la rampa en dirección a Coatzacoalcos/México 145D/México Cuota	450 m
8. Continúa recto	60.1 km
9. Gira a la derecha	38 m
10. Gira a la derecha	1.7 km
11. Gira a la derecha	800 m
12. Gira a la izquierda.	130 m
13. Entrada a la Nueva subestación Malpaso III	0 m

1.6 PROBLEMAS A RESOLVER

- Aplicar de manera eficiente la capacitación obtenida.
- Lograr en menor tiempo posible la prueba de controles de la subestación Malpaso III con la unidad central maestra (UCM).
- Realizar un análisis de calidad y hacer conclusiones y recomendaciones para el mejoramiento del proyecto.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

ACTIVIDAD	SEMANA PROGRAMADA DE TRABAJO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
RECONOCIMIENTO DEL AREA	X															
INVESTIGACION Y DOCUMENTACION		X	X													
CAPACITACION				X	X											
OPERACIÓN Y CONTROL EN UNIDAD CENTRAL MAESTRA						X	X									
SECUENCIA DE TRABAJO								X	X	X	X	X	X			
ANALISIS DE RESULTADOS														X		
REPORTE FINAL															X	X

- a) Reconocimiento del área:
Se realizó el reconocimiento del área de trabajo e investigación además de las personas que colaborarán con el proyecto.
- b) Investigación y documentación:
En esta parte se investigó sobre temas relacionados y documento parte de esto previo a la capacitación para la UCM.
- c) Capacitación:
En esta parte se me capacitó para el manejo de la UCM y el uso del software para enlaces vía online.
- d) Operación y control en unidad central maestra(UCM):
En esta etapa se hizo los controles de la subestación Malpaso III que servirán como prueba para el análisis y comportamiento del repetidor.
- e) Secuencia de trabajo:
Se trata de la instalación, y verificación de comportamiento del repetidor.
- f) Análisis de resultados:
Un resumen de la instalación, calculo empírico de mantenimiento del proyecto.
- g) Reporte final:
Se reporta todo lo realizado, y se hacen las recomendaciones y resultados del proyecto.

1.7 ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcance.-

Poner en servicio a la nueva subestación Malpaso III, tiene como beneficio poder mejorar y estructurar mejor el servicio eléctrico de esa zona, además de tener un apoyo de potencial eléctrico para otras zonas cercanas.

La nueva subestación Malpaso III tiene a través de aparatos de medición, control y comunicaciones entradas analógicas que son interpretadas digitalmente para poder saber el comportamiento de esta, entonces con la implementación de repetidores para lograr la comunicación de la subestación con la UCM podremos controlar y así poder prevenir y corregir fallas para no suspender el servicio eléctrico.

Delimitación.-

Este enlace se limita a controlar la subestación a través de la instalación del repetidor el Cangrejo; por lo tanto no es posible hacer un enlace con otro sistema de control, aunque posiblemente en un futuro se implemente una UTR tipo poste y que esta se encuentre dentro del rango de frecuencias que maneja nuestro enlace.

Además de estar propenso a las interferencias de comunicación propias del ambiente.

1.8 MEJORA TECNOLÓGICA

La mejora tecnológica que tiene este nuevo repetidor es la implementación de un nuevo modelo de Radio Modem, el anterior funciona por medio de programación a través de un equipo externo que es costoso llamado HAND HELD, pero en este nuevo tipo de radio modem que a pesar de ser de la misma compañía implementa la programación vía red.

Esto significa que desde cualquier computadora se puede programar el radio y configurar la IP que es el Protocolo de Internet del radio (su dirección dentro de la red de la pc u ordenadores), su dirección de frecuencia tanto en transmisión como en recepción, además de potencia del radio y de mantenimiento vía internet cuando el radio se enlace a la red.

2 FUNDAMENTO TEORICO

El Área de Control de CFE cuenta con un sistema de automatismo que facilita la detección de fallas en subestaciones que proporcionan el suministro eléctrico.

Están constituidos por varias partes principales:

- UTR la cual lleva el control y procesamiento de toda la información en ese punto de la rama, información tanto digital como analógica.
- Operador neumático, mediante señales enviados por la UTR se ejecutan mandos de aperturas o cierres en estos dispositivos.
- Sensores de voltaje y corriente, localizados mecánicamente en contacto con la línea suministran relaciones de voltajes y corrientes hacia la UTR de poste, de tal manera que ella pueda determinar con exactitud mediciones en la línea de estos parámetros.
- Equipo de comunicaciones, constituido por un radio modem y antena, que sirve como interface de comunicación entre el equipo en el punto de seccionamiento y la estación maestra.
- Y en el caso de las subestaciones se agrega un componente más el repetidor de comunicación que enlaza la UTR de la subestación con la UCM.

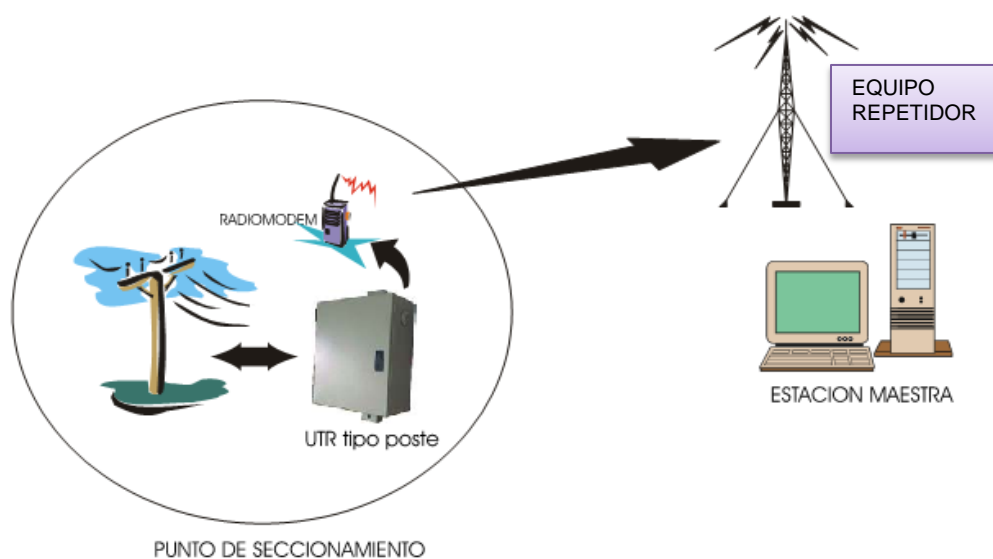


Figura 2.1 Diagrama a bloques automatismo.

2.1 SUBESTACION ELECTRICA

Una subestación eléctrica es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador. Normalmente está dividida en secciones, por lo general 3 principales, y las demás son derivadas.

Las secciones principales son las siguientes:

1. Sección de medición.
2. Sección para las cuchillas de paso.
3. Sección para el interruptor.

Las secciones derivadas normalmente llevan interruptores, depende de qué tipo, hacia los transformadores.

Como norma general, se puede hablar de subestaciones eléctricas elevadoras, situadas en las inmediaciones de las centrales generadoras de energía eléctrica, cuya función es elevar el nivel de tensión, hasta 120 y 220 Vca de baja tensión o incluso 400 Kv de alta tensión, antes de entregar la energía a la red de transporte. Las subestaciones eléctricas reductoras, reducen el nivel de tensión hasta valores que oscilan, habitualmente entre 13,2, 15, 20, 45 ó 66 Kv y entregan la energía a la red de distribución. Posteriormente, los centros de transformación reducen los niveles de tensión hasta valores comerciales (baja tensión) aptos para el consumo doméstico e industrial, típicamente 120 y 220 Vca.

Uno de las maniobras más habituales y a la vez, más peligrosa, que se realiza en una subestación eléctrica es la apertura y cierre de interruptores, debido a que, el carácter inductivo de los circuitos, presenta rechazo al corte en la circulación de la intensidad eléctrica que se produce en la apertura de un interruptor. Pueden aparecer incluso, arcos eléctricos que liberan una gran cantidad de energía, y que pueden resultar peligrosos para las personas e instalaciones, por lo cual se debe usar equipo de protección personal especial, al realizar cualquier tipo de maniobra, como zapatos de seguridad y guantes, ambos de materiales dieléctricos, que produzcan suficiente aislación para la tensión de operación y un traje contra destello de arco eléctrico.

Los avances tecnológicos y las mejoras de diseño, han permitido sustituir los interruptores eléctricos convencionales, con corte al aire, por interruptores blindados, que realizan el corte de los circuitos.

2.2 UNIDAD CENTRAL MAESTRA

Este módulo está formado por todos el hardware y software que se encuentra ubicado en la subestación y cuya función es concentrar, procesar y reportar toda la información que se genera por la operación de la subestación, esto normalmente se adquiere de los dispositivos de campo (UTR's).

El hardware a que se refiere la UCM básicamente se encuentra integrado por el equipo de cómputo, los periféricos conectados a ellos, y el equipo físico de comunicación que se requiere para realizar la Interconectividad con DEI's, UTR's, SCADA, con la central de operación y en caso que se desee con usuarios móviles.

El software de aplicación incluye todos los programas, paquetes y manejadores que corren en el hardware de la UCM para llevar a cabo la función de almacenar, procesar y mostrar la información generada. El software se encuentra constituido por la interface hombre máquina, la base de datos, software de control de mantenimiento, software de aplicación, software de comunicación, protocolos, y simulador.

Dispositivos de campo

Este módulo está constituido por todos los elementos electrónicos encargados de monitorear, adquirir datos y ejercer controles sobre los elementos de la subestación y la red eléctrica.

Interconectividad

Este módulo se refiere en particular a todo lo relacionado con la comunicación que debe existir entre las diferentes redes y/o usuarios involucrados en el proyecto como son:

- Red interna de la UCM para el respaldo de información
- Red de DEI's
- Red de UTR's de poste.
- Enlace con sistemas SCADA
- Enlace con la red del centro de operación de distribución zonal.
- Enlace de usuarios móviles (opcional)

Módulos del sistema

Los módulos principales que componen el Sistema son:

- Niveles de seguridad
- Módulo de Usuarios
- Configuración de turnos
- Calendarización de Turnos
- Reporte de turnos
- Tipos de punto
- Niveles de alarma
- Configuración de puntos de entradas digitales, analógicas y salidas analógicas.
- Respaldo masivos
- Editor gráfico
- Editor PLC's
- Reporteador
- Mantenimiento de reportes y gráficos
- Valores promedio
- Ventana de eventos
- Cambio de operador
- Estadísticas
- Barridos
- Graficas de tendencia
- Reportes básicos
- Terminal de UNIX
- Histórico de eventos
- Configuración de promedios
- Analógica
- Alarmas
- Libranzas
- Diagnóstico del sistema

La siguiente figura 2.2.1 muestra la relación maestra –estación remota y dá una visión detallada de la base de datos y procesos del software involucrados.

Una serie de bloques cuadrados en la parte superior de la estación remota representan los datos almacenados en su base de datos y dispositivos de salida.

Los valores de la matriz de entrada analógica representan magnitudes de entrada que la estación remota mide y calcula.

Una matriz de contadores representa los valores de recuento, como Kilovatios-Hora, que es cada vez mayor (hasta alcanzar un máximo y luego rodar a cero y empezar a contar de nuevo.) Salidas de control están organizados en una matriz que representa físico o lógico de encendido y apagado, levantar-bajar y puntos cercanos viaje.

Observe que el protocolo maestro DNP3 también tiene una base de datos similar para los tipos de entrada de datos (binarios, analógicos y contador.)

El protocolo utiliza valores en su base de datos para los fines específicos de los estados del sistema que muestra, control de circuito cerrado, notificación de alarma, facturación y mucho, mucho más.

Uno de los objetivos del protocolo es mantener su base de datos actualizada.

Esto se logra mediante el envío de solicitudes a la estación remota le piden que devuelva los valores en la base de datos de la estación remota. Esto se denomina sondeo. La estación remota responde a la solicitud de la estación maestra mediante la transmisión de los contenidos de su base de datos. Las flechas se dibujan en la parte inferior de la Figura 2.2.1 que muestra la dirección de las peticiones (hacia la estación) y la dirección de las respuestas (hacia la maestra).

La estación maestra y la estación remota se muestra en la figura 2.2.1 tienen cada uno dos capas de software. La capa superior es la capa de usuario DNP3.

En la estación maestra, un software que interactúa con la base de datos e inicia las peticiones de datos de la estación remota.

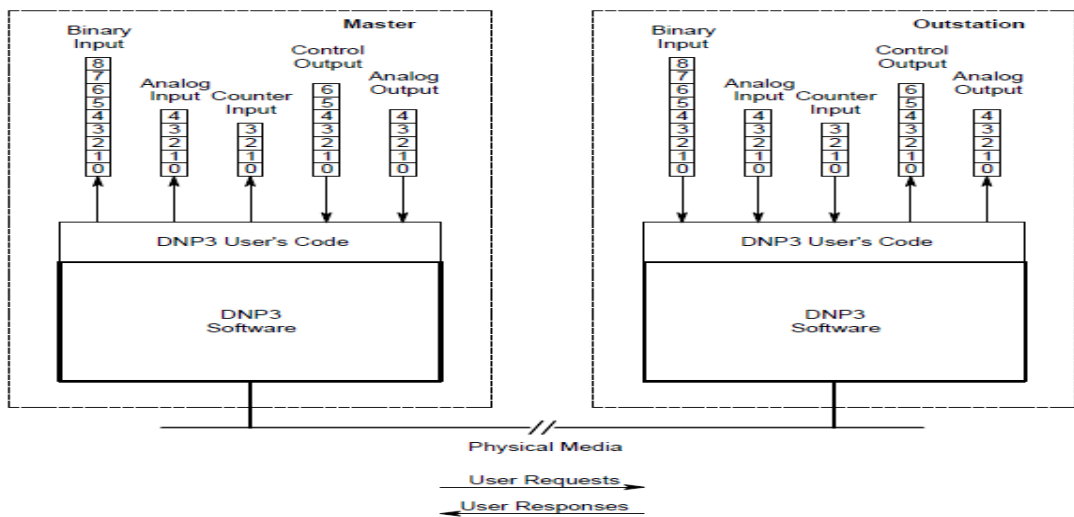


Figura 2.2.1 Relación: estación maestra –estación remota

A continuación se muestran figuras propias de la estación maestra.

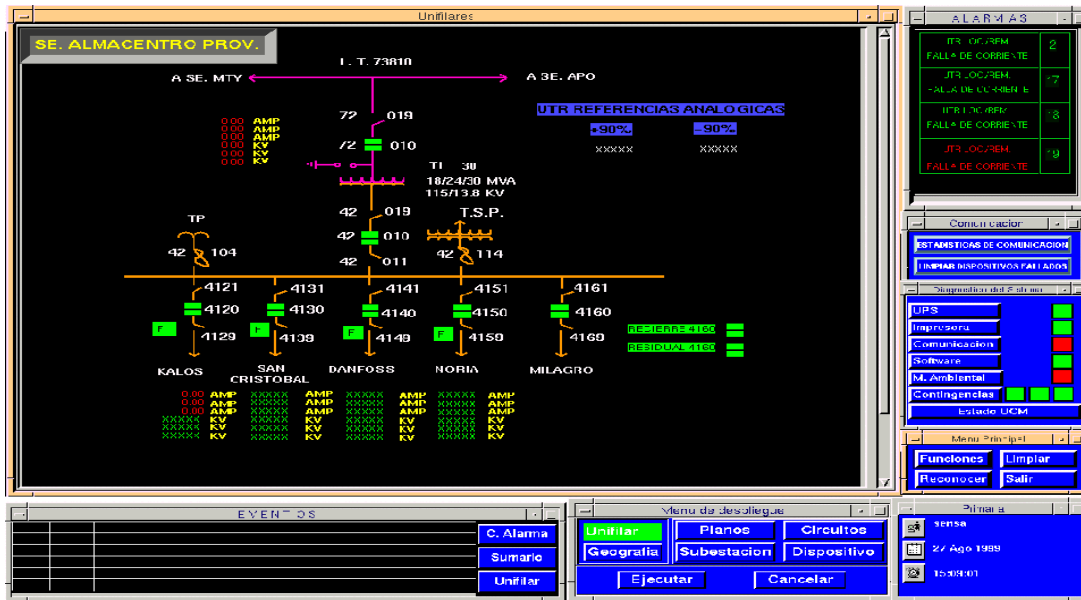


Figura 2.2.2 Diagrama unifilar en estación maestra

Ultimos Eventos			
Ultimos Eventos	Eventos No Reconocidos	Reconocer	Salir Sumario
S.E.	DISP.	EVENTO	HORA Y FECHA
UCR	Ucr	CAMBIO DE OPERADOR PRIMARIA, INGRESA : alexis	14:38:14:930 31-07-2000
LGD	LGD	BAJA EFICIENCIA DE COMUNICACION	13:57:13:930 31-07-2000
SCB	UTR_28	BAJA EFICIENCIA DE COMUNICACION	13:56:49:930 31-07-2000
SCB	UTR_28	BAJA EFICIENCIA DE COMUNICACION	13:56:39:490 31-07-2000
SCB	Ucr	BAJA EFICIENCIA DE COMUNICACION	13:56:29:370 31-07-2000
CPE	UTR	BAJA EFICIENCIA DE COMUNICACION	13:56:21:340 31-07-2000
CPE	UTR	BAJA EFICIENCIA DE COMUNICACION	13:56:17:290 31-07-2000
PEL	R_28	BAJA EFICIENCIA DE COMUNICACION	13:55:59:000 31-07-2000
UCR	Ucr	SE CORRIGIO FALLA EN REGISTRO EVENTOS	13:54:38:010 31-07-2000
PEL	R_28	FALLA DE COMUNICACION	13:53:40:960 31-07-2000
SCB	Ucr	FALLA DE COMUNICACION	13:52:37:390 31-07-2000
SCB	UTR_28	FALLA DE COMUNICACION	13:52:29:520 31-07-2000
UCR	Ucr	FALLA EN REGISTRO DE EVENTOS	13:52:00:620 31-07-2000
SCB	UTR_28	FALLA DE COMUNICACION	13:51:49:430 31-07-2000
UCR	Ucr	SE CORRIGIO FALLA EN REGISTRO EVENTOS	13:51:36:770 31-07-2000
LGD	LGD	FALLA DE COMUNICACION	13:51:25:260 31-07-2000
CPE	UTR	FALLA DE COMUNICACION	13:51:19:290 31-07-2000
CPE	UTR	FALLA DE COMUNICACION	13:51:07:210 31-07-2000
UCR	Ucr	IMPRESORA DE REPORTES NO ESTA EN LINEA	13:49:24:590 31-07-2000
UCR	Ucr	FALLA EN REGISTRO DE EVENTOS	13:49:39:230 31-07-2000
UCR	Ucr	FALLA EN NOT STARS BY	13:49:38:130 31-07-2000

At the bottom of the table, there are two buttons: 'Pagina Anterior' and 'Pagina Siguiete'.

Figura 2.2.3 Lista de eventos en estación maestra

2.3 REPETIDOR DE COMUNICACIÓN

Un repetidor es un dispositivo electrónico que recibe una señal débil o de bajo nivel y la retransmite a una potencia o nivel más alto, de tal modo que se puedan cubrir distancias más largas sin degradación o con una degradación tolerable.

En telecomunicación el término repetidor tiene los siguientes significados normalizados:

Un dispositivo analógico que amplifica una señal de entrada, independientemente de su naturaleza (analógica o digital).

Un dispositivo digital que amplifica, conforma, retemporiza o lleva a cabo una combinación de cualquiera de estas funciones sobre una señal digital de entrada para su retransmisión.

En el caso de señales digitales el repetidor se suele denominar regenerador ya que, de hecho, la señal de salida es una señal regenerada a partir de la de entrada.

Los repetidores se utilizan a menudo en los cables transcontinentales y transoceánicos ya que la atenuación (pérdida de señal) en tales distancias sería completamente inaceptable sin ellos.

Los repetidores se utilizan tanto en cables de cobre portadores de señales eléctricas como en cables de fibra óptica portadores de luz.

Asimismo, se utilizan repetidores en los enlaces de telecomunicación punto a punto mediante radioenlaces que funcionan en el rango de las microondas, como los utilizados para distribuir las señales de televisión entre los centros de producción y los distintos emisores o los utilizados en redes de telecomunicación para la transmisión de telefonía.

El término repetidor se ha utilizado desde la primera época de la comunicación visual, cuando una persona situada en una colina repetía la señal que acababa de recibir de la persona ubicada en la colina de la izquierda, para poder comunicar la señal a la persona que estaba ubicada en la colina de la derecha.

También proviene de las comunicaciones telegráficas, telefónicas, por microondas y ópticas, cada una de las cuales usan repetidores para reforzar las señales a través de grandes distancias, ya que de otro modo en su debido tiempo las señales se desvanecerían gradualmente o se extinguirían.

El propósito de un repetidor es regenerar y re temporizar las señales de red a nivel de los bits (sistemas digitales); para permitir que los bits viajen a mayor distancia a través de los medios.

El término repetidor se refiere tradicionalmente a un dispositivo con un solo puerto de "entrada" y un solo puerto de "salida". Sin embargo, en la terminología que se utiliza en la actualidad, el término repetidor multipuerto se utiliza también con frecuencia.

Cuando establecemos una conexión de red debemos tener en cuenta no solo los componentes lógicos, sino también aquellos de carácter físico, por lo que debemos no solo elegir qué materiales y dispositivos a utilizar, sino también el diseño de dicha red, teniendo solo con qué sino también la forma que tendrá dicho enlace y cómo estos componentes se combinarán o estarán en uso en la misma.

En el caso de una Red de Área Local (por sus siglas en ingles LAN), por ejemplo, debemos tener en cuenta como extremos a los nodos, pero también completar a unos dispositivos que ocupan un rol fundamental en el establecimiento de la red, que son nada más y nada menos que los repetidores.

Para quienes no saben de qué se trata, comentamos que un repetidor consiste básicamente en un dispositivo que se encarga de captar un señal de red, y poder redirigirla hacia nuevo destino, amplificando las distancias que se tienen entre nodo y nodo, y extendiendo lógicamente la transmisión de dicha red.

Esto soluciona entonces el problema de debilidad de la señal, ya que lógicamente la intensidad en la que se difunde dicha información a través de los cables va disminuyendo su energía a medida que se aleja del punto de partida, por tanto que los repetidores se encargan de capturar dicha señal y concentrarla para poder retransmitirla, continuando hacia su destino pero con una intensidad regular.

Resumiendo, estos dispositivos se encargan de regenerar la información, recibiendo una señal eléctrica que está perdiendo su intensidad, y concentrándola, de modo tal que se mantenga siempre constante la calidad de la señal emitida, y brindando el mismo nivel de energía que tuvo originalmente desde su nodo inicial o punto de partida.

El funcionamiento básico de un repetidor tiene un ciclo determinado de trabajo, regenerando un paquete de datos específico y permitiendo entonces que la distancia entre nodos no tenga influencia alguna, trabajando de la siguiente manera:

1. Recepción del paquete de datos
2. Rectificación y reconstrucción de bits en amplitud
3. Pasaje al siguiente segmento
(Considerándose que éstos están interconectados por medio repetidores)
4. Extensión máxima tolerando hasta 500 metros por cada ramal de repetidor, con un máximo permitido de hasta 4 repetidores entre dos puntos

La principal elección por la cual se utilizan repetidores está en el bajo costo de emplazamiento, siendo entonces una forma barata de extender una red, estableciendo además enlaces en los cambios de cableado y realizando uniones entre los mismos. Si bien se encargan de repetir y amplificar todo tipo de señales eléctricas que son lógicamente necesarias a la hora de establecer un enlace, lo cierto es que es posible que si existe un error o un ruido en la comunicación también se logre una repetición del mismo, por lo que se irá difundiendo en cada conexión y no tiene una forma de solucionar este problema.

2.4 CONTROL SUPERVISORIO

La definición literal de control supervisorio nos dice que es la habilidad para ejercer control sobre un dispositivo específico y confirmar que este haya efectuado lo que se le ordenó, sin embargo, control supervisorio ha adquirido significados más generales y específicos y el más comúnmente aceptado es el de operación remota o distante.

ELEMENTOS DE CONTROL SUPERVISORIO

Un sistema de control supervisorio típico esta constituido por una estación central en donde se encuentra el operador a la que se denomina Unidad Terminal Maestra (UTM) que recibe datos y ejecuta acciones sobre varias Unidades Terminales Remotas o UTR'S que el operador controla como si estuviera físicamente en ellas, como se ve en las siguientes figuras.

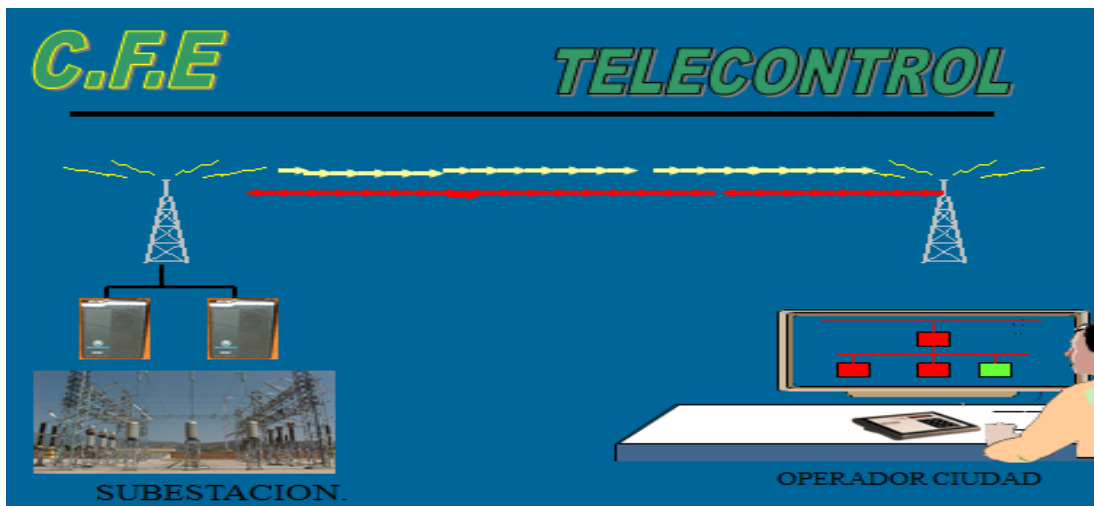


Figura 2.4.1 Diagrama de control supervisorio

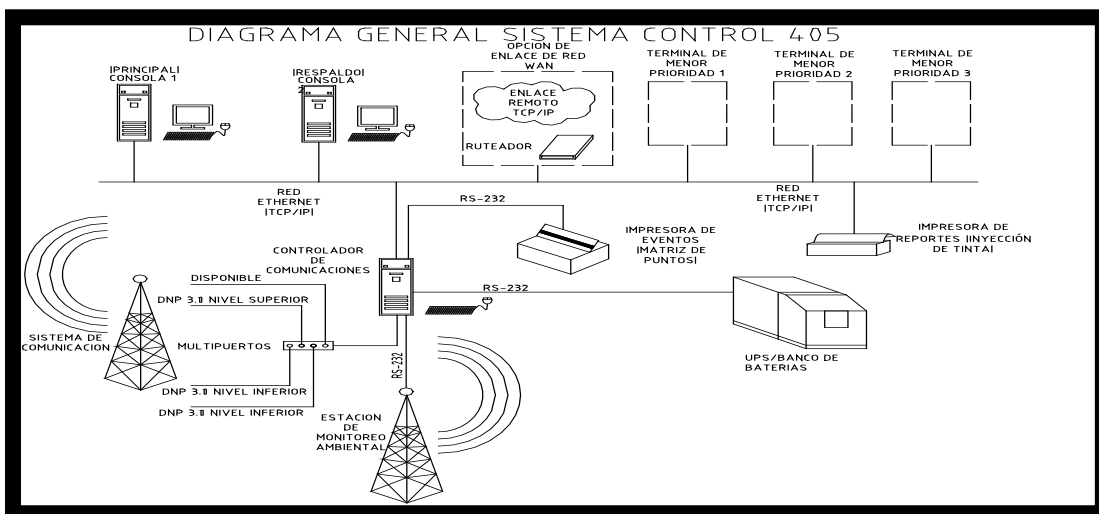


Figura 2.4.2 Diagrama general sistema de control 405

FUNCIONES BASICAS DEL CONTROL SUPERVISORIO

- ✓ Adquisición de datos
- ✓ Almacenaje y manejo de información
- ✓ Transmisión de información
- ✓ Proporcionar información al operador

Con la finalidad de tomar alternativas de solución en forma inmediata a las fallas presentadas en la red eléctrica, se cuenta con unidades centrales maestras para automatismo en todas las Zonas de Distribución.

2.5 UNIDAD TERMINAL REMOTA

La unidad terminal remota es un equipo de control que nos permite supervisar el estado de una subestación; así como ejecutar mandos de apertura y cierre en forma remota sobre interruptores o restauradores instalados, permitiéndonos restablecer el suministro de energía en el menor tiempo posible. Reflejándose un tiempo de interrupción por usuario menor que en años anteriores, a continuación se muestran dos figuras de dos tipos de UTR's.



Figura 2.5.1 UTR de subestación

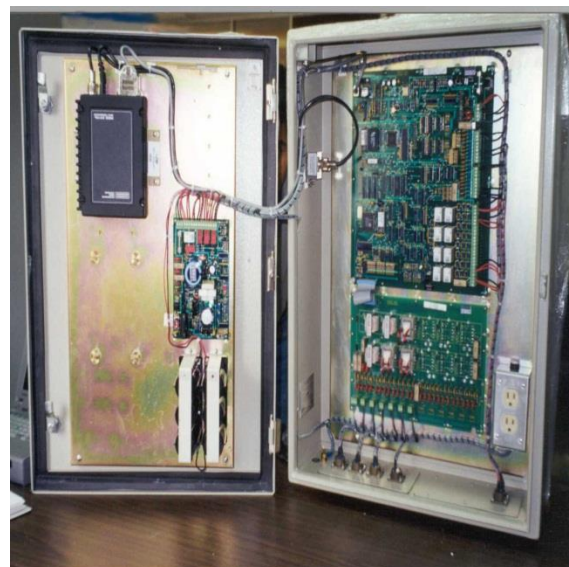


Figura 2.5.2 UTR tipo poste.

3 DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 USO DEL SOFTWARE: SIMULACION DEL ENLACE EN LINEA

Lo primero fue realizar la simulación del enlace de la subestación de Malpaso III hacia la UCM y los repetidores de comunicación que podríamos utilizar para poder enlazarlos.

El software RADIO MOBILE ONLINE que se encuentra en la dirección electrónica: <http://www.ve2dbe.com/rmonline.html>, es un programa en línea en el cual al ingresar unos datos y características de antenas, y ubicación geográfica podemos ver si el enlace es posible y que nivel de señal aproximadamente tendremos al hacer las pruebas físicas reales.

El uso de este software es utilizado para dar una referencia de colocación de antenas de radio y repetidores; también muestra datos acerca de los enlaces para otras compañías de comunicación.

En la Zona de Distribución Tuxtla de la División Sureste de la Comisión Federal de Electricidad, existen ya repetidores de comunicación para las subestaciones, un ejemplo de ellas es la subestación el Juy - Juy, Cintalapa, Ocozocoautla, Copainala, entre otras, estas subestaciones tienen en común que utilizan un repetidor en común ubicado en Yalentay un pueblito donde esta uno de los cerros más altos del estado, este lugar es ocupado por muchas empresas de comunicación, pues hay torres de comunicación de varias compañías.

En este caso CFE ya tiene un repetidor de comunicación y se tomó en cuenta este repetidor para ver si desde el complejo el Cangrejo es posible dirigir la señal de datos a Yalentay y por siguiente a la UCM, el enlace si fue posible y esto ahorro tiempo y costo, porque solo es necesario la instalación de una torre, un repetidor y no varios como se pensaba.

También se optó por la necesidad de cambiar los radios modem para el repetidor, para las pruebas se usó el radio modem MDS 4710b porque los técnicos están más asociados a este; pero para la instalación real se utilizó un radio modem de la misma compañía pero diferente modelo MDS sd4.

A continuación se mostrarán los resultados del simulador RADIO MOBILE ONLINE de los perfiles de enlaces de comunicación, que en si es uno pero con tres tramos: Subestación Malpaso III – El Cangrejo, el Cangrejo – Yalentay, Yalentay – UCM.

A continuación se muestran los perfiles de los enlaces de comunicación.

ENLACE SUBESTACION MALPASO III A REPETIDOR EL CANGREJO:

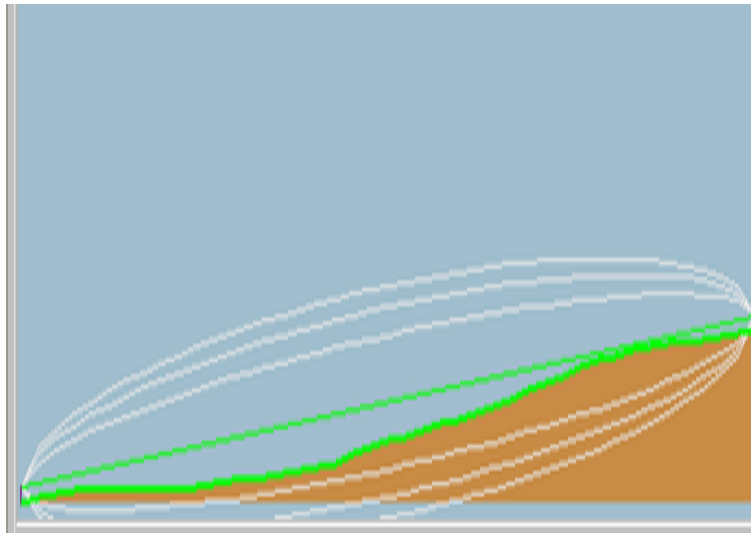


Figura 3.1.1 Perfil de enlace Malpaso III – El Cangrejo

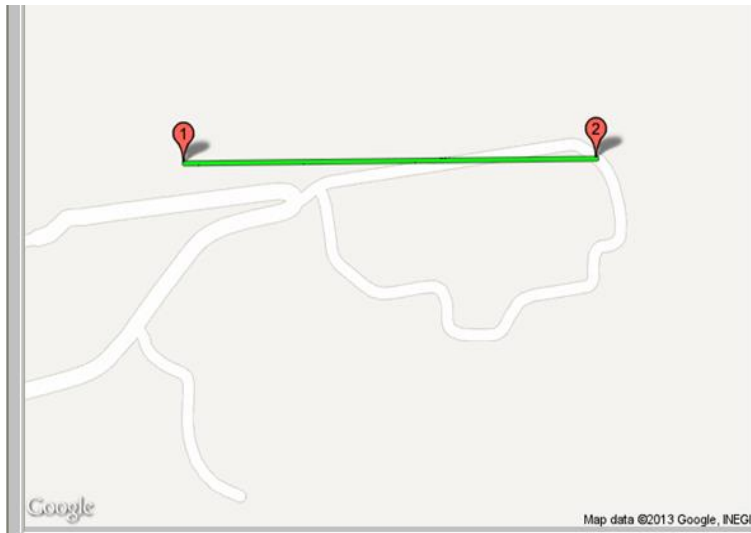


Figura 3.1.2 Perfil de enlace Malpaso III – El Cangrejo

	MALPASO III	EL CANGREJO		
Latitud	17.17864°	17.178905°		
Longitud	-93.589665°	-93.585781°		
Altura sobre nivel del mar	298.5 m	320.0 m		
PROPIEDADES DEL RADIO MODEM		PROPIEDADES DEL ENLACE		
Poder de TX	45.68 dBm	Distancia	0.413 km	
Sensibilidad RX	-113.02 dBm	Precisión	9.8 m	
Potencia del radio	37 dBi	Tipo de Frecuencia	UHF	
Frecuencia TX	428.625	Nivel de señal	74.51 dB	
Frecuencia RX	428.625	Alimentación IRE	73.825 W	

ENLACE REPETIDOR EL CANGREJO A REPETIDOR YALENTAY:

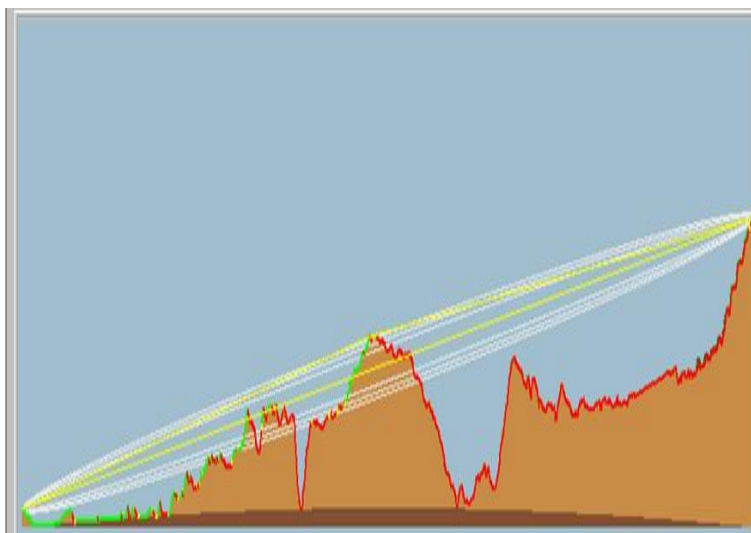


Figura 3.1.3 Perfil de enlace El Cangrejo - Yalentay

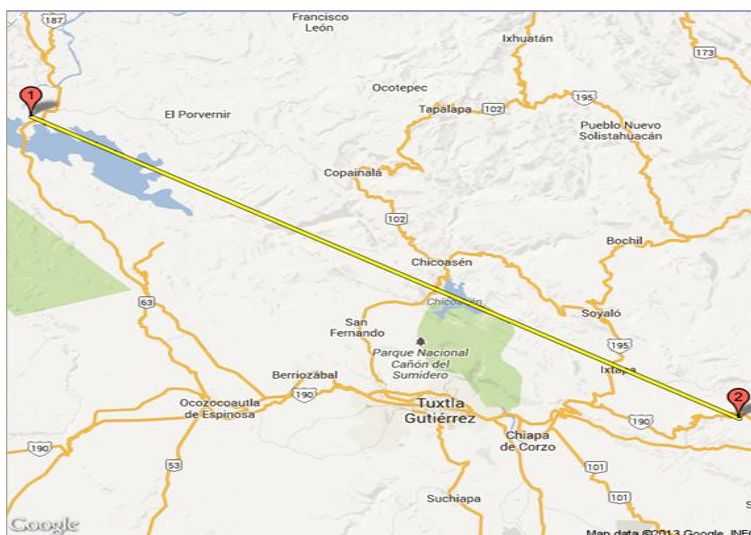


Figura 3.1.4 Perfil de enlace El Cangrejo – Yalentay

	EL CANGREJO	YALENTAY		
Latitud	17.178905°	16.735838°		
Longitud	-93.585781°	-92.762547°		
Altura sobre nivel del mar	320.0 m	2552.6 m		
PROPIEDADES DEL RADIO MODEM		PROPIEDADES DEL ENLACE		
Poder de TX	45.68 dBm	Distancia	100.468 km	
Sensibilidad RX	-113.02 dBm	Precisión	50.2 m	
Potencia del radio	37 dBi	Tipo de Frecuencia	UHF	
Frecuencia TX	428.625	Nivel de señal	60.5 dB	
Frecuencia RX	428.625	Alimentación IRE	73.825 W	

ENLACE REPETIDOR YALENTAY A LA UNIDAD CENTRAL MAESTRA:

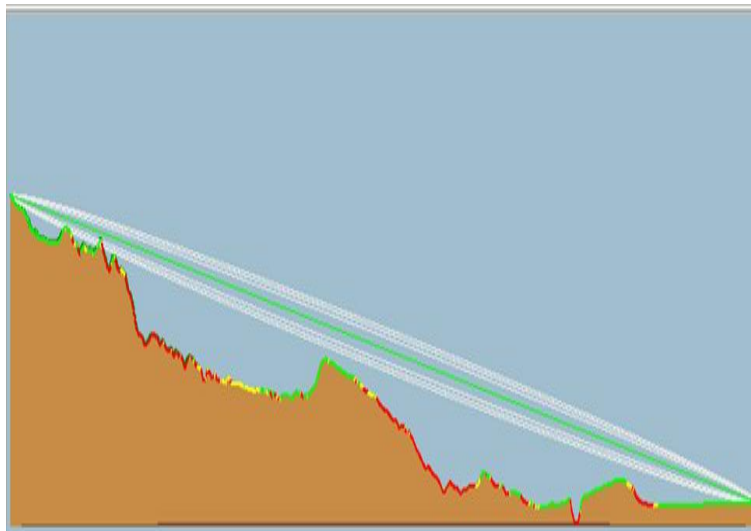


Figura 3.1.5 Perfil de enlace Yalentay - UCM

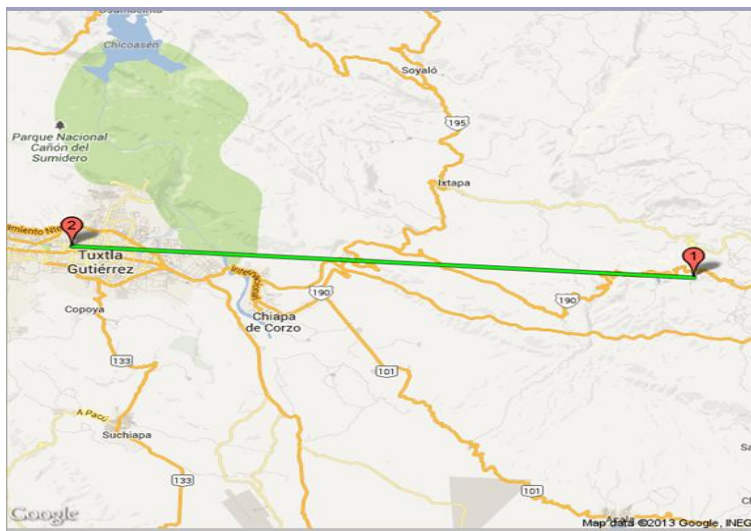


Figura 3.1.6 Perfil de enlace Yalentay - UCM

	YALENTAY	UCM		
Latitud	16.735838°	16.759283°		
Longitud	-92.762547°	-93.12604°		
Altura sobre nivel del mar	2552.6 m	537.0 m		
PROPIEDADES DEL RADIO MODEM		PROPIEDADES DEL ENLACE		
Poder de TX	45.68 dBm	Distancia	38.831 km	
Sensibilidad RX	-113.02 dBm	Precisión	19.4 m	
Potencia del radio	37 dBi	Tipo de Frecuencia	UHF	
Frecuencia TX	422.675	Nivel de señal	44.61.5 dB	
Frecuencia RX	422.675	Alimentación IRE	73.825 W	

ESQUEMA DE ENLACE MALPASO III A UCM:

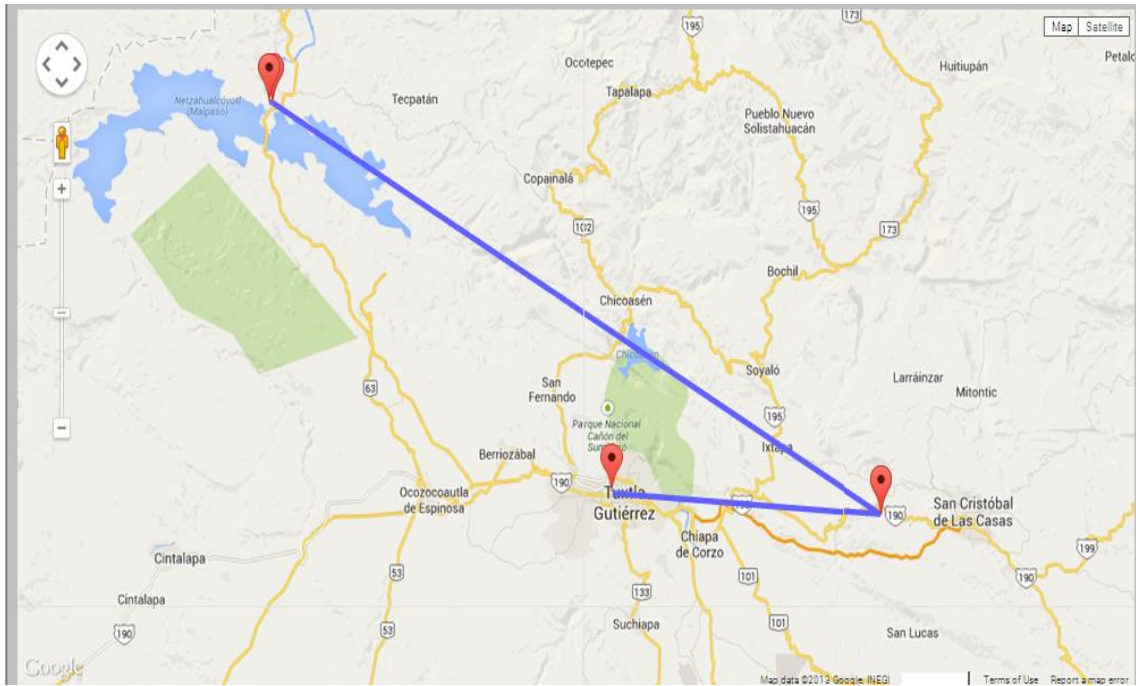


Figura 3.1.7 Perfil de enlace Malpasos III - UCM

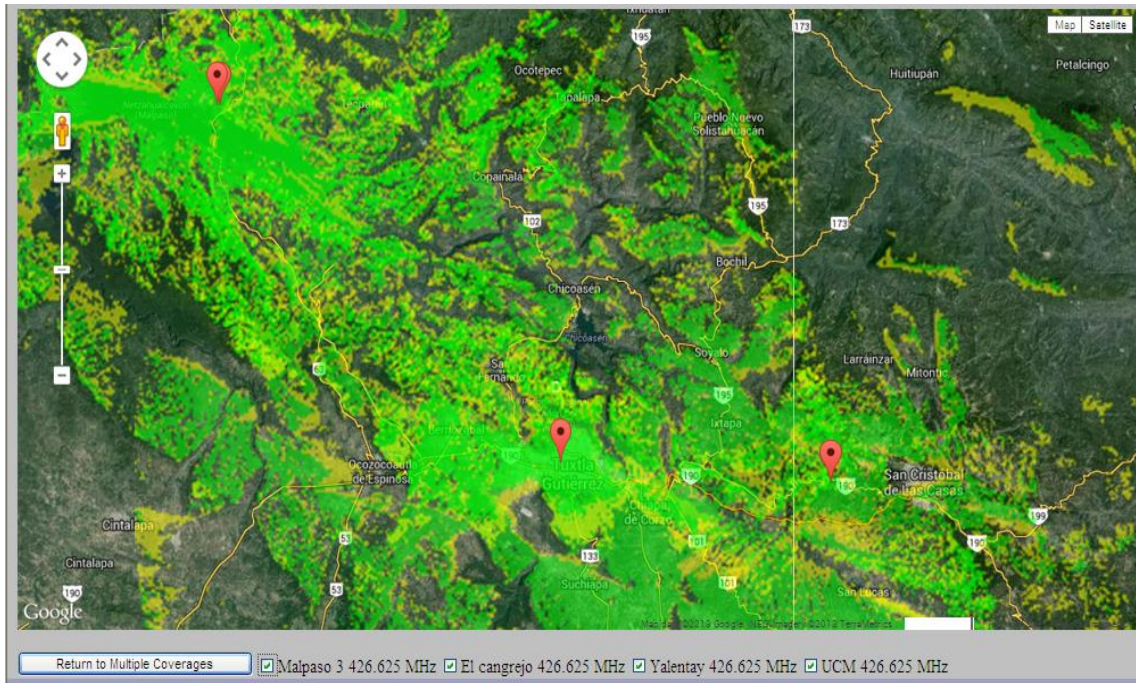


Figura 3.1.7 Perfil de enlace Malpasos III - UCM

3.2 DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE INSTALACION

A continuación despues de obtener los resultados posibles de nuestro enlace realizamos el diagrama esquemático del enlace y el de instalacion del repetidor, ver el diagrama a bloques que se muestra a continuacion.

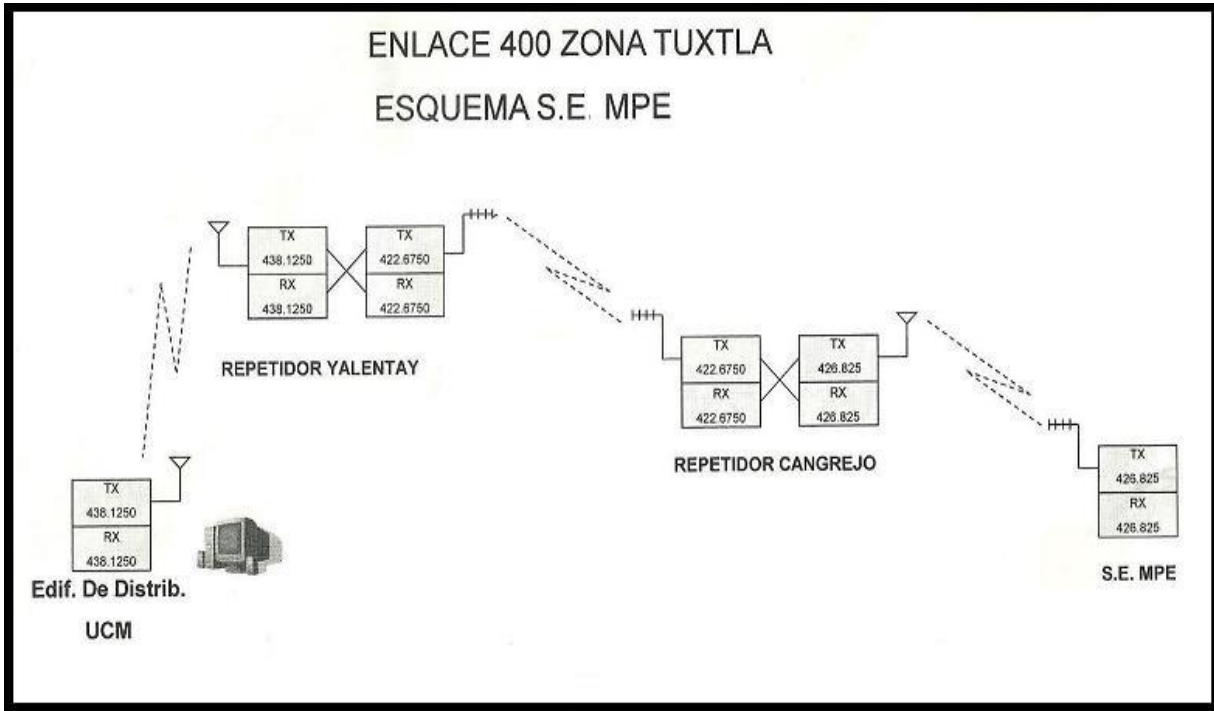


Figura 3.2.1 Diagrama esquemático de enlace de 400 MHz para la subestacion Malpaso III con la UCM.

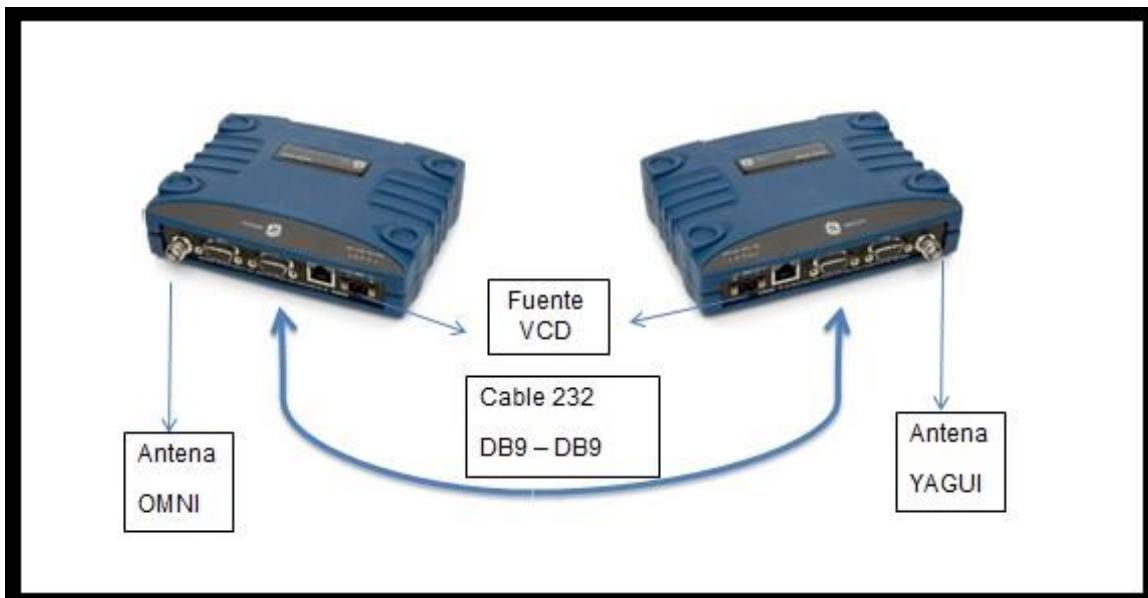


Figura 3.2.2 Diagrama esquemático del repetidor de radiocomunicación

3.3 DESCRIPCION DE MATERIALES

La torre de comunicación el Cangrejo tiene una altura de 45 metros el repetidor se encuentra a 320 metros sobre el nivel del mar.

El primer enlace que se hace es la antena que va de la subestación Malpaso III hacia el repetidor El Cangrejo, las coordenadas geográficas de la torre de esta subestación es:

Latitud: 17.1788 y longitud: -93.5896. Y una altitud de 298.5 msnm.

El siguiente enlace es del repetidor llamado El Cangrejo con el repetidor Yalentay que se encuentra en las coordenadas geográficas:

Latitud: 16.73583 y longitud: -92.7625. Y una altitud de 2558 msnm.

Una vez enlazados se va con la UCM que se encuentra en las coordenadas geográficas:

Latitud: 16.7592 y longitud: -93.1264. Y una altitud de 537 msnm.

Antena Omnidireccional:

Se utilizó para la recepción de señal y datos de la subestación Malpaso III al repetidor.

La HGV406U de HyperGain es una antena omnidireccional de alto rendimiento para la banda ISM de 400 MHz. Es ideal para multipunto, NLOS (Fuera de línea de vista / Non Line of Sight) y aplicaciones móviles donde se desee una ganancia alta y amplia cobertura...

Esta antena cuenta con un tipo de conector de cierre (bulkhead) N hembra integrado que se instala a través de la pared de cualquier clase de gabinete. Incluye un kit para instalación en poste; consiste en un soporte de acero para tráfico pesado y un par de pernos en U, los cuales permiten la instalación en postes de hasta 2.0" de diámetro.

El diseño de esta antena omnidireccional cuenta con una cubierta banca de 1.3" de diámetro elaborada en fibra de vidrio de alta intensidad para una mayor durabilidad y estética. Está diseñada para operar en cualquier tipo de condición climática.

Características:

- Rendimiento superior en cualquier tipo de clima
- Diseño robusto de clase industrial
- Cubierta liviana elaborada en fibra de vidrio
- Conector N hembra integrado
- Soporte para instalación en metal para tráfico pesado
- Aplicaciones
- Sistemas LAN inalámbricos y banda de 900MHz
- Aplicaciones multipunto
- NLOS (Fuera de línea de vista / Non Line of Sight)
- Enlaces de video inalámbricos

Especificaciones eléctricas

- Frecuencia 324 - 460 MHz
- Ganancia 6 dBi
- Amplitud vertical 30°
- Impedancia 50 Ohm
- Entrada máx. de energía 100 Watts
- VSWR < 1.5:1 avg.

Especificaciones mecánicas

- Conector N hembra integrado
- Peso 2.4lbs (1.1kg)
- Longitud 23.6" (600 mm)
- Diámetro 1.3" (33 mm)
- Material de la cubierta Fibra de vidrio blanca
- Rango de velocidad del viento 108 MPH

Patrones de Ganancia. Ver gráfica.

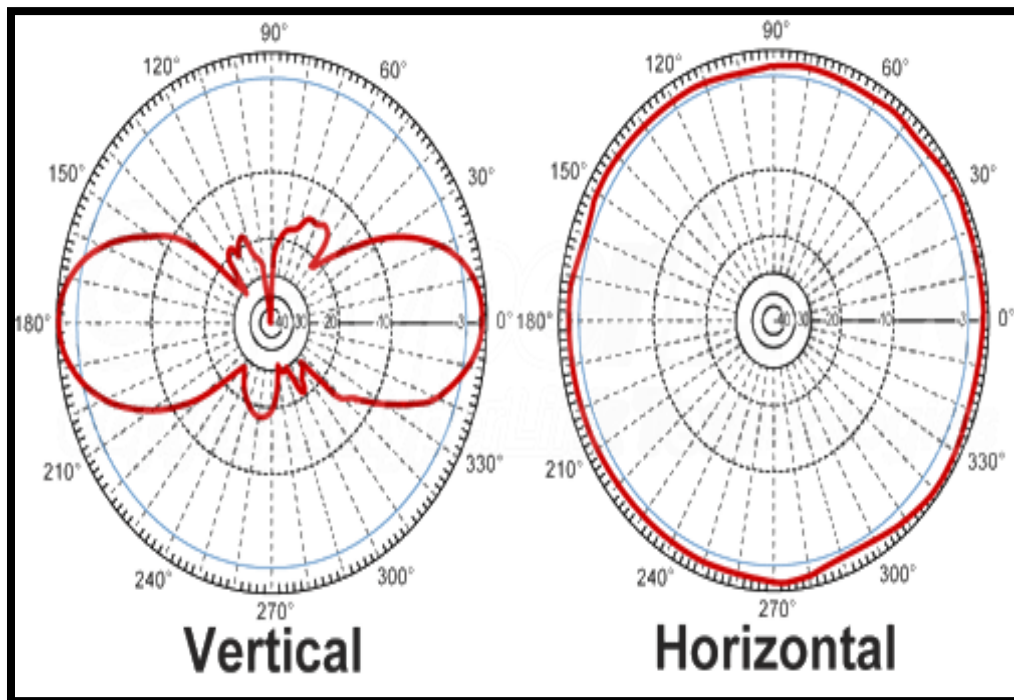


Figura 3.3.1 Gráfica de patrones de ganancia.

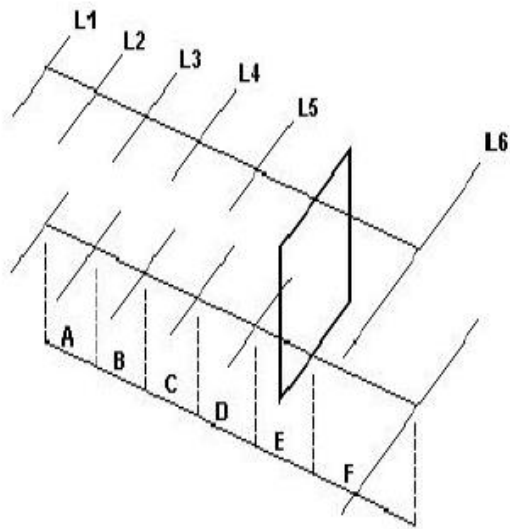


Figura 3.3.2 Antena Yagi.

ANTENA YAGI:

Se utilizó para la transmisión de señal y datos de la subestación Malpaso III al repetidor.

La antena yagi es un arreglo de antenas con el fin de incrementar la señal, cuenta con elementos de excitación, elementos parásitos, reflector y director.

L1, L2 = Director

L3, L4y L5 =

Reflectores

CABLE CRUZADO DB9-DB9

Esta es la configuración del cableado DB-9 a DB-9 para la comunicación entre radio módems del repetidor. El cable cruzado se utilizó para la intercomunicación de los radios en el repetidor.

Ver la figura 3.3.3

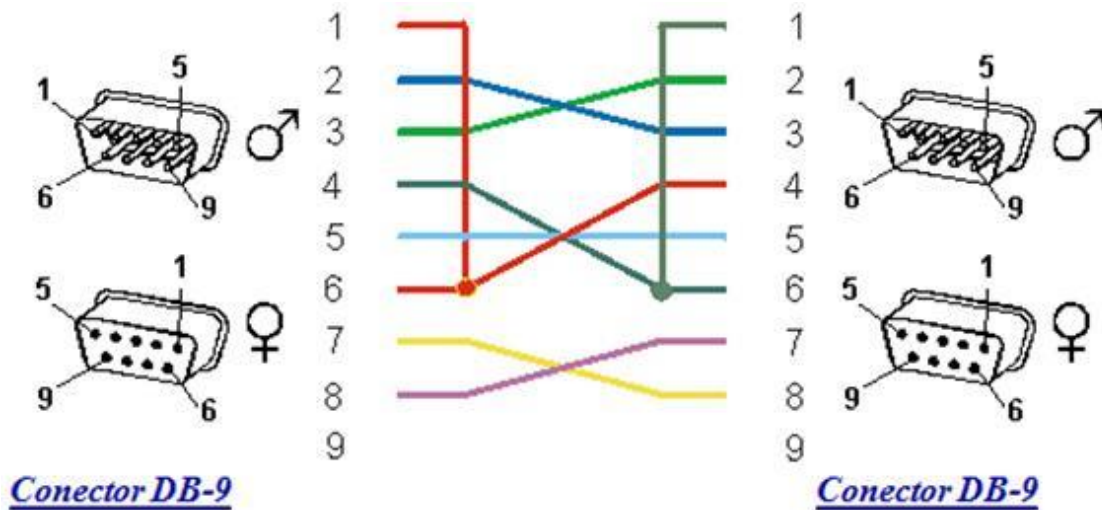


Figura 3.3.3 Configuración del cableado DB-9 a DB-9

CABLE FOAM HELIAX:

El cable se utilizó como medio de comunicación entre radio y antena.



CONSTRUCTION MATERIALS	
Inner Conductor	Copper-Clad Aluminum Wire
Dielectric	Physical Foam Polyethylene
Outer Conductor	Corrugated Copper Tube
Jacket	Black PE or Low Smoke Halogen-free Fire-retardant

PHYSICAL DIMENSIONS	
Inner Conductor Diameter	4.80 mm
Dielectric Diameter	12.30 mm
Outer Conductor Diameter	13.80 mm
Diameter Over Jacket	15.70 mm

MECHANICAL SPECIFICATIONS

Minimum Bending Radius	
Single Bending	50 mm
Repeated Bending	125 mm
Minimum Number of Bends	15
Tensile Strength	1100 N(247 lb)

ENVIRONMENTAL SPECIFICATION

Storage Temperature	-55 °C ~ +85 °C
Installation Temperature	-40 °C ~ +60 °C
Operating Temperature	-55 °C ~ +85 °C

ELECTRICAL SPECIFICATION

Capacitance	76.0 pF/m(23.2 pF/ft)
Impedance	50±1 Ω
Velocity	88%
RF Peak Voltage	1.60 KV
Peak Power Rating	40 KW
Cut-off Frequency	8.8 GHz
Shielding Effectiveness >10MHz	>120 dB
Insulation Resistance	5000 MΩ·km
VSWR	
0.8~1.0 GHz	≤ 1.10
1.7~2.4 GHz	≤ 1.10

PERFORMANCE

Frequency MHz	Attenuation		Average Power Rating (KW)
	dB/100 m	dB/100 ft	
100	2.15	0.66	3.94
150	2.67	0.81	3.17
200	3.08	0.94	2.75
280	3.73	1.14	2.27
450	4.70	1.43	1.80
800	6.35	1.94	1.33
900	6.75	2.06	1.25
1000	7.20	2.19	1.18
1500	9.05	2.76	0.95
1800	9.90	3.02	0.86
2000	10.05	3.06	0.81
2200	11.10	3.38	0.77
2400	11.60	3.54	0.75
2500	11.95	3.64	0.73
3000	13.20	4.02	0.65

Standard Conditions :

For attenuation : VSWR 1.0 , cable temperature 20 °C(68 °F)

For average power : VSWR 1.0 , ambient temperature 40 °C(104 °F) ,

Inner conductor temperature 100 °C(212 °F) , No solar loading ,

Como se mencionó antes se usará para pruebas el radio MDS 4710b pero para la instalación se optó por el modelo MDS SD4; Ya que es un nuevo modelo y tiene más ventajas que el anterior, las desventajas es que los técnicos aún no están muy familiarizados con este sistema pero poco a poco se les capacitará para que puedan utilizarlo.

RADIO MODEM SD4

Las Series MDS SD son soluciones inalámbricas industriales que proporcionan comunicaciones de larga distancia a través de las bandas de radio con licencia, permitiendo a los usuarios interactuar con Ethernet y dispositivos serie tales PLC's (controladores lógicos programables por sus siglas en ingles), UTR's y metros con sistemas de monitoreo y control del host.

La serie SD es la última generación de dispositivos inalámbricos MDS licencia de banda estrecha que proporciona un rendimiento excepcional y fiabilidad de comunicación para satisfacer la demanda de servicios IP / Ethernet, así como soporte para múltiples dispositivos. El SD es compatible con las generaciones anteriores lo que permite una migración sencilla y controlada por los sistemas existentes.

- ✚ De alta velocidad, de hasta 65 Kbps en 50 KHz canal en SD2 y SD9
- ✚ Opere IP / Ethernet y la comunicación en serie en una sola red
- ✚ Conecte múltiples sistemas host a un único Punto de acceso inalámbrico
- ✚ Conectar varios dispositivos a un solo radio remoto
- ✚ Implementar la comunicación de empuje y reporte por excepción de los dispositivos remotos
- ✚ Configuración sencilla e intuitiva basada en web y mantenimiento
- ✚ Compatible con redes x710 MDS existentes
- ✚ Gama de temperatura de funcionamiento de -40 ° C a 70 ° C
- ✚ IEEE1613, IEC 61850-3 y EN61000 para entornos de subestación eléctrica
- ✚ Admite dos puertos serie y un puerto IP / Ethernet de forma simultánea
- ✚ Flexibilidad amplia cobertura a distancias de hasta 50 millas
- ✚ Bajo consumo de energía con el modo de suspensión para aplicaciones de energía solar y con pilas
- ✚ Funciones rápidas de serie con funciones de servidor de terminales integrados para serie a IP / Ethernet encapsulado
- ✚ Operación exclusiva, no compartida con licencia banda
- ✚ Alto rendimiento de control de acceso para el sondeo y la excepción de informes asíncronos
- ✚ La detección de colisiones y la evitación asegura los datos llegan a destino sin mensajes perdidos
- ✚ Alta sensibilidad de recepción para las comunicaciones de larga distancia
- ✚ Compatible con los protocolos de la industria múltiples incluyendo Modbus, Modbus TCP, y DNP3
- ✚ La segregación de datos LAN

Radios MDS SD de la serie se pueden agregar directamente a los sistemas x710 y X790 MDS existentes, y la adición de soporte Ethernet. Compatibilidad con versiones anteriores preserva su inversión y permite una transición suave de una infraestructura SCADA serie basada a IP / Ethernet sin interrumpir las operaciones del día a día.

3.4 INSTALACION DEL REPETIDOR Y PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

A continuación se realizó la instalación del repetidor, se colocó a la altura de 25 metros en un gabinete de metal para evitar posibles robos, ya que se ha tenido experiencias vandálicas en otros repetidores de la zona en la que se roban radios, baterías o UTR's.

Se fijó el repetidor tal cual se mostró en el diagrama de instalación, y previamente habiéndose configurados los radios, estos se configuran en la página de MDS de la serie SDXX donde se le asigna una IP al radio, lo siguiente es ingresarle los datos del enlace como es la frecuencia de transmisión y recepción, la potencia y listo.

Así quedó ya el repetidor instalado y con alimentación VCD como se muestra en las siguientes figuras.



Figura 3.4.1 Repetidor de comunicación



Figura 3.4.2 Repetidor de comunicación
El Cangrejo.

Se realizó pruebas con los controles de la subestación, logrando un 100% de efectividad en los mandos con un tiempo de respuesta no mayor a 30 segundos, que posteriormente se configurará en la central maestra (UCM); para modificar los tiempos de poleo y así hacer que la subestación pueda hacer los controles y actualización de estados en menor tiempo.

3.5 ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados fueron buenos y satisfactorios, tal cual se esperaba desde el inicio de este proyecto.

El enlace es mucho más seguro y confiable por el cambio de tecnología vía radio modem, ya que de tener 88 db de señal con el otro radio que se utilizo de prueba, ahora tiene 78 db de señal eso significa que son 10 db de diferencia.

La potencia de los radios se mantiene en 5 Watts equivalente a 37 dBm.

El mantenimiento de los radios se programará cada 6 meses, esto es mucho mas tiempo que por lo general se programa un mantenimiento de los anteriores radios que es de 4 meses.

Ademas de mi aprendizaje durante todo el tiempo que estuve realizando mi residencia profesional, me fue posible entender gran parte del movimiento laboral que tiene esta empresa, y los logros que han tenido con tal de no suspender el servicio electrico y estar en más y más lugares para dar un buen servicio.

Que hay que prevenir cualquier evento que pueda causar daño a los equipos y que la responsabilidad que tiene esta empresa a nivel nacional es importante.

3.6 PROPUESTA DE MEJORA

La mejora que recomiendo al Departamento de Control en CFE es que emigren a una central maestra (UCM) que sea adaptable a la comunicación fibra óptica porque esto le proporcionará muchas ventajas con la tecnología que actualmente usa, como mayor eficiencia en la comunicación de datos, velocidad en el envío y recibo de datos.

La segunda recomendación de mejora es en la seguridad de los equipos, ya que actualmente son muy susceptibles al vandalismo o robo.

La tercera recomendación es la actualizaciones de software; y equipo de mediciones, controles y comunicaciones, ademas de la capacitacion mensual de los técnicos con respecto a la unidad central maestra (UCM).

3.7 AGRADECIMIENTO A LA EMPRESA

Agradezco a Comisión Federal de Electricidad por brindarme la oportunidad de realizar mi residencia profesional en esta empresa, agradezco también a mi asesor externo el Ing. Julio Cesar Alcántara Martínez por todo el apoyo brindado durante este período y enseñarme todo lo relacionado a mi proyecto e involucrarme en todo lo relacionado, estoy muy complacido también del apoyo de mis compañeros técnicos trabajadores de CFE del área de Control de Distribución Zona Tuxtla por mostrarme el ámbito laboral y social que se vive dentro de la empresa.

Agradezco a mi asesor interno Ing. Francisco Ramón Sánchez Rodríguez por todo el asesoramiento durante mi estancia en CFE y en la elaboración de mi reporte final así como también en las dudas que tenía sobre cuestiones de mi proyecto.

Muchas gracias también al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez por todo lo que me enseñó a lo largo de mi carrera y hacer de mi un futuro ingeniero que pretende poner en alto esta institución en cualquier empresa, instituto del estado o país en el que me encuentre.

3.8 REFERENCIAS

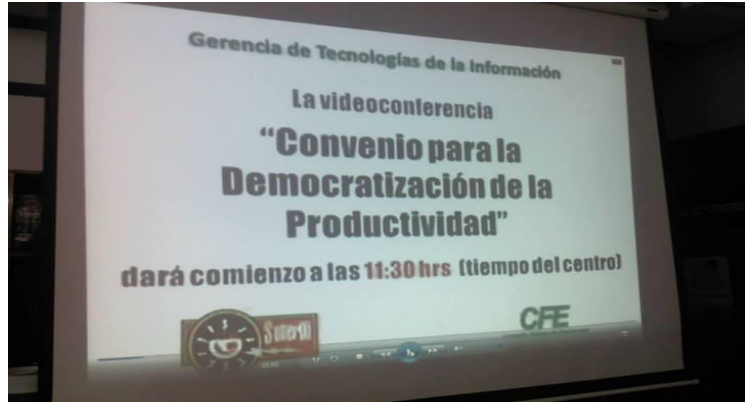
- 1.- http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/Comunicacion/Redes/index_files/Repetidor.htm
- 2.- <http://www.mastermagazine.info/termino/6530.php#ixzz2heX1KktE>
- 3.- https://www.google.com.mx/search?q=conexion+de+radio+sd4+con+radio+sd4&espv=210&es_sm=122&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=S_OgUsG3D6PwyQGa5ICYBg&ved=0CAkQ_AUoAQ&biw=1280&bih=641#es_sm=122&espv=210&q=diagrama+fisico+de+un+repetidor+radio+modem&spell=1&tbm=isch&facrc=_&imgdii=_
- 4.- Búsquedas google: Yagi-Uda.pdf y Omnidireccional.pdf
- 5.- www.gedigitalenergy.com/.../catalog/sdseries.htm
- 6.- www.plctalk.net/qanda/showthread.php?t=39926
- 7.- www.cfe.gob.mx/

3.9 ANEXOS

Credencial CFE – Residente



Videoconferencia en oficina de control y comunicaciones



Capacitación de instalación de cable foan heliax para radios comunicadores en subestaciones



Cableado Estructurado de Redes de Comunicación.



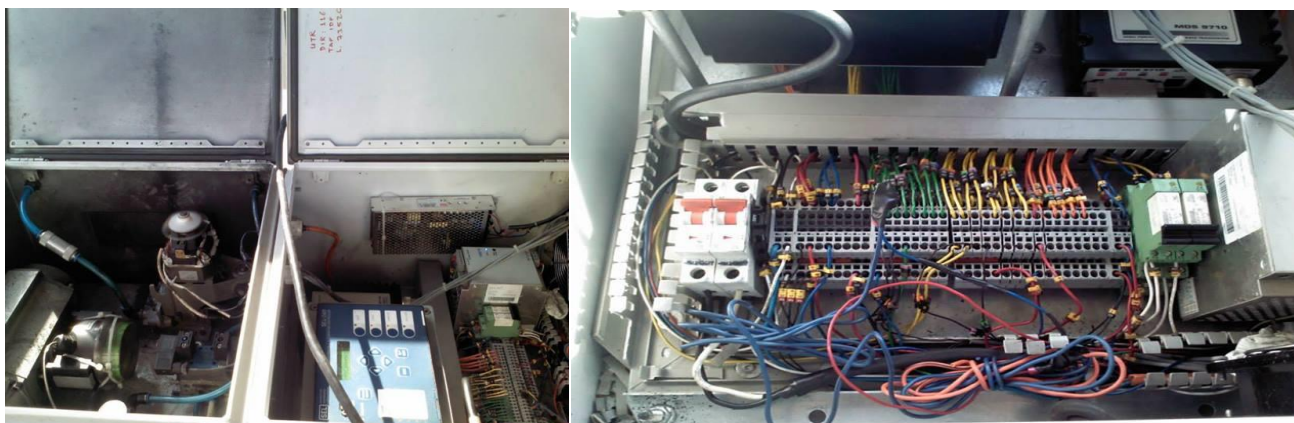
Capacitación de UTR's tipo Poste



Instalación de antenas de la subestación Malpaso III direccionadas al Cangrejo.



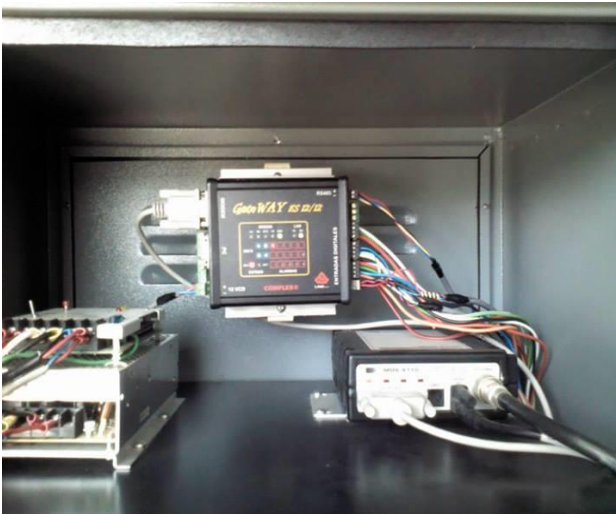
Mantenimiento correctivo a UTR neumático de estructuras de seccionamiento de líneas.



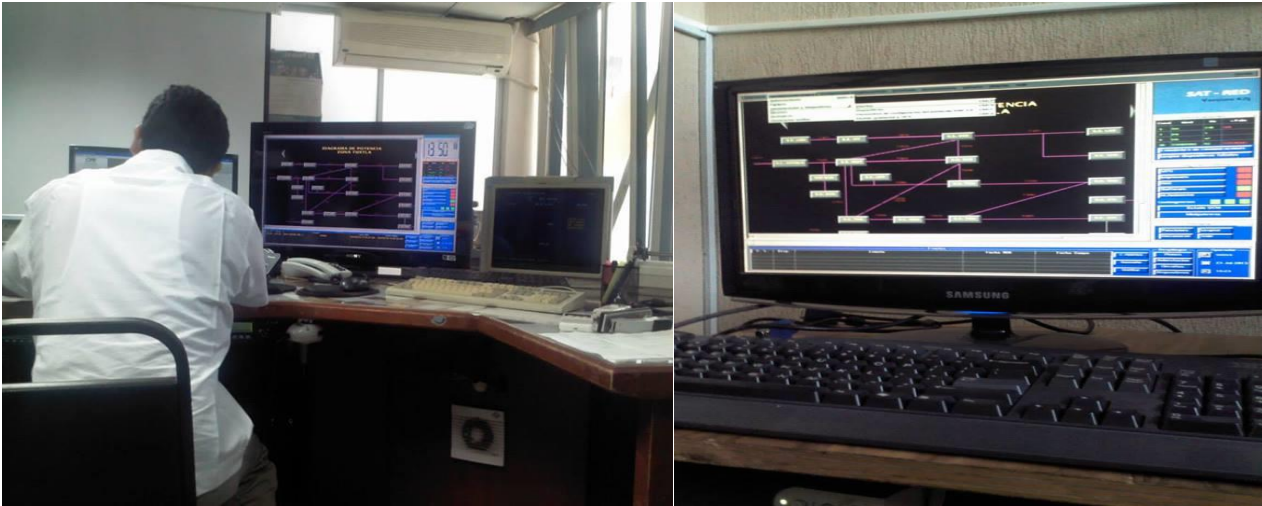
Visita a Subestación Malpaso III



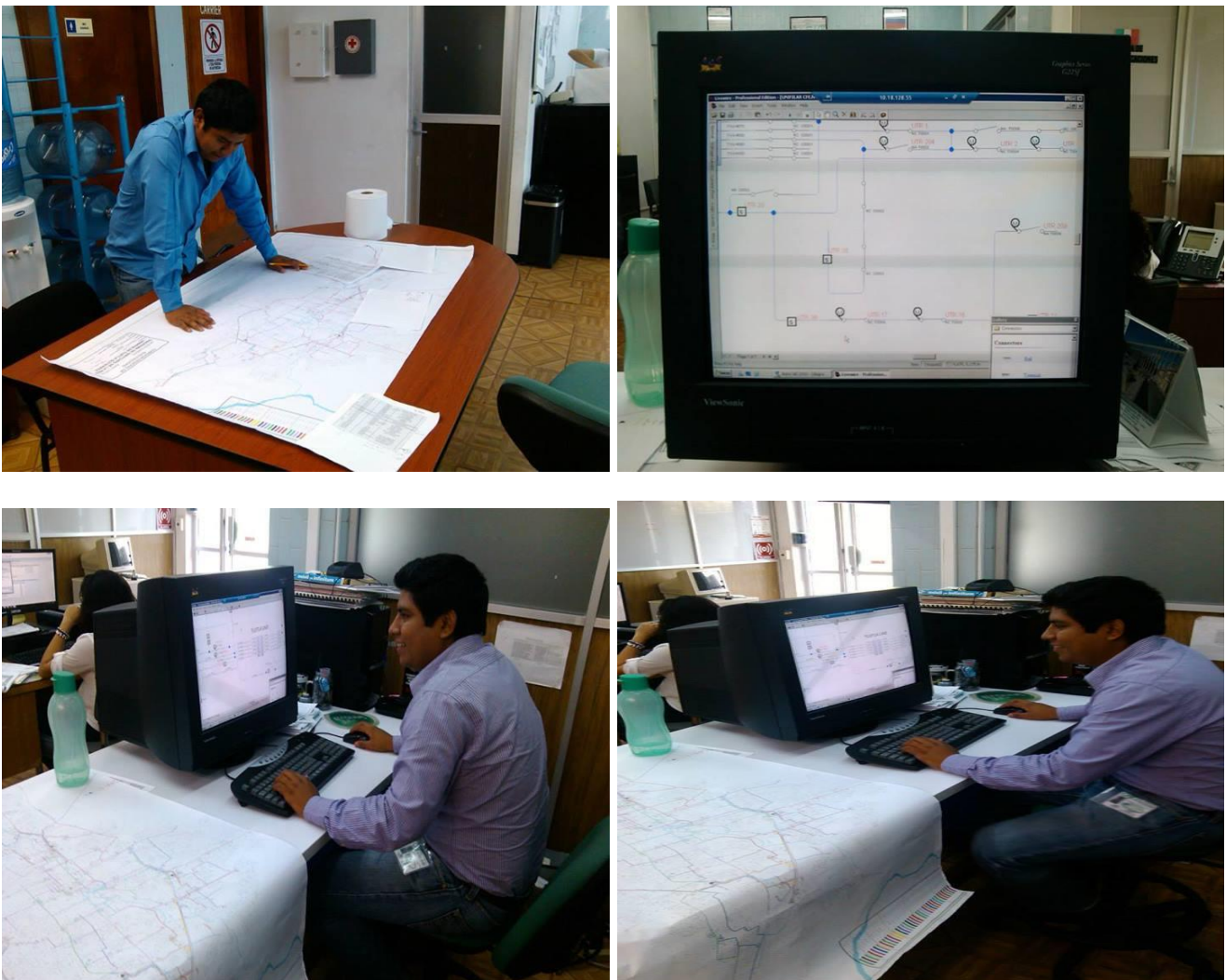
Capacitación Mantenimiento preventivo de UTR's y Radio-Módems de Subestaciones.



Capacitación de operación de controles en sala de operadores de automatismo y control de subestaciones.



Creación del nuevo Mapeo de Automatismo en Tuxtla Gutiérrez utilizando Livewire para Simulación.



Mantenimiento a Repetidor en cerro la Sepultura.



Capacitación de tránsito vial para trabajadores del sector público.

