

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN
ESPECIAL**

TEMA:

**“ESTUDIO TÉCNICO DE LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTAR UNA RED
DE DATOS PARA EL MONITOREO REMOTO DE LOS PARÁMETROS
OPERATIVOS DE TRANSMISORES DE RADIODIFUSIÓN FM UTILIZANDO
LA PLATAFORMA CELULAR GSM/GPRS.”**

Edwin Gonzalo Panchi Herrera

Quito – 2016

AUTORÍA

Yo, Edwin Gonzalo Panchi Herrera, portador de la cédula de ciudadanía No. 170776593-7, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

Edwin Gonzalo Panchi Herrera

Contenido

1. Introducción	7
2. Justificación.....	8
3. Antecedentes	10
4. Objetivos	13
4.1. Objetivo General:.....	13
4.2. Objetivos Específicos:	13
5. Desarrollo del Caso de Estudio	14
5.1. Análisis del estado actual de los sistemas de transmisión de la estación matriz y sus repetidoras, de la red de distribución de programación y el procedimiento utilizado para el monitoreo de sus transmisores.	14
5.1.1. Ubicación y datos geográficos del estudio principal y secundario	17
5.1.2. Sistemas de transmisión	19
5.1.2.1. Ubicación y datos geográficos:	19
5.1.2.2. Equipos transmisores.....	20
5.1.3. Sistemas de enlaces	23
5.1.3.1. Trayectos y frecuencias de la red de enlaces.....	24
5.1.3.2. Ubicación y datos geográficos de los puntos de enlace	24
5.1.4. Procedimiento utilizado por el concesionario para el monitoreo	24
5.2. Determinación de los principales parámetros de operación de los transmisores de radiodifusión FM que se deben monitorear; analizar el equipamiento tecnológico existente para el monitoreo en sitio de los parámetros operativos de los transmisores de radiodifusión FM.....	26
5.2.1. Principales parámetros técnicos autorizados a las estaciones de radiodifusión FM	26
5.2.2. Sistema utilizado por el Estado para el monitoreo de las estaciones de radiodifusión FM.....	28
5.2.3. Parámetros para el monitoreo de un transmisor FM	31
5.2.3.1. Diagrama de bloques de un transmisor de radiodifusión FM.....	31
5.2.3.2. Parámetros para monitorear de un transmisor de radiodifusión FM	32
5.2.4. Equipos para el Monitoreo de transmisión de estaciones de radiodifusión. 35	
5.2.4.1. Analizador de espectros.....	35
5.2.4.2. Receptor DDF255	36
5.2.4.3. Equipo AUDEMAT FM MONITOR	37
5.2.5. Telemetría y Telecontrol para el monitoreo de un transmisor FM	38
5.2.5.1. Unidades remotas para telemetría de parámetros de transmisores FM	39
5.2.3 cobertura red GSM/GPRS	41

5.3 Diseño de la red de datos móvil GSM/GPRS que permita efectuar el monitoreo remoto de los transmisores FM y enviarlos al estudio principal de la estación objeto de estudio.	43
5.3.1. Topología de la red en el sitio remoto.....	44
5.3.2. Recopilación de datos para el monitoreo remoto de los parámetros de operación del transmisor.	45
5.3.2.1. Obtención de datos de potencia directa y potencia reflejada de operación del transmisor.	46
5.3.2.2. Obtención de dato de anclaje (enganche) en la frecuencia asignada.....	47
5.3.2.3. Comandos para el reseteo del transmisor (apagado/encendido).....	48
5.3.2.4. Toma de datos de temperatura ambiente y descripción del sensor respectivo. ..	49
5.3.2.5. Toma de datos de estado de puerta y descripción del respectivo sensor.	51
5.3.3. Equipo recolector de datos, Unidad de telemetría UR FLEX de TSDA.....	53
5.3.3.1.- Especificaciones Técnicas:	53
5.3.3.2. Partes constitutivas de la Unidad UR FLEX:	54
5.3.3.3. Puertos utilizados para la recopilación de datos en la Unidad UR FLEX.....	56
5.3.4. Requerimiento de ancho de banda para el enlace de comunicación:	57
5.3.4.1. Cálculo del volumen de datos recopilados.	58
5.3.5. Estación Central del estudio	62
5.3.5.1. Multimodem GSM/GPRS de Multitech	63
5.3.5.2. Computador del estudio (Estación central)	65
5.3.5.3. Software de Administración y Gestión SYNAPSE SYSTEM de TSDA.....	66
5.4. Estudio económico de la propuesta de solución de la red de datos para el monitoreo remoto de los transmisores FM.	70
5.4.1. Costos de equipos y software	70
5.4.2. Costos de servicio GPRS (M2M).....	72
6. Conclusiones y Recomendaciones	73
6.1. Conclusiones.....	73
6.2. Recomendaciones:	75
Bibliografía	76
Anexos:	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1: Datos geográficos del estudio principal	17
Tabla No. 2: Datos geográficos del estudio secundario	18
Tabla No. 3: Datos geográficos de la ubicación de transmisores	19
Tabla No. 4: Marca y modelo de transmisores.....	20
Tabla No. 5: Frecuencias auxiliares (red de enlaces).....	24
Tabla No. 6: Ubicación y datos geográficos de puntos de enlace	24
Tabla No. 7: Parámetros técnicos autorizados a una estación de radiodifusión FM	27
Tabla No. 8: Datos técnicos de Radio STEREO ZARACAY (100.5 MHz).....	27
Tabla No. 9: Parámetros para monitorear un transmisor FM.....	33
Tabla No. 10: Parámetros objeto de monitoreo.....	35
Tabla No. 11: Bandas de frecuencias para GSM.....	42
Tabla No. 12: Descripción de pines 4 y 16, conector DB25 hembra	46
Tabla No. 13: Condiciones de operación sensor de temperatura	50
Tabla No. 14: Condiciones de operación sensor de puerta	52
Tabla No. 15: Especificaciones técnicas de la Unidad UR FLEX	53
Tabla No. 16: Detalle de alarmas del panel frontal de la Unidad UR FLEX	54
Tabla No. 17: Detalle de puertos del panel frontal de la Unidad UR FLEX.....	55
Tabla No. 18: Detalle de conexión de puertos para toma de datos y mediciones	56
Tabla No. 19: Detalle de precios de equipos de sitios remotos.....	71
Tabla No. 20: Detalle de precios de equipos Estación Central (estudio)	72
Tabla No. 21: Costos prestación de servicios de datos GPRS (M2M).....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1.- Configuración del Sistema de Radio STEREO ZARACAY	16
Figura No. 2: Diagrama de instalaciones del estudio.....	18
Figura No. 3: Antenas Cerro Pilisurco	19
Figura No. 4: Antenas Cerro Pichincha	25
Figura No. 5: Esquema del Sistema SACER	29
Figura No. 6: Esquema de la red del Sistema SACER.....	30
Figura No. 8: Analizador de espectros Wiltek	35
Figura No. 9: Panel frontal y posterior de Receptor DDF255.....	36
Figura No. 10: Captura de conexión con software Argus	37
Figura No. 11: Panel frontal de equipo Audemat.....	37
Figura No. 12: Equipo UR FLEX	39
Figura No. 13: Equipo Elenos.....	40
Figura No. 14: Equipo Elenos.....	41
Figura No. 15: Esquema de red del sistema de monitoreo remoto de transmisores FM	44
Figura No. 16: Esquema de red en el sitio remoto	44
Figura No. 17: Conector DB25 hembra del panel posterior del amplificador RVR PJ2000	46
Figura No. 18: Luces led de alarmas, panel frontal del excitador RVR PTX30LCD	47
Figura No. 19: Conector DB15, panel posterior del excitador RVR PTX30LCD	48
Figura No. 20: Panel posterior del amplificador RVR PJ2000, conector BNC [10].....	49
Figura No. 21: Sensor de temperatura ambiente	49
Figura No. 22: Función de transferencia de Voltaje a temperatura.....	51
Figura No. 23: Sensor de puerta.....	51
Figura No. 24: esquema de conexión sensor de puerta	52
Figura No. 25: Equipo UR FLEX	53
Figura No. 26: Panel frontal del sistema UR FLEX.....	54
Figura No. 27: Panel posterior del sistema UR FLEX	55
Figura No. 28: Topología de Red del estudio (Estación Central)	62
Figura No. 29: Panel frontal multimodem GSM/GPRS.....	63
Figura No. 30: Panel posterior multimodem GSM/GPRS	64
Figura No. 31: Iconos de los 3 Módulos de SYNAPSESYSTEM.....	67
Figura No. 32: Envío de alarmas.....	68
Figura No. 33: Visualización de los parámetros monitoreados.....	69
Figura No. 34: Mapa	69

1. Introducción

En general, las estaciones y sistemas de radiodifusión sonora y televisión de señal abierta, tienen instalados sus sistemas de transmisión fuera del perímetro urbano de las ciudades y centros poblados, procurando en el caso de la radiodifusión en frecuencia modulada (FM) y televisión abierta VHF y UHF, ubicarlos en sitios altos como lomas, cerros y elevaciones de manera de conseguir línea de vista directa con los puntos de recepción, para obtener una mayor cobertura.

Para que una estación de radiodifusión sonora FM tenga cobertura provincial, regional o nacional, debe disponer de la autorización de las frecuencias necesarias para la operación de una estación matriz, que genera la programación y varias repetidoras que receptan la totalidad de la programación de la matriz y la retransmiten simultáneamente para cubrir otras ciudades y poblaciones, conforme lo establecido en la respectiva Norma Técnica de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada Analógica.

La operación de las estaciones de radiodifusión sonora FM, sea matriz o repetidora debe ajustarse a los parámetros técnicos autorizados en los respectivos títulos habilitantes, tanto para el estudio, sistemas de transmisión y enlaces de distribución de la programación; es así que para los sistemas de transmisión, los parámetros más importantes son: la ubicación autorizada, la frecuencia de operación, la potencia de operación del transmisor, el tipo de sistema radiante, el área de cobertura autorizada, etc.

Para el concesionario de una estación o sistema de radiodifusión constituye un requerimiento importante el disponer de información oportuna sobre las condiciones operativas de los transmisores de la estación matriz y sus repetidoras, sin tener que realizar una visita a cada sitio donde se encuentran instalados los sistemas de transmisión, esto es disponer de la información en su oficina o en el estudio de su estación matriz.

En el presente trabajo se efectúa un estudio técnico de la factibilidad de implementar una red de datos para el monitoreo remoto de los parámetros operativos de transmisores de estaciones de radiodifusión FM utilizando la plataforma celular GSM/GPRS, para lo cual se considera como caso de estudio el sistema de radiodifusión denominado STEREO ZARACAY (100.5 MHz), matriz de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados y sus repetidoras.

2. Justificación

De acuerdo con el listado de concesionarios de frecuencias de los servicios de radiodifusión sonora FM, publicada en la página web www.arcotel.gob.ec de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones ARCOTEL¹, cortado al mes de julio de 2016, existen 883 frecuencias autorizadas para la operación de estaciones de radiodifusión sonora FM en el ámbito nacional, entre matrices y repetidoras, correspondiente a 497 concesionarios, los cuales en la mayoría de los casos contratan los servicios de empresas y/o profesionales para efectuar el mantenimiento técnico y los monitoreos de las condiciones operativas de los transmisores, lo cual

¹ Página web de ARCOTEL

requiere de un equipamiento adecuado para el monitoreo e incluso de la visita al sitio donde se encuentran instalados los transmisores, lo que demanda de tiempo, recursos materiales, recursos de personal y costos económicos.

En cumplimiento de las actividades de control de los servicios de telecomunicaciones y de radiodifusión y televisión, la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, utilizando equipamiento especializado para el monitoreo del espectro radioeléctrico, realiza monitoreos continuos para verificar los parámetros de operación de las estaciones de radiodifusión FM, de los cuales en caso de haberse detectado algún incumplimiento, se inicia el respectivo proceso administrativo sancionador, que puede finalizar con la disposición de efectuar las correcciones técnicas necesarias y una sanción económica, conforme lo establecido en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones LOT, cuyo valor puede ser considerable, dependiendo de los ingresos de la estación y del tipo de infracción que se haya establecido, e incluso ocasionar el inicio del proceso de terminación del título habilitante y reversión de la frecuencia al Estado, como sería por ejemplo el caso de la suspensión de emisiones de una estación por más de 90 día consecutivos sin autorización de la ARCOTEL.

En un sistema de radiodifusión FM conformado por una estación matriz y varias repetidoras, se considera vital el contar con un sistema de monitoreo para conocer el estado operativo de todos sus transmisores, puesto que se han dado casos en que el concesionario se entera de que alguna de sus repetidoras no está en operación, cuando un radioyente llama a reportar que en su ciudad no tiene señal.

Con la finalidad de contribuir con una alternativa de solución para que los concesionarios de los medios de comunicación de radiodifusión sonora FM, dispongan de la información de las condiciones de operación de los transmisores, en el presente trabajo se efectúa un estudio técnico de la factibilidad de implementar una red de transmisión de datos para el monitoreo remoto de los parámetros operativos de transmisores de estaciones de radiodifusión FM utilizando la plataforma celular GSM/GPRS, considerando como caso de estudio el sistema de radiodifusión denominado STEREO ZARACAY (100.5 MHz), matriz de la ciudad de Santo Domingo y sus repetidoras, para lo cual se determinará cuál es la situación actual de configuración del sistema de radiodifusión objeto de estudio, se determina el equipamiento instalado en cada sitio de transmisión, se define los parámetros que serán objeto de monitoreo, se analiza el equipamiento disponible en el mercado para el monitoreo remoto de las condiciones de operación de los transmisores FM y se plantea una solución para que el concesionario disponga de manera centralizada la información de los parámetros operativos de transmisores de estaciones de radiodifusión FM, de manera de conocer si alguna estación dejó de operar, si no existe variación en la frecuencia de operación, cual es la potencia de operación del transmisor y la temperatura en el interior de la caseta, de manera de tomar acciones correctivas inmediatas, evitando posibles procesos administrativos, sanciones o procesos de terminación de títulos habilitantes.

3. Antecedentes

El servicio de radiodifusión sonora FM, es uno de los medios de comunicación social con mayor cobertura en nuestro país, habiéndose otorgado la primera autorización para

la instalación y operación de una estación en frecuencia modulada FM en la década de 1970. Este nuevo servicio tuvo muy buena acogida por los oyentes, debido a la mejora de la señal recibida (sin ruido) en relación a señal de la radiodifusión AM; sin embargo, una desventaja en relación con la AM es la menor cobertura de la estación debido a las características de propagación.

Con el objetivo de obtener la mayor cobertura posible, así como cumplir con la regulación establecida, los concesionarios de las estaciones de radiodifusión sonora y de televisión de señal abierta han instalado los transmisores de sus estaciones en sitios altos y fuera del perímetro urbano, sitios en los cuales con el transcurso del tiempo se desarrolló la infraestructura de acceso, energía eléctrica, de seguridad de instalaciones y equipos.

En el ámbito nacional, de acuerdo con la información publicada en la página web de la ARCOTEL, para la prestación del servicio de radiodifusión en frecuencia modulada, están autorizadas 883 frecuencias, correspondientes a 497 estaciones matrices y 386 estaciones repetidoras, distribuidas por provincia de acuerdo al detalle siguiente:

PROVINCIA	ESTACIONES MATRICES	ESTACIONES REPETIDORAS	TOTAL ESTACIONES FM
AZUAY	31	41	72
BOLIVAR	15	7	22
CAÑAR	14	13	27
CARCHI	18	18	36
CHIMBORAZO	30	30	60
COTOPAXI	12	2	14
EL ORO	26	18	44
ESMERALDAS	21	20	41
GALAPAGOS	6	7	13
GUAYAS	44	13	57
IMBABURA	22	11	33
LOJA	37	27	64
LOS RIOS	15	14	29
MANABI	40	33	73
MORONA SANTIAGO	13	18	31
NAPO	9	10	19

ORELLANA	10	6	16
PASTAZA	16	6	22
PICHINCHA	45	8	53
SANTA ELENA	14	23	37
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	17	17	34
SUCUMBIOS	14	12	26
TUNGURAHUA	21	23	44
ZAMORA CHINCHIPE	7	9	16
TOTAL	497	386	883

La verificación y monitoreo de las condiciones de operación de los transmisores de las estaciones de radiodifusión FM por parte de los concesionarios, es ocasional y en la mayoría de los casos se realiza cuando se ha reportado algún daño o alguna estación está fuera del aire; esto es más crítico en el caso de los concesionarios de sistemas regionales o nacionales de radiodifusión, puesto que en la mayoría de casos el mantenimiento o control preventivo es esporádico, puesto que se realiza mediante visitas técnicas a los sitios donde están instalados los sistemas de transmisión por parte de los técnicos encargados del mantenimiento de las estaciones de radiodifusión, visitas que son ocasionales y generalmente con fines correctivos, por lo que no se dispone de un reporte diario, semanal ni mensual, y menos inmediato de las condiciones de operación de los transmisores, más en situaciones críticas como la suspensión de emisiones. Esta manera de efectuar el monitoreo demanda la utilización de recursos de personal, tiempo, movilización, equipos especializados para control, lo que genera costos para el concesionario.

Disponiendo de un sistema remoto de monitoreo de las condiciones de operación de los transmisores, el concesionario puede disponer de información inmediata o descargar los datos referentes a las condiciones de operación de sus equipos, lo cual le proporciona herramientas para tomar acciones correctivas inmediatas, de manera de no

caer en incumplimientos o infracciones que ocasione algún proceso administrativo sancionador

4. Objetivos

4.1. Objetivo General:

Realizar un estudio técnico de la factibilidad de implementar una red de datos para el monitoreo remoto de los parámetros operativos de transmisores de las estaciones de radiodifusión sonora FM, utilizando la plataforma celular GSM/GPRS.- Caso de estudio sistema de radiodifusión denominado STEREO ZARACAY (100.5 MHz), matriz de la ciudad de Santo Domingo.

4.2. Objetivos Específicos:

1. Analizar el estado actual de los sistemas de transmisión de la estación matriz y sus repetidoras, de la red de distribución de programación y el procedimiento utilizado para el monitoreo de sus transmisores.
2. Determinar los principales parámetros de operación de los transmisores de radiodifusión FM que se deben monitorear; analizar el equipamiento tecnológico existente para el monitoreo en sitio de los parámetros operativos de los transmisores de radiodifusión FM.
3. Diseñar la infraestructura requerida para implementar la red de datos móvil GSM/GPRS que permita efectuar el monitoreo remoto de los transmisores FM y enviarlos al estudio principal de la estación objeto de estudio.

4. Realizar un estudio económico de la propuesta de solución de la red de datos para el monitoreo remoto de los transmisores FM.

5. Desarrollo del Caso de Estudio

Se inicia con la descripción de la configuración actual del sistema de radiodifusión denominado STEREO ZARACAY (100.5 MHz), matriz de la ciudad de Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de Los Tsáchilas, para luego determinar los principales parámetros de operación de los transmisores FM, analizar algunos tipos de equipos que se podría utilizar para el monitoreo remoto de los parámetros de operación de estaciones de radiodifusión FM, lo que permitiría efectuar un diseño de la red de datos utilizando la plataforma de telefonía móvil GSM/GPRS, para que el concesionario disponga de la información de las condiciones de operación de los transmisores que conforman su estación.

5.1. Análisis del estado actual de los sistemas de transmisión de la estación matriz y sus repetidoras, de la red de distribución de programación y el procedimiento utilizado para el monitoreo de sus transmisores.

Un sistema de radiodifusión sonora FM está conformado por una estación matriz, en donde se genera la programación y algunas estaciones repetidoras, que reciben la totalidad de la programación generada en la estación matriz y la retransmiten simultáneamente, para lo cual se requiere de una red de enlaces de distribución de la programación, que pueden ser enlaces terrestres, satelitales, a través de operadores del servicio portador o IP. En el presente caso de estudio se considera el sistema de Radio

STEREO ZARACAY (100.5 MHz), conformado por una estación matriz, que sirve a la ciudad de Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de Los Tsáchilas, tres repetidoras que sirven a las ciudades de Quito, Ambato-Latacunga y Babahoyo, un estudio secundario en la ciudad de Quito y siete frecuencias auxiliares para distribuir la programación de la matriz hacia sus repetidoras, como se observa en el siguiente gráfico:

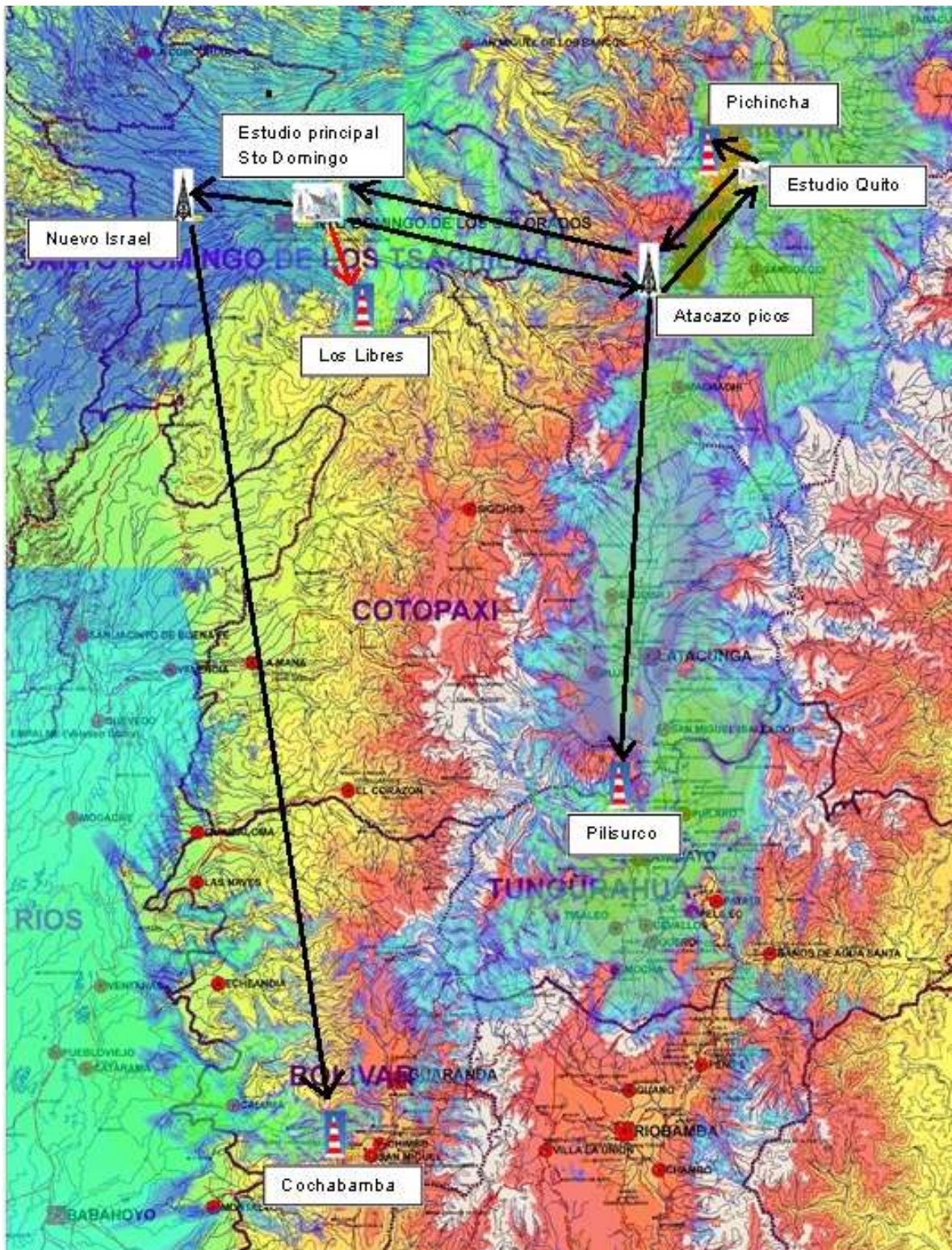


Figura No. 1.- Configuración del Sistema de Radio STEREO ZARACAY
 Fuente: Elaboración propia, software ICS TELECOM

5.1.1. Ubicación y datos geográficos del estudio principal y secundario

a) Estudio principal

Instalaciones funcionales donde se genera y concentra la programación en forma permanente para ser enviada al transmisor principal y sus repetidoras, cuyos datos geográficos se detallan en la Tabla No. 1:

Tabla No. 1: Datos geográficos del estudio principal

Provincia	Ciudad:	Dirección:	Datos geográficos		
			Latitud	Longitud	Altura snm
Santo Domingo de los Tsáchilas	Santo Domingo	Av. Quito y Abraham Calazacón	00°14'55,00"S	79°09'33,00" W	568 m

Fuente: Arcotel

Los principales equipos que conforman el estudio son: consola de audio, generador/procesador de audio, reproductor de discos, grabador/reproductor de cinta de audio digital, amplificador de audio, micrófonos, audífonos, parlantes, híbrido telefónico, parlantes, sistema para grabar y conservar la programación por al menos 180 días, etc. En el gráfico No. 2 se observa un esquema general de los equipos que conforman un estudio de una estación de radiodifusión sonora.



Figura No. 2: Diagrama de instalaciones del estudio.
 Fuente: www.pkctech.co.th/product/solidyne-audio-console-d816

b) Estudio secundario

Instalaciones funcionales fijas o móviles donde se genera programación que será enviada en contribución al estudio principal, a través de cualquiera de las modalidades de enlaces. En la Tabla No. 2 se detalla los datos geográficos de la ubicación del estudio secundario:

Tabla No. 2: Datos geográficos del estudio secundario

Provincia	Ciudad:	Dirección:	Datos geográficos		
			Latitud	Longitud	Altura snm
Pichincha	Quito	Calle Bosmediano No. 368 y Jorge Carbo, Sector Bellavista	00°11'20.00"S	78°28'23.00"W	2884 m

Fuente: Arcotel

5.1.2. Sistemas de transmisión

Los sistemas de transmisión de las estaciones de radiodifusión sonora FM, se encuentran instalados en sitios altos fuera del perímetro urbano de las ciudades, su infraestructura y equipamiento está conformado principalmente por el equipo transmisor, el sistema radiante (arreglo de antenas), línea de transmisión, alimentadores de antenas, distribuidor de potencia, la infraestructura de caseta, torre, energía eléctrica, sistema de ventilación, conexión de puesta a tierra, pararrayos y señalización para la navegación aérea, etc. En cada sitio de transmisión también se encuentra el equipamiento de los enlaces que llevan la programación a cada sitio de transmisión, sean radioeléctricos, satelitales, físicos o IP.



Figura No. 3: Antenas Cerro Pilisurco
Fuente: Arcotel

5.1.2.1. Ubicación y datos geográficos:

Tabla No. 3: Datos geográficos de la ubicación de transmisores

No.	Ciudad principal cobertura	M/R	Frecuencia (MHz)	Ubicación transmisor	Datos geográficos		
					Latitud	Longitud	Altura snm (m)
1	Santo Domingo	M	100.5	Cerro Los Libres	00°24'35,00"S	79°04'08,00"W	1944

2	Quito	R	100.5	Cerro Pichincha	00°10'04,00"S	78°31'25,00"W	3820
3	Ambato-Latacunga	R	100.5	Cerro Pilisurco	01°09'18,00"S	78°39'55,00"W	4116
4	Babahoyo	R	100.3	Cerro Cochabamba	01°41'44,00"S	79°06'23,00"W	2990

Fuente: Arcotel

5.1.2.2. Equipos transmisores

Tabla No. 4: Marca y modelo de transmisores

No.	Ciudad principal cobertura	Ubicación transmisor	Transmisor		Potencia nominal del transmisor (W)
			Marca	Modelo	
1	Santo Domingo	Cerro Los Libres	Electrolink	2K5	5000
2	Quito	Cerro Pichincha	Electrolink	2K10	10000
3	Ambato-Latacunga	Cerro Pilisurco	DB Eleetronica	PF2000	2000
4	Babahoyo	Cerro Cochabamba	RVR	PJ2000	2000

Fuente: Arcotel

➤ **Transmisores Electrolink 2K5 y 2K10:**

Cada transmisor incluye los siguientes componentes:

- Excitador (analógico o digital disponible)
- Amplificadores de potencia (línea horizontal y vertical)
- Estante para el transmisor de acero inoxidable con sistema de enfriamiento
- Combinador de potencia
- Distribución de poder
- Unidad de control (para control local / remoto)
- Transformadores reductores (protección completa).

La unidad lógica de control del transmisor, equipada con una pantalla táctil display, puede manejar todos los parámetros y diagnóstico sobre el estado del equipo y sus

subunidades relacionadas, proporcionando todas las funciones de control. Todos los parámetros de transmisor y amplificador necesarios para el diagnóstico se pueden recuperar local o remotamente mediante el protocolo estándar (IP) y el software estándar (navegador web y aplicación de labview). Cada amplificador de potencia es autoprotegido y autocontrolado.

CARÁCTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Potencia de salida 5kW / 10kW
- Conector de salida RF 1 "5/8 EIA
- Impedancia de entrada / salida 50Ω
- Supresión armónica > 80 dB
- Productos de intermodulación <1μW
- Control remoto a través de la interfaz serie RS232
- Consumo de energía a 10 kW RF 17,8 kVA (todo incluido)
- Factor de potencia cos. $\geq 0,95$
- Dimensiones (mm) 580 x 1230 x 1662 (H)
- Peso 500Kg
- Temperatura ambiente - 5 a + 45 ° C
- Temperatura de almacenamiento -20 a + 70 ° C

➤ **Transmisor DB ELETTRONICA, modelo PF2000,**

Dispone de un panel frontal LCD que permite configurar la frecuencia. En el display del amplificador se puede visualizar todos los parámetros de operación así como también indicadores de alarma.

Todas las medidas y parámetros principales del transmisor se indican en la pantalla del amplificador (potencia transmitida y reflejada, tensiones y corrientes de cada paleta, temperatura interna) y también todas las indicaciones de alarma (VSWR, sobretemperatura, overdrive, etc.).

Un control remoto con Web Server, SMS y SNMP Client (Simple Network Management Protocol) están disponibles como opción para la visualización remota y control de los parámetros del amplificador.

Es posible visualizar de forma remota todas las medidas e indicaciones de alarma utilizando un navegador de Internet (Microsoft Explorer 6.0 u otro con la opción WEB SERVER) o con mensajes cortos en el teléfono móvil (opción SMS).

CARÁCTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Potencia de salida 2000 vatios
- Impedancia de salida RF 50 Ohms
- Conector de salida de RF EIA 7/8 "
- Rango de frecuencia 87,5 - 108 MHz
- Tipo de modulación F3E estéreo y mono
- Modo de modulación Mono, estéreo, MPX, Aux
- Pre-énfasis 0, 50, 75 us seleccionable
- CA Energía de entrada 110/220/240 Vac \pm 10%, monofásico o 220/380 Vac \pm 10% tres fases, 50/60 Hz
- Enfriamiento Aire Forzado por ventiladores internos

- Temperatura de funcionamiento $-10^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$
- Humedad máxima 95% sin condensación
- Dimensiones Rack de 19" - 9U (versión de un solo controlador)

➤ **Transmisor RVR, modelo PJ2000**

CARÁCTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Potencia de salida 2000 vatios
- Impedancia de salida RF 50 Ohms
- Conector de salida de RF EIA 7/8"
- Rango de frecuencia 87,5 - 108 MHz
- Conector entrada RF tipo N
- Interface de telemetría
- Interface serial RS232

5.1.3. Sistemas de enlaces

La red de enlaces del sistema de Radio STEREO ZARACAY (100.5 MHz), matriz de la ciudad de Santo Domingo, está conformada por enlaces radioeléctricos, que utilizan frecuencias en las bandas de 200, 400 y 900 MHz.

En general, el equipo transmisor de un enlace radioeléctrico toma la señal compuesta MPX generada por el procesador de audio y la ingresa a un modulador que genera frecuencia intermedia IF de 10.7 MHz que ingresa a un mixer donde se combina con la frecuencia del oscilador local para modular a la señal de radiofrecuencia RF que alimenta a una antena a través de una línea de transmisión.

5.1.3.1. Trayectos y frecuencias de la red de enlaces

Tabla No. 5: Frecuencias auxiliares (red de enlaces)

No.	Trayecto:	Frecuencia (MHz)	Distancia (km)	Tipo enlace:
1	Estudio Santo Domingo-Cerro Los Libres	230.5	20.09	Estudio-transmisor
2	Estudio Santo Domingo-Cerro Atacazo (picos)	230.5	61.07	Auxiliar
3	Cerro Atacazo (picos)-Cerro Pilisurco	220.6	88.85	Auxiliar
4	Cerro Atacazo (picos)-Estudio secundario Quito	220.6	24.54	Auxiliar
5	Estudio secundario Quito-Cerro Pichincha	427.25	6.08	Auxiliar
6	Estudio Santo Domingo-Cerro Nuevo Israel	230.08	20.02	Auxiliar
7	Cerro Nuevo Israel-Cerro Cochabamba	225.02	162.8	Auxiliar
8	Estudio Secundario Quito-Cerro Atacazo (picos)	959.25	24.84	Auxiliar
9	Cerro Atacazo (picos)-Estudio principal Santo Domingo	1670.25	61.96	Auxiliar

Fuente: Arcotel

5.1.3.2. Ubicación y datos geográficos de los puntos de enlace

Tabla No. 6: Ubicación y datos geográficos de puntos de enlace

No.	Ubicación:	Latitud:	Longitud:	Altura snm (m)
1	Estudio principal Santo Domingo	00°14'55,00"S	79°09'33,00"W	568
2	Estudio secundario Quito	00°11'20,00"S	78°28'23,00"W	2884
3	Cerro Los Libres	00°24'35,00"S	79°04'08,00"W	1944
4	Cerro Pichincha	00°10'04,00"S	78°31'25,00"W	3820
5	Cerro Pilisurco	01°09'18,00"S	78°39'55,00"W	4116
6	Cerro Cochabamba	01°41'44,00"S	79°06'23,00"W	2990
7	Cerro Atacazo (picos)	00°21'21,00"S	78°37'10,00"W	4351
8	Cerro Nuevo Israel	00°14'26,00"S	79°20'17,00"W	339

Fuente: Arcotel

5.1.4. Procedimiento utilizado por el concesionario para el monitoreo

Desde la inauguración de Radio STEREO ZARACAY (100.5 MHz), efectuada el 12 de junio de 1981, hasta la presenta fecha, la instalación, puesta en operación y el mantenimiento técnico preventivo y correctivo, se encuentra a cargo de la empresa ECUATRONIX, que cuenta con amplia experiencia en el desarrollo de proyectos de

radiodifusión y televisión, personal técnico especializado, herramientas e instrumental necesarios para ajustar y solucionar problemas técnicos en la operación de las estaciones de radiodifusión y televisión.

El monitoreo de las condiciones de operación de los transmisores de Radio STEREO ZARACAY (100.5 MHz), matriz de Santo Domingo y sus repetidoras de Quito (100.5 MHz), Ambato-Latacunga (100.5 MHz) y Babahoyo (100.3 MHz), se efectúa mediante inspecciones en sitio a cada transmisor, esto es en cada Cerro donde se encuentran instaladas, las cuales se efectúa una vez al mes de forma rutinaria, y, en cualquier momento en que se detecte problemas en la operación de alguna de las estaciones o de radioenlaces, de manera de verificar los daños y tomar acciones para solucionarlos.



Figura No. 4: Antenas Cerro Pichincha
Fuente: Arcotel

Dado que los monitoreos y visitas técnicas se realizan mensualmente, no se dispone de datos de las condiciones de operación de los equipos transmisores de las estaciones matriz y repetidoras de forma continua, ni de reportes inmediatos de los parámetros de

operación, sino que se dispondrá de ellos una vez que se haya efectuado la visita técnica en sitio a cada transmisor.

5.2. Determinación de los principales parámetros de operación de los transmisores de radiodifusión FM que se deben monitorear; analizar el equipamiento tecnológico existente para el monitoreo en sitio de los parámetros operativos de los transmisores de radiodifusión FM.

5.2.1. Principales parámetros técnicos autorizados a las estaciones de radiodifusión FM.

El servicio de radiodifusión sonora FM está regulado por las Disposiciones de la Constitución de la República del Ecuador, publicada en el Registro Oficial No. 449 de 20 de octubre de 2008, Ley Orgánica de Comunicación, publicada en el Tercer Suplemento del Registro Oficial No. 22 de 25 de junio de 2013, Ley Orgánica de Telecomunicaciones, publicada en el Tercer Suplemento del Registro Oficial No. 439 de 18 de febrero de 2015, los respectivos Reglamentos Generales a las Leyes Orgánicas, el Reglamento para Otorgar Títulos habilitantes para Servicios del Régimen General de Telecomunicaciones y Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, expedido con Resolución 04-03-ARCOTEL-2016 de 28 de marzo de 2016 y la Normativa aplicable al servicio de radiodifusión sonora FM, expedida por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones ARCOTEL, específicamente la expedida con Resolución ARCOTEL-2015-0061 de 8 de mayo de 2015, esto es la Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada Analógica, donde se establecen los parámetros técnicos que deben cumplir las estaciones de radiodifusión

sonora FM para su operación, conforme se detalla en los respectivos títulos habilitantes, y de que de detallan en la tabla No. 7:

Tabla No. 7: Parámetros técnicos autorizados a una estación de radiodifusión FM

Nombre de la estación:	[Nombre con el que se identifica la estación]
Concesionario:	[Nombre persona natural o jurídica]
Tipo de estación:	[Matriz o repetidora]
Cobertura principal:	[Detalle de las ciudades que se encuentran dentro de la cobertura principal de la estación]
Dirección, coordenadas y altura del estudio:	[Datos de la ubicación del estudio]
Ubicación, coordenadas y altura del transmisor:	[Datos de ubicación del transmisor]
Frecuencia de operación:	[Frecuencia asignada a la estación]
Ancho de banda autorizado:	[Anchura de banda que puede utilizar la emisión]
Tipo y forma de antena:	[Arreglo de antenas autorizado]
Azimut de ubic. Antenas:	[Configuración del sistema radiante]
No. de antenas:	[No. Total de antenas del arreglo autorizado]
Patrón de radiación del arreglo de antenas:	[omnidireccional/directivo]
Azimut de máxima radiación del arreglo:	[Dirección en la que radia mayor energía]
Ganancia del arreglo:	[Ganancia del arreglo en azimut de máxima radiación]
Pérdidas en cables y conectores:	[Atenuaciones en cables y conectores]
Polarización:	[Dirección de campo eléctrico como es radiado desde la antena transmisora]
Potencia máxima autorizada de operación del transmisor:	[Potencia de operación del equipo transmisor]
Potencia efectiva radiada (p.e.r.) de operación:	[Potencia de operación calculada considerando la ganancia del sistema radiante y las pérdidas]
Tipo de torre:	[Autosoportada, soportada, triang]
Forma de recepción de la señal:	[Enlace Radioeléctrico, Satelital, Físico, Dedicado, IP]

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 8: Datos técnicos de Radio STEREO ZARACAY (100.5 MHz)

INFORMACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS A MODIFICARSE – SISTEMAS DE TRANSMISIÓN															
No.	TIPO DE ESTACIÓN	FRECUENCIA (MHz)	UBICACIÓN DEL TRANSMISOR	EQUIPO TX			SISTEMA RADIANTE						ALTURA SISTEMA RADIANTE (m)	PER [Watts]	
				MARCA	MODELO	POTENCIA MÁX. AXIAL [Watts]	TIPO DE ANTENA	MARCA	MODELO	CONFIGURACIÓN					
										N°	Az	G			In.
1	Matriz	100.5	CERRO LOS LIBRES	ELECTROLINK	2K5	5000	ARREGLO DE 4 RADIADORES TIPO ANILLO	ECUATRONIX	EX-FM	4	330	3.3	-4	24	7568

INFORMACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS A MODIFICARSE – SISTEMAS DE TRANSMISIÓN															
No.	TIPO DE ESTACIÓN	FRECUENCIA (MHz)	UBICACIÓN DEL TRANSMISOR	EQUIPO TX			SISTEMA RADIANTE				ALTURA SISTEMA RADIANTE (m)	PER [Watts]			
				MARCA	MODELO	POTENCIAM AXIMASALI DA[Watts]	TIPO DE ANTENA	MARCA	MODELO	CONFIGURACIÓN					
										N°			Az	G	In.
2	Repetidora	100.5	CERRO PICHINCHA	ELECTROLINK	2K10	4960	ARREGLO DE 4 RADIADORES TIPO ANILLO	ECUATRONIX	EX-FM	4	90	3.3	-7.5	24	7507
3	Repetidora	100.5	CERRO PILISURCO (SAGATOA)	DB ELECTRONICA	PF2000	1000	ARREGLO DE 4 RADIADORES TIPO ANILLO	ECUATRONIX	EX-FM	4	90	3.3	-5	24	1514
4	Repetidora	100.3	CERRO COCHABAMBA	RVR	PI2000	530	ARREGLO DE 4 ANTENAS YAGI DE 3 ELEMENTOS	RVR	AJ3	4	310	10	-3.5	30	3752

Fuente: Arcotel

5.2.2. Sistema utilizado por el Estado para el monitoreo de las estaciones de radiodifusión FM

Conforme lo dispuesto en el Artículo 142 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, publicada en el Tercer Suplemento del Registro Oficial No. 439 de 18 de febrero de 2015, la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones ARCOTEL, es el Organismo del Estado encargado de la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y su gestión, así como de los aspectos técnicos de la gestión de medios de

comunicación social que usen frecuencias del espectro radioeléctrico o que instalen y operen redes².

Para el monitoreo y control del espectro radioeléctrico la ARCOTEL dispone de equipamiento de última tecnología discretos y sistemas integrados, como es el Sistema Automático de Control del Espectro Radioeléctrico SACER, conformado por 20 estaciones remotas transportables, distribuidas en las principales ciudades del país, 5 estaciones móviles, 2 estaciones fijas, 5 centros de control regionales (CCR) ubicados en Quito, Guayaquil, Cuenca, Riobamba y Portoviejo, y, 1 centro de control nacional (CCN) en Quito, que permite efectuar un control las 24 horas del día los 365 días del año, monitoreando y controlando en forma remota el adecuado uso del espectro, detección sistemas no autorizados, solución de interferencias, y verificación y medición de los parámetros de operación para que se ajusten a los autorizados en los respectivos títulos habilitantes, a fin de que se presten a la ciudadanía servicios con buena calidad, continuidad, eficiencia, responsabilidad y equidad.

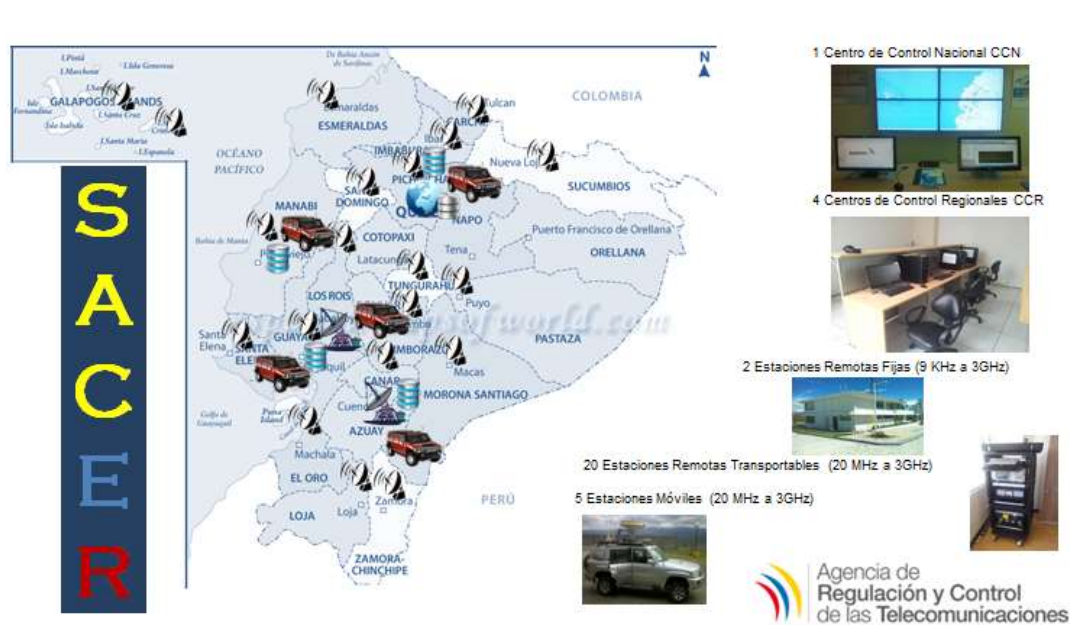


Figura No. 5: Esquema del Sistema SACER

Fuente: Arcotel

² Art. 142 Ley Orgánica de Telecomunicaciones

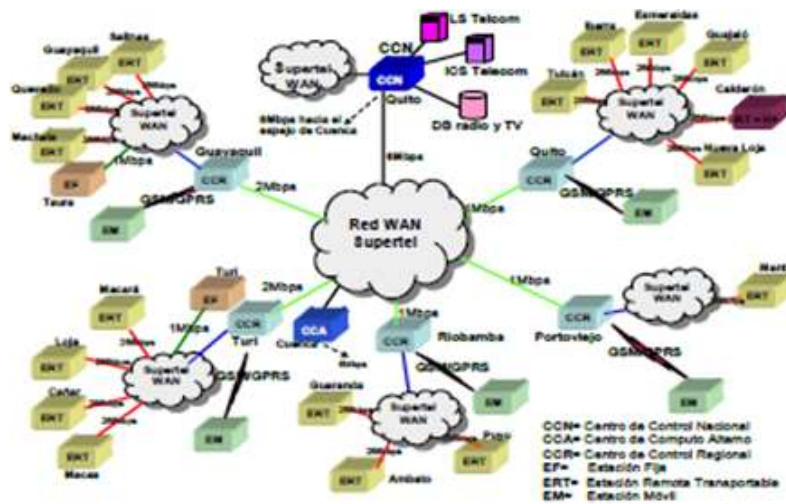


Figura No. 6: Esquema de la red del Sistema SACER
 Fuente: Arcotel

Todas las estaciones del Sistema SACER (fijas, remotas transportables y móviles), son monitoreadas y manejadas en forma remota desde los centro de Control Regional (CCR) o centro de Control Nacional (CCN). Las estaciones fijas y remotas transportables se conectan a través de la red WAN de ARCOTEL a sus respectivos Centros de Control Regional y las estaciones móviles a través de la red GSM/GPRS. Los Centros de Control Regionales se conectan con el Centro Nacional a través de la red WAN de ARCOTEL.

Cada estación está equipada con un equipo R&S DDF255 (receptor y radiogoniómetro), GPS, Switch, Juego de antenas, conmutador de antenas.

La principal característica del sistema SACER es que se puede programar de forma local o remota el monitoreo y control de las distintas bandas del espectro radioeléctrico, incluida la banda de radiodifusión sonora FM, a través del control remoto del equipo

DDF255, mediante una interfaz LAN integrada al equipo, utilizando el software ARGUS.

5.2.3. Parámetros para el monitoreo de un transmisor FM

5.2.3.1. Diagrama de bloques de un transmisor de radiodifusión FM

Funcionalidad del transmisor FM

Un transmisor está constituido fundamentalmente por un Excitador (Oscilador) que genera una señal constante en una frecuencia dentro del rango de 88-108 MHz, la cual de ser necesario es amplificada con un amplificador de RF, esta señal se denomina portadora. La señal de audio proveniente del estudio de la estación (música o voz) con componentes en frecuencia de 20 Hz a 20 KHz, (banda base), se denomina moduladora. Las dos señales, Portadora (RF) y Moduladora (banda base), ingresan al equipo modulador (Mixer), obteniéndose a su salida la señal portadora modificada por la señal de banda base, la cual pasa por la etapa de amplificación de potencia de RF (radiofrecuencia), luego es filtrada para asegurar que la emisión cumpla con lo establecido en la Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica, y a través de una línea de transmisión se lleva al dispositivo distribuidor de potencia, que distribuye la señal para cada una de las antenas del sistema radiante (arreglo de antenas), elemento que transforma la señal eléctrica en señal electromagnética para radiar al espacio.

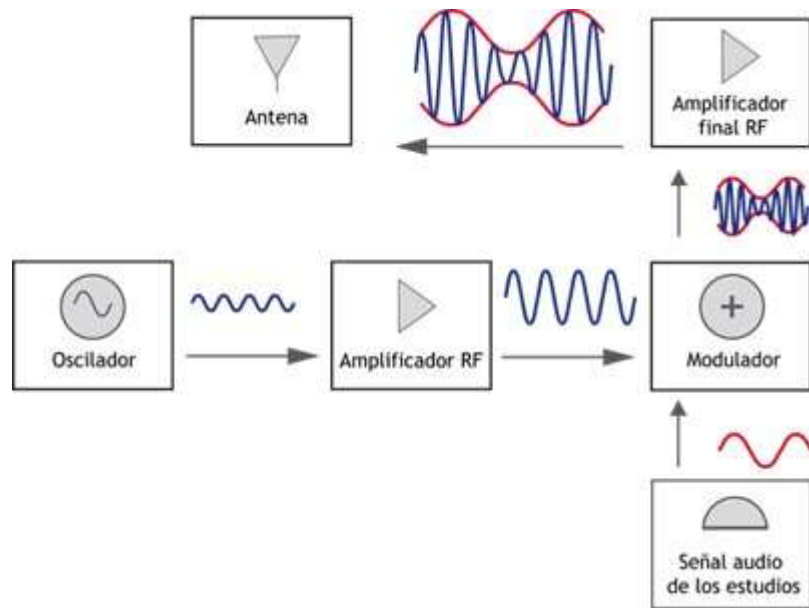


Figura No. 7: Diagrama de bloques de un transmisor FM
 Fuente: es.wikipedia.org/wiki/Radiotransmisor

5.2.3.2. Parámetros para monitorear de un transmisor de radiodifusión FM

Los servicios de radiodifusión son los medios de comunicación social de mayor penetración y cobertura en nuestro país, por ello la actividad de monitoreo y control de las condiciones de operación de su sistema de transmisión, en especial del equipo transmisor de una estación FM, es fundamental para la toma de acciones oportunas, de manera de brindar el servicio con calidad, continuidad y ajustado a la normativa respectiva.

Para determinar las condiciones de operación de un transmisor FM, se requiere monitorear algunos parámetros de funcionamiento del equipo, que se detallan en la tabla No. 2, en cada uno de los sitios donde se encuentran instalados los sistemas de transmisión FM.

Tabla No. 9: Parámetros para monitorear un transmisor FM

Parámetro	Elemento
Potencia Directa	Amplificador Final
Potencia Reflejada	Amplificador Final
Frecuencia de portadora	Muestra de RF
% de modulación	Muestra de RF
Potencia efectiva radiada	cálculo
Temperatura ambiente (interior caseta)	Interfaz
Apertura puerta caseta	Interfaz
Encendido/apagado	Interfaz

Fuente: Arcotel

- **Potencia directa.-** Potencia suministrada por el equipo transmisor al sistema radiante a través de la línea de transmisión, generalmente un cable coaxial.
- **Potencia reflejada.-** Potencia que es reflejada por la antena debido al desacoplamiento existente entre la antena, cable coaxial y el transmisor.
- **Frecuencia Portadora.-** La frecuencia asignada por la Administración Nacional para la operación de una estación de radiodifusión FM, en el rango de 88-108 MHz, cuya máxima desviación admisible es de +- 2 kHz.
- **Porcentaje de Modulación.-** Nivel de modulación que alcanza el audio que se transmite.
- **Potencia efectiva radiada.-** Potencia de transmisión que sale del sistema radiante, en función de la potencia del equipo transmisor, la ganancia del sistema radiante y las pérdidas en cables y conectores, determinada con la siguiente relación matemática:

$$P.E.R(kW)=P_T(kW)10^{\left[\frac{G(dBd)-P\u00e9rdidas(dB)}{10}\right]}$$

Donde:

P_T (kW): Potencia da la salida del transmisor.

$G(dBd)$: Ganancia del arreglo de antenas (sistema radiante)

$P\u00e9rdidas(dB)$: P\u00e9rdidas correspondientes a l\u00edneas de transmisi\u00f3n, conectores, etc.

- **Temperatura ambiente.-** La temperatura al interior de la caseta donde se encuentran instalados los equipos del sistema de transmisi\u00f3n de la radiodifusora.
- **Sensor de puerta.-** Dispositivo que se activa en el instante en que las partes sensor se encuentran lejos el uno del otro, el sistema de telemetr\u00eda TSDA inmediatamente pueden iniciar una conexi\u00f3n con el centro de control informando lo ocurrido.
- **Encendido/apagado (reseteo).-** Comando externo que ingresa a la l\u00f3gica del transmisor para conectar el equipo transmisor a tierra, produci\u00e9ndose el reinicio de su operaci\u00f3n (reseteo).

Para el presente caso de estudio se requiere monitorear y controlar los siguientes par\u00e1metros relacionados con la operaci\u00f3n del transmisor:

Tabla No. 10: Parámetros objeto de monitoreo

Parámetro	Elemento
Potencia directa	Amplificador Final
Potencia reflejada	Amplificador Final
Enganche en la frecuencia portadora	Excitador
Encendido/apagado (reseteo) transmisor	Excitador/Amplificador
Temperatura ambiente (interior caseta)	Interfaz
Estatus puerta caseta	Interfaz

Fuente: Elaboración propia

5.2.4. Equipos para el Monitoreo de transmisión de estaciones de radiodifusión.

5.2.4.1. Analizador de espectros

Equipo electrónico usado para analizar las características de una señal en el dominio de la frecuencia, para efectuar mediciones de Frecuencia, Potencia, Contenido de Armónicos, Modulación, Ancho de banda y Ruido, para ello es necesario tomar una muestra de RF para introducirla en el analizador a través de un sensor, generalmente una antena adecuada para el rango de frecuencias objeto de monitoreo.



Figura No. 8: Analizador de espectros Wiltek
Fuente: Brochure de equipo Wiltek

5.2.4.2. Receptor DDF255

Equipo receptor de la marca Rhode&Schwarz utilizado para el monitoreo del espectro radioeléctrico, tanto en estaciones fijas como en estaciones móviles, que cubre el rango de frecuencias de 20 MHz a 3.6 GHz.

Una característica importante es que permite la programación de tareas de monitoreo en forma local y remota, ya que dispone de dos interfaces de 1 Gbit LAN integrada al equipo, lo que permite su manejo remoto utilizando una conexión a través de una laptop y el software Argus.

Permite efectuar mediciones de Frecuencia, Potencia, Armónicos, Modulación, Ancho de banda y Ruido, para lo cual requiere tomar una muestra a través de un sistema de antenas para dependiendo del rango de frecuencias que se está monitoreando



Figura No. 9: Panel frontal y posterior de Receptor DDF255
Fuente: Arcotel



Figura No. 10: Captura de conexión con software Argus
Fuente: Arcotel

5.2.4.3. Equipo AUDEMAT FM MONITOR



Figura No. 11: Panel frontal de equipo Audemat
Fuente: Brochure equipo Audemat

AUDEMAT FM MONITOR (antes GOLDENEAGLE FM) es un sistema para el monitoreo de FM en el sitio de transmisión o en el área de cobertura. La unidad monitorea secuencialmente una lista preestablecida de estaciones FM, para garantizar que las estaciones FM cumplan con los parámetros autorizados.

Telemetría avanzada y gestión de infraestructura con ScriptEasy, que es el software desarrollado por World Cast Systems para dar a los usuarios el poder y la flexibilidad de crear sitios «Inteligentes» que puedan, automáticamente, tomar medidas para corregir los errores críticos que afecten el funcionamiento³. Con una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva, ScriptEasy incorpora funciones de GPIO (entrada/salida de propósito general), comunicaciones seriales, operadores lógicos, entradas directas del usuario, temporizadores y más.

5.2.5. Telemetría y Telecontrol para el monitoreo de un transmisor FM

El avance tecnológico en los servicios de radiodifusión se ha incorporado en todas las etapas del proceso, esto es en estudio (programación), red enlaces (distribución) y sistema de transmisión (difusión); sin embargo, para el monitoreo de las condiciones de operación, los concesionarios y permisionarios de las estaciones de radiodifusión han efectuado poco uso de la tecnología, el cual se realiza de la forma tradicional, generalmente con una inspección en sitio.

La Telemetría es una tecnología que permite la medición remota de variables físicas a través de interfaces electrónicas como transductores o sensores que la convierten en una señal eléctrica, y el envío de esta información a través de un medio de transmisión sea físico o inalámbrico, hacia un centro de gestión, así las mediciones y recopilación de datos se realizan en sitios remotos donde se encuentran instalados los sistemas de transmisión de radio STEREO ZARACAY (100.5 MHz).

³ Brochure del equipo Audemat FM Monitor

5.2.5.1. Unidades remotas para telemetría de parámetros de transmisores FM

1) Equipo FLEX de TSDA



Figura No. 12: Equipo UR FLEX

Fuente: www.tsda.com.br/tsda-software-controle-remoto

Unidad Remota de la marca TSDA, serie FLEX, que unifica diversidad de interfaces a través de las entradas y salidas analógicas y digitales, uso de protocolo SNMP que permite su uso en todo tipo de aplicaciones en telemetría y sistemas de control remoto para estaciones de radiodifusión y televisión.

El mando a distancia ofrece funciones importantes como la automatización de tareas utilizando la opción tunneling del router (túnel IP); de fácil instalación y configuración de nivel local a través de HTTP y SSH usando formas de conexión USB o Ethernet en modo local y remoto a través de medios de comunicación conjunto.

Las unidades remotas de la serie FLEX son la solución ideal para muchas aplicaciones de telemetría y control remoto en las industrias relacionadas con la radiodifusión, telecomunicaciones, centros de datos y POP (punto de presencia), el saneamiento de energía y agua y alcantarillado, gas, tiempo y M2M en general.

2) Equipo ELENOS Echos3



Figura No. 13: Equipo Elenos

Fuente: megacomcorp.com/producto/control-remoto-ebox-y-sistema-echos-3/

Es un sistema que permite conectar transmisores y sensores ambientales, y para transferir la información necesaria para el control completo por el operador, posibilita controlar 8 señales analógicas, 8 señales digitales y cambiar el estado de 8 relés.

Con este dispositivo se puede acceder a los principales parámetros de funcionamiento del transmisor, a través de una conexión de PC, así como una conexión remota con el dispositivo para analizar los detalles de voltaje, corrientes, temperatura, potencia, rendimiento, y para enviar comandos y cambiar el estado de la operación a través de Hyperterminal. Está equipado con una interfaz web HTTP y el protocolo SNMP

3) Equipo REM 2 de OMB

Equipo para telemetría y telecontrol de transmisores para radiodifusión FM y TV, que permite gestionar, monitorizar y controlar todos los parámetros de los equipos mediante el protocolo Simple Network Management Protocol (SNMP). La gestión se lleva a cabo a nivel de IP, por lo que se pueden controlar dispositivos conectados a cualquier red accesible desde Internet.

Es factible realizar monitoreo en tiempo real directamente en el equipo y por sistema a distancia vía internet de: velocidad de ventiladores expresada en RPM; temperatura del disipador; voltaje de entrada y salida de las fuentes de alimentación; en amplificadores de potencia RF, corriente potencia de salida, reflejada y ROE⁴.



Figura No. 14: Equipo Elenos
Fuente: www.omb.com/sites/default/files/REM%202.pdf

Para el presente caso de estudio se considerará la unidad de telemetría UR FLEX de la fábrica TSDA, dado que permite el monitoreo de los parámetros definidos en el numeral 5.2.3.2., como objeto de medición para conocer las condiciones de operación de los transmisores FM, así como la integración de interfaz externos para monitorear otras variables relacionadas con la operación del transmisor.

5.2.3 cobertura red GSM/GPRS

La tecnología GPRS (General Packet Radio Service), Servicio General de Paquetes vía Radio, se basa en el sistema GSM (Global System for Mobile Communication) de transmisión de voz, pues comparte el rango de frecuencias de la red de telefonía celular GSM, utilizando el procedimiento de conmutación de paquetes para transmitir y recibir

⁴ Brochure equipo Elenos, www.omb.com/sites/default/files/REM%202.pdf

datos; mientras que la transmisión de voz se realiza mediante la conmutación de circuitos.

Tabla No. 11: Bandas de frecuencias para GSM

Banda	Uplink [MHz]	Downlink [MHz]
GSM 850	824-849	869-894
GSM 1900	1850-1910	1930-1990

Fuente: Elaboración propia

GPRS reutiliza gran parte la infraestructura de la red GSM, por ello la cobertura de GPRS desde sus inicios es la misma de la red GSM; utiliza los espacios que no se ocupan con la voz utilizando varios simultáneamente con lo que se consigue mayor velocidad, desde un mínimo de 21.4 kbps hasta un máximo de 144 kbps (www.temastecnologicos.com/redes-moviles.html).

De acuerdo con la información enviada a la ARCOTEL por los operadoras del SMA, a través del sistema SAAD se registra las radiobases instaladas en el ámbito nacional, donde se desprende la existencia de instalaciones en sitios cuya cobertura GSM llega a los lugares donde se encuentran los transmisores de Radio STEREO ZARACAY (100.5 MHz), matriz de Santo Domingo, como es el caso de Cerro Pichincha, Cerro Pilisurco, Cerro Cochabamba y Cerro Los Libres. La disponibilidad de la cobertura GSM/GPRS también se ha verificado en las visitas en sitio efectuada por personal técnico de la ARCOTEL dentro de las actividades de control del espectro radioeléctrico en los sitios antes mencionados (www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma).

5.3 Diseño de la red de datos móvil GSM/GPRS que permita efectuar el monitoreo remoto de los transmisores FM y enviarlos al estudio principal de la estación objeto de estudio.

El sistema de monitoreo que se desea diseñar debe cumplir las siguientes condiciones:

- El sistema de monitoreo remoto estará ubicado dentro de la caseta donde se encuentran instalados los sistemas de transmisión de Radio STREEO ZARACAY (100.5 MHz), por tanto, existe disponibilidad de energía eléctrica, de servicio celular GSM/GPRS, respaldo de equipo de generación en caso de corte de energía eléctrica.

- La Unidad de telemetría recopilará los datos de potencia de operación del transmisor, esto es potencia directa y potencia reflejada, de que el excitador está enganchado en la frecuencia asignada, de la lógica de prendido/apagado (reseteo) del transmisor, del sensor de temperatura ambiente al interior de la caseta y del sensor de puerta cerrada de la caseta, estos datos a través del modem GSM/GPRS incorporado en la Unidad de telemetría, se transmite a la red GSM/GPRS.

- En el estudio se dispone de un modem **provisto por el proveedor del servicio de telefonía móvil**, para la conexión a la Red GSM/GPRS para la recepción de la información enviada por las Unidades remotas; **el modem se conecta a un Router** que envía la información al Computador ubicado en el estudio para su almacenamiento (Estación Central).

- Para la administración, gestión y visualización de la información, se contará con el software respectivo compatible con las Unidades remotas instaladas en los sitios de transmisión.

- El concesionario podrá efectuar la consulta de los datos de operación de sus sistemas de transmisión en cualquier momento con ayuda del software de gestión, utilizando el computador (Estación Central) ubicado en el estudio.

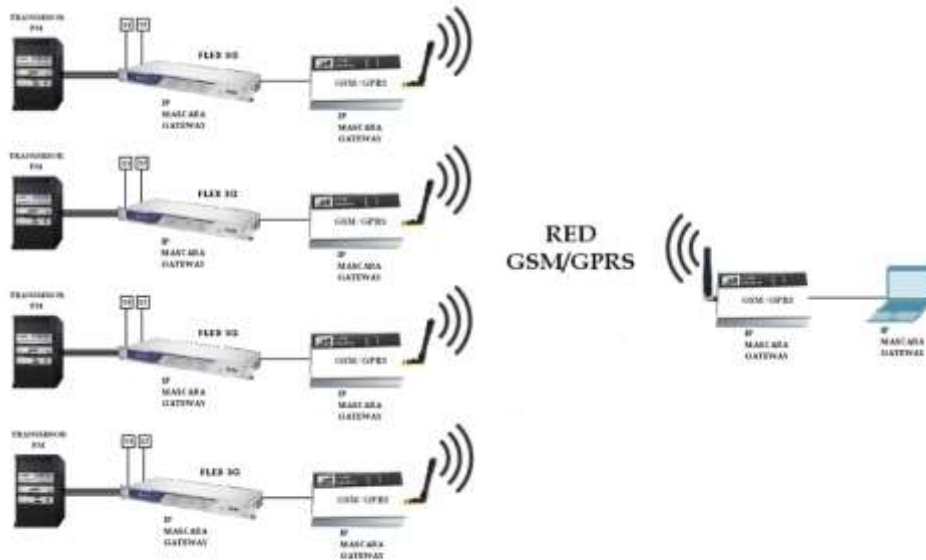


Figura No. 15: Esquema de red del sistema de monitoreo remoto de transmisores FM
Fuente: Elaboración propia

5.3.1. Topología de la red en el sitio remoto



Figura No. 16: Esquema de red en el sitio remoto
Fuente: Elaboración propia

Los parámetros de operación del transmisor (potencia directa, potencia reflejada, enganche de frecuencia, reseteo del equipo) y los datos de los sensores (temperatura ambiente, puerta cerrada) son recolectados por la unidad Flex de TSDA. Estos datos y los proporcionados por la cámara IP instalada en el interior de la caseta, son ingresados

a un Switch o conmutador para que a través de un router inalámbrico se conecte a la red GSM/GPRS.

5.3.2. Recopilación de datos para el monitoreo remoto de los parámetros de operación del transmisor.

La recopilación de datos, consiste en tomar muestras de las salidas que proporciona el equipo transmisor y de los sensores, que son señales analógicas que una vez procesadas generan datos que serán transmitidos por la red GSM/GPRS.

Como de indicó anteriormente, el sistema de Radio STEREO ZARACAY, está conformado por una matriz y tres repetidoras, por tanto dispone de cuatro equipos transmisores ubicados en los cerros Los Libres, Pichincha, Pilisurco y Cochabamba, autorizados en el respectivo título habilitante. Dichos transmisores son de la marcas Electrolink 2k5 y 2k10, RVR PJ2000 y DB ELETTRONICA PF2000, los mismos que están conformados por el equipo excitador que genera la portadora y los amplificadores que proporcionan la potencia de transmisión requerida.

Los cuatro equipos antes mencionados disponen de tarjetas lógicas con salidas de alarmas Led, conectores RS232 (DB9), DB15, USB, de donde se puede recopilar lecturas analógicas (voltajes DC), relacionadas con los parámetros de operación de los transmisores.

5.3.2.1. Obtención de datos de potencia directa y potencia reflejada de operación del transmisor.

Los datos que permiten determinar la potencia directa y la potencia reflejada de operación del transmisor se toman en el equipo amplificador de cada transmisor, los cuales disponen en su panel posterior (Anexo No. 1) de varios conectores, entre ellos el conector DB25 (Anexo No. 2), para la telemetría del equipo, así el pin 16 proporciona el dato de potencia directa y el Pin 4 el dato de potencia reflejada, de acuerdo al siguiente detalle:



Figura No. 17: Conector DB25 hembra del panel posterior del amplificador RVR PJ2000
Fuente: Manual de Usuario Amplificador RVR PJ2000, Volumen 1.

Tabla No. 12: Descripción de pines 4 y 16, conector DB25 hembra

No. PIN	Parámetro	Valor
4	Potencia reflejada	3,9 V x 175 W, dependiendo del modelo
16	potencia directa	3,9 V x 2000 W, dependiendo del modelo

Fuente: Manual de Usuario Amplificador RVR PJ2000, Volumen 1.

Por lo indicado, los pines 16 y 4 proporcionan una señal analógica de voltaje, que es proporcional a la potencia directa y reflejada de operación del transmisor, respectivamente, esto es que 0 V equivale a 0 W, mientras que 3.9 V equivale a 2000 W.

5.3.2.2. Obtención de dato de anclaje (enganche) en la frecuencia asignada.

El dato para determinar si el transmisor está o no anclado (enganchado) en la frecuencia asignada a la estación, se obtiene en el equipo excitador de cada transmisor, los cuales disponen en su panel frontal (Anexo No. 3) de varias luces LED que indican alarmas relacionadas con la operación del excitador, entre ellos el LED identificado como “UNLOCK”, que indica que el Oscilador (PLL) no está enganchado en la frecuencia seteada (asignada):

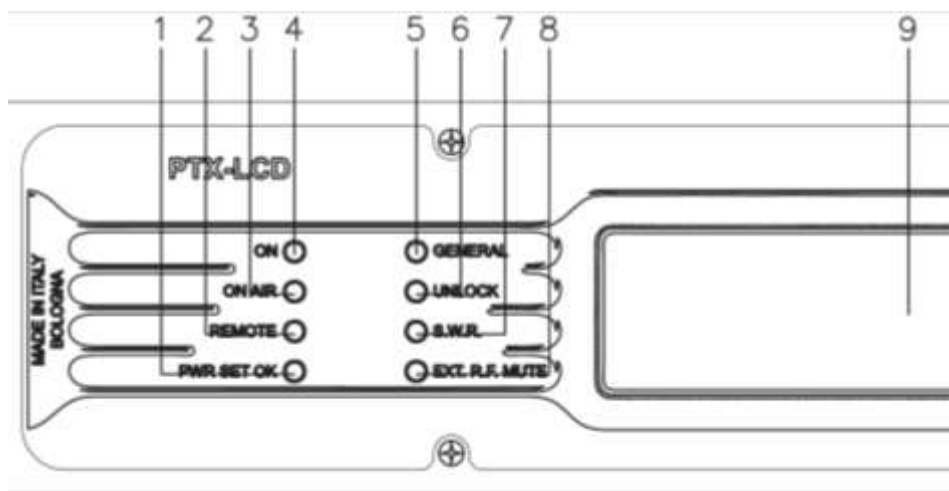


Figura No. 18: Luces led de alarmas, panel frontal del excitador RVR PTX30LCD
Fuente: Manual de Usuario excitador RVR PTX30LCD

Por lo indicado, de los pines del LED correspondiente al alarma “UNLOCK”, se toma la lectura de la señal analógica de voltaje, pues si el LED está apagado (0 Vdc), indica que el Oscilador está enganchado en la frecuencia seteada (asignada); mientras que si el LED esta prendido (5 Vdc), indica que el Oscilador no está enganchado en la frecuencia seteada.

5.3.2.3. Comandos para el reseteo del transmisor (apagado/encendido)

a) Equipo excitador:

El equipo excitador de cada transmisor dispone en su panel posterior (Anexo No. 4) de varios conectores, entre ellos el conector DB15 (Anexo No. 5) para interfaz a dispositivo remoto, así el pin 1 proporciona una entrada de bloqueo, que desactiva el equipo al conectarlo a tierra.

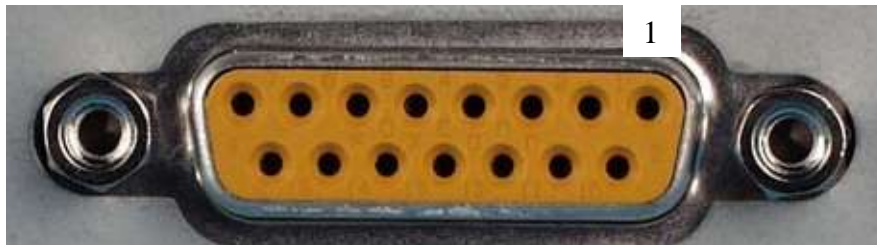


Figura No. 19: Conector DB15, panel posterior del excitador RVR PTX30LCD
Fuente: Manual de Usuario excitador RVR PTX30LCD

b) Equipo amplificador:

El equipo amplificador de cada transmisor dispone en su panel posterior (Anexo No. 1) de un conector BNC “INTERLOCK IN”, para una entrada que permite inhibir el amplificador desde un dispositivo externo, como sería un comando del equipo de telemetría.

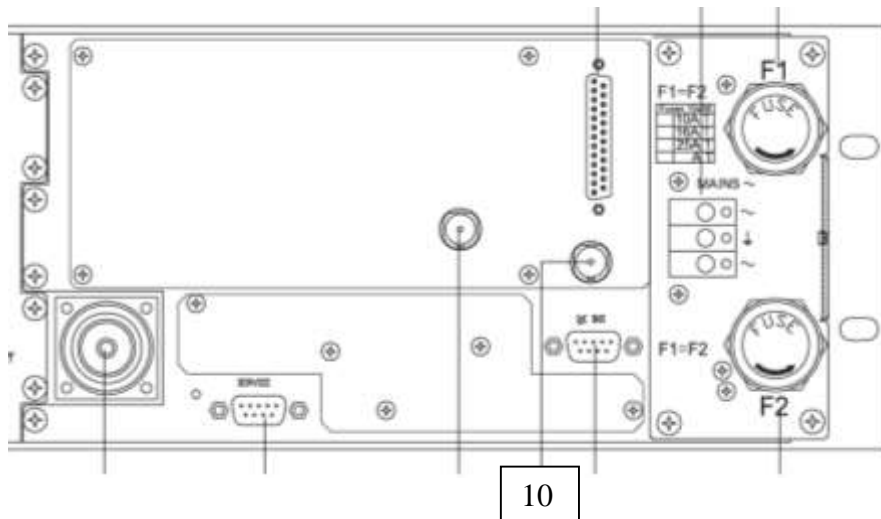


Figura No. 20: Panel posterior del amplificador RVR PJ2000, conector BNC [10]
 Fuente: Manual de Usuario amplificador RVR PJ2000

Por lo indicado, través de comandos enviados al equipo excitador y/o al equipo amplificador, se puede controlar el reseteo (apagado/encendido) del transmisor, poniéndolo en stand-by al cerrarlo a tierra.

5.3.2.4. Toma de datos de temperatura ambiente y descripción del sensor respectivo.



Figura No. 21: Sensor de temperatura ambiente
 Fuente: media.wix.com/ugd/1b6ae2_772dd3ba16224c28ab5f73f97a1c3b56.pdf

El sensor de temperatura TST-001 de la fábrica TSDA, permite monitorizar la temperatura ambiente en el interior de la caseta donde están instalados los sistemas de transmisión de Radio STEREO ZARACAY.

Condiciones de operación:

Tabla No. 13: Condiciones de operación sensor de temperatura

Variable	Mínimo	Típico	Máximo
Voltaje de alimentación [Vdc]:	7,5	12	28
Consumo de corriente con 12 V:	-	3,8 mA	-
Temperatura [° C]:	0	-	70
Salida [Vdc]:	0	-	5,4
Impedancia de salida [Ω]:	-	< 100	-

Fuente: media.wix.com/ugd/1b6ae2_772dd3ba16224c28ab5f73f97a1c3b56.pdf

Curva y función de transferencia.

- Curva y función de transferencia lineal, determinada por la ecuación:

$$T [° C] = 13° * V (out).$$

Dónde:

V = voltaje de salida del sensor relacionada con la temperatura.

T = temperatura ambiente en el momento de la medición.

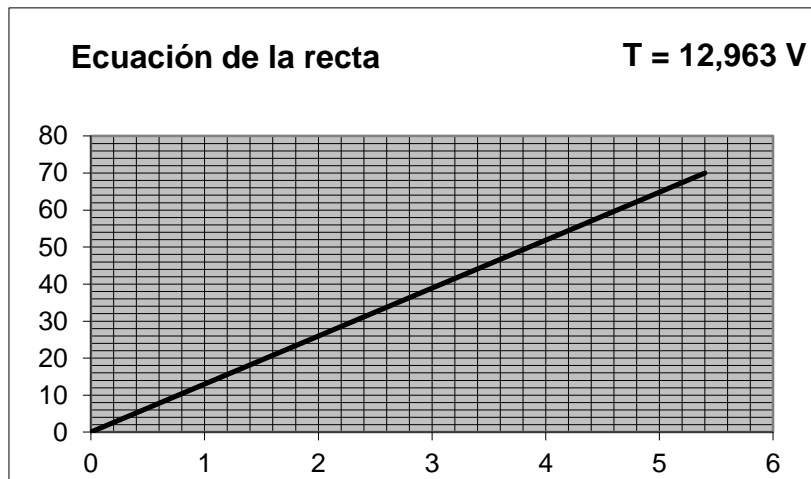


Figura No. 22: Función de transferencia de Voltaje a temperatura
Fuente: Elaboración propia

Los datos que permiten determinar la temperatura ambiente al interior de la caseta se toman del sensor de temperatura, dispositivo que proporciona una señal analógica de voltaje, que es proporcional a la temperatura medida.

5.3.2.5. Toma de datos de estado de puerta y descripción del respectivo sensor.



Figura No. 23: Sensor de puerta.
Fuente: media.wix.com/ugd/1b6ae2_339784e07a9b4850b802975e8072a77f.pdf

El sensor de puerta es un dispositivo constituido de dos partes, una que contiene un imán permanente y la otra que consta de un circuito conformado por un interruptor de lengüeta que dispone de dos contactos ferromagnéticos que reacciona ante la presencia de un campo magnético, de tal forma que cuando se le acerca un campo magnético el

interruptor queda abierto debido a la intervención del campo magnético del imán, pero si se abre la puerta, ambas partes se separan y el interruptor se cierra al perder el campo magnético, emitiendo una señal de voltaje analógica de alarma de apertura de la puerta.

Cuando la puerta se abre, el sensor transmite una señal analógica voltaje al sistema de telemetría, y éste a su vez puede iniciar inmediatamente una conexión con el centro de control para informar el hecho ocurrió.

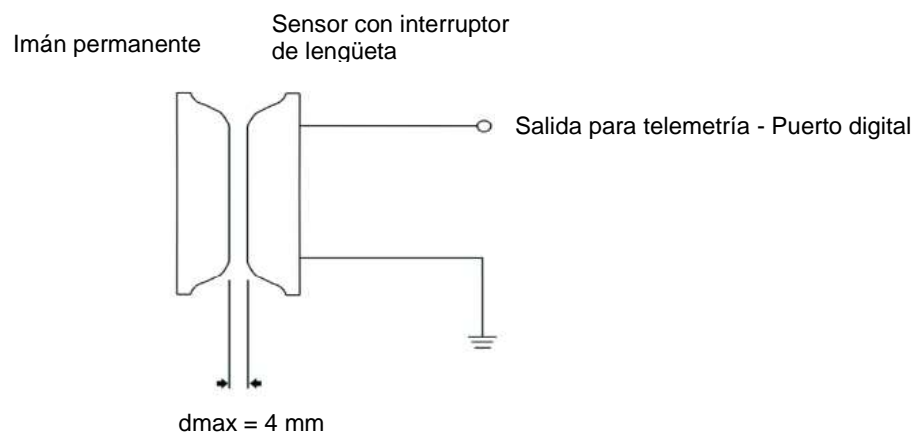


Figura No. 24: esquema de conexión sensor de puerta
Fuente: brochure sensor TSI-0001 de TSDA

Condiciones de operación:

Tabla No. 14: Condiciones de operación sensor de puerta

Variable	Típico
Voltaje de alimentación [Vdc]:	9
Normalmente cerrado	ON
Abierto:	OFF
Separación entre partes [mm]:	4
Voltaje salida telemetría [Vdc]:	5

Fuente: brochure sensor TSI-0001 de TSDA

5.3.3. Equipo recolector de datos, Unidad de telemetría UR FLEX de TSDA

La Unidad de telemetría UR FLEX, es un equipo electrónico que permite la recopilación de señales provenientes del transmisor y de mediciones generadas en diferentes sensores, las cuales son procesadas y convertidas en datos digitales de 12 bits, que son registrados en orden cronológico junto con el dato de fecha y hora de la medición, y almacenadas temporalmente en el equipo hasta su envío hacia el centro de control ubicado en el estudio de la radiodifusora.



Figura No. 25: Equipo UR FLEX
Fuente: Manual de Usuario Unidad Remota FLEX

La Unidad UR FLEX permite tomar los valores y mediciones de las entradas analógicas y digitales de forma periódica, de tal forma que la frecuencia de muestreo lo define el concesionario, este tiempo o periodo se expresa en segundos.

5.3.3.1.- Especificaciones Técnicas:

Tabla No. 15: Especificaciones técnicas de la Unidad UR FLEX

Características principales:	
Dimensiones externas:	48 (cm) x 17,5 (cm) x 4,5 (cm)
Peso:	5 kg
Voltaje de alimentación:	90/240 Vac o 12 Vdc
Voltaje de salida:	12 Vdc
Temperatura de funcionamiento:	-20 °C a 75°C
Humedad máxima:	80% sin condensación
Conectores externos:	
Comunicación con el PC:	1 dispositivo USB

Accesorios:	2 puertos USB
RS-232:	1
Ethernet 10/100 Mbps:	1
Entradas y salidas del sistema:	
Medición (entradas analógicas):	8
Estado (entradas digitales):	8
Comandos (salidas para controles remotos):	8

Fuente: Manual de Usuario Unidad Remota UR FLEX

5.3.3.2. Partes constitutivas de la Unidad UR FLEX:

a) Panel frontal:

La Unidad UR FLEX proporciona en su panel frontal la información de las alarmas a través de luces LED, conforme se detalla en la tabla No. 16.



Figura No. 26: Panel frontal del sistema UR FLEX

Fuente: Manual de usuario Unidad remota Flex, página 8.

Tabla No. 16: Detalle de alarmas del panel frontal de la Unidad UR FLEX

Alarma	Descripción
Status:	Led indicador de operación del sistema, que debe estar intermitente.
Telemetry alarms:	Muestra que las alarmas fueron configuradas en el sistema, pero no necesariamente lo que está pasando.
Status alarm:	Indica que se ha producido una alarma en uno o más puertos de entradas digitales.
Metering alarm:	Indica que se ha producido una alarma en uno o más puertos de entradas analógicas.
Serial:	La actividad de Tx/Rx se está efectuando a través de la interfaz serial.
GPRS:	Parpadea cuando se transmiten datos vía red DGM/GPRS.
Ethernet:	Parpadea cuando se transmiten datos vía puerto Ethernet.
Signal:	Muestra el nivel de la señal cuando el equipo se registra en la red GSM/GPRS.

Fuente: Manual de Usuario Unidad Remota UR FLEX

b) Panel posterior:



Figura No. 27: Panel posterior del sistema UR FLEX

Fuente: Manual de usuario Unidad remota Flex, página 8.

Tabla No. 17: Detalle de puertos del panel posterior de la Unidad UR FLEX

Alarma	Descripción
Commands:	Salidas para control remoto, pueden gestionar directamente cargas de hasta 60 [W RMS], para efectuar acciones como el control remoto para reseteo, aumentar o disminuir la potencia, abrir una puerta en cualquier momento.
Status:	Entrada digital programable, generalmente tiene configuraciones de pull-up (normalmente cerrado) y pull-down (normalmente abierto), puede traducirse en información de ON/OFF.
Metering:	Entrada analógica programable, que permite la recopilación de datos del transmisor y las mediciones de los sensores.
Flex Bus:	Unidad de expansión del puerto de conexión.
Ethernet:	Puerto Ethernet RJ45 10/100 Mbps.
USB Host:	Para conexión de dispositivos USB
RS232 Serial:	Interfaz de aplicación para integración de protocolos.
GPRS:	Conector SMA para antena GSM/GPRS 4 bandas.

Fuente: Manual de Usuario Unidad Remota UR FLEX

c) Conexión con modem GSM/GPRS incorporado

La tarjeta de adquisición de datos se conecta al modem GSM/GPRS por el puerto serial, a través del cual se transmite los datos a la red GSM/GPRS, para lo cual se configura en cada sitio remoto la APN (Nombre del punto de acceso) y la SIM CARD dependiendo de la operadora, la banda de frecuencias y el sitio de transmisión.

5.3.3.3. Puertos utilizados para la recopilación de datos en la Unidad UR FLEX.

Para la recolección de datos generados en el equipo transmisor y en los sensores, se utiliza los puertos de la Unidad UR FLEX identificados en el panel posterior como “METERING”, “STATUS” y “COMMANDS”⁵, conforme se detalla en la Tabla No. 18.

Tabla No. 18: Detalle de conexión de puertos para toma de datos y mediciones

Parámetro	Equipo que proporciona el dato	Puerto para toma de datos/medición	Puerto para recopilación Unidad UR FLEX
Potencia directa	Amplificador, conector DB25	Pin 16	Metering
Potencia reflejada	Amplificador, conector DB25	Pin 4	Metering
Enganche en la frecuencia portadora	Excitador	Pin LED alarma UNLOCK	Status
Encendido/apagado (reseteo) transmisor	Excitador, DB15 Amplificador, BNC Interlock	Pin 1 BNC	Commands
Temperatura ambiente (interior caseta)	Interfaz	Salida sensor	Metering
Estatus puerta caseta	Interfaz	Salida sensor	Status

Fuente: Elaboración propia

Las entradas analógicas de la Unidad UR FLEX de los puertos “METERING” y “STATUS”, pasan por una interfaz analógica que es encargada de la adecuación de las señales analógicas que pueden variar de 0 a 5 Vdc, que es el voltaje que el software lee y reconoce los comandos, y las convierte en datos digitales de 12 bits.

En el Anexo No. 6, se describen las características más importantes del equipo UR FLEX de TSDA tomadas del “Manual de Usuario Unidad Remota FLEX” y los diagramas respectivos.

⁵ Manual de usuario del equipo UR FLEX

5.3.4. Requerimiento de ancho de banda para el enlace de comunicación:

La red de comunicación que permite la conectividad entre las Unidades remotas y la estación del estudio es la red de datos GSM/GPRS (General Packet Radio Service, Servicio General de Paquetes vía Radio), razón por la cual se necesita que en cada uno de los sitios remotos exista un modem GSM/GPRS que sirva de interfaz entre la Unidad UR FLEX para la transmisión de los datos adquiridos a la red de comunicación.

Para que los módems se puedan conectar con el Computador del estudio donde se almacenará los datos, es necesario que los módems se comuniquen a través de un gateway que es el APN (Acces Point Name) de la operadora móvil elegida, que nos proporcionará la conectividad entre el sitio remoto y la Estación Central, a través de la red de datos GPRS.

GPRS es una conmutación de paquetes, donde un canal no es exclusivo para un usuario durante la transmisión, sino que es compartido por otros usuarios, por esta razón se debe considerar la longitud del paquete, el tamaño de las cabeceras, la velocidad de transmisión y la aplicación que se está efectuando.

La velocidad efectiva de transmisión de datos en GPRS es aproximadamente de 144 kbps, utilizando los 8 canales.

5.3.4.1. Cálculo del volumen de datos recopilados.

En la configuración de las entradas analógicas, digitales y telemandos de la Unidad FLEX, se puede establecer el periodo de tiempo en que se efectuará la captura de los datos del transmisor y de los sensores (instrucción Enable Datalogger), que puede ser de 1 minuto a 24 horas; para efectos de tener lecturas estables, se puede considerar un periodo de registro de señales de 1 a 10 minutos.

En número de muestras (N_m) de un parámetro, durante 1 día (24 horas), se determina en función del tiempo de muestreo, usando la siguiente expresión:

$$N_m = \frac{(24h \times 60 \text{ min})}{t} = \frac{1440}{t} \left[\frac{\text{medidas}}{\text{día}} \right]$$

Así: Para $t = 1 \text{ min}$: $N_m = 1440 \left[\frac{\text{medidas}}{\text{día}} \right]$

Para $t = 10 \text{ min}$ $N_m = 144 \left[\frac{\text{medidas}}{\text{día}} \right]$

Determinación del volumen de datos almacenados en el FLEX:

En la Unidad FLEX se almacenan los datos de cada uno de los 6 parámetros objeto de monitoreo: potencia directa, potencia reflejada, enganche en frecuencia, encendido/apagado (reseteo) del transmisor, temperatura y estado de la puerta.

Las señales analógicas recopiladas en la unidad FLEX pasan por la conversión A/D a valores de 12 bits, cada dato debe registrar la información de fecha y hora de la muestra tomada, así se tiene:

- El dato de cada variable se almacena en 2 Bytes,

- La fecha (dd/mes/año), ocupa 10 Bytes,
- La Hora, de acuerdo al formato (00:00:00, 08:54:42), que ocupa 8 Bytes.

Por lo tanto cada medida genera una secuencia de 20 Bytes correspondiente a 2 Bytes de datos + 10 Bytes de fecha y 8 Bytes de la hora.

La cantidad de datos almacenados en la Unidad FLEX durante un día, para un parámetro, se determina con la siguiente expresión matemática:

$$Cd = (Nm) \times 20 \text{ Bytes} = \frac{28800}{t} \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right]$$

Así: Para $t = 1 \text{ min}$: $Cd = 28800 \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right]$

Para $t = 10 \text{ min}$ $Cd = 2880 \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right]$

Como se está monitoreando 6 parámetros, la cantidad total de datos medidos almacenados en la unidad FLEX se determina con la siguiente fórmula:

$$Cdt = (Cd) \times 6 \text{ parametros} = \frac{172800}{t} \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right]$$

Así: Para $t = 1 \text{ min}$: $Cdt = 172800 \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right]$

Para $t = 10 \text{ min}$ $Cdt = 17280 \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right]$

En la unidad FLEX se almacena 0,1728 MBytes de información por día, correspondiente al monitoreo de los 6 parámetros, considerando la toma de muestras cada minuto, que sería el caso más crítico.

Velocidad de transmisión

Como para la transmisión de datos se trabaja en modo asincrónico, los Bytes almacenados en el FLEX son transmitidos en el siguiente formato: 1 bit de inicio, 8 bits de información (1 Byte), 1 bit de parada y 1 bit de paridad, por lo tanto se transmiten tramas de 11 bits; lo que determina que el número bits transmitidos por cada variable en cada medición es:

$$Nbits = 20Bytes \times 11 \left[\frac{bits}{Bytes} \right] = 220 \text{ bits por medida.}$$

Considerando que los parámetros monitoreados son 6, en cada transmisión de la Unidad FLEX se enviarán:

$$Nbits \ t = 220 \times 6 \left[bits \right] = 1320 \text{ bits con muestre cada minuto.}$$

$$Nbits \ t = 1320 \times 60 \times 24 \left[bits \right] = 1900800 \left[\frac{bits}{día} \right]$$

Si el muestrea es cada 10 minutos,

$$Nbits \ t = 1320 \times 6 \times 24 \left[bits \right] = 190080 \left[\frac{bits}{día} \right]$$

Cálculo de ancho de banda requerido para el enlace de comunicación

La información almacenada en la unidad FLEX se enviará al estudio cada hora, por lo que habrá 24 transmisiones en un día, de ahí que la cantidad de datos almacenados en 1 hora será:

$$\text{Para } t = 1 \text{ min} \quad C_d = \frac{1900800 \text{ bits}}{1 \text{ dia}} \times \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ h}} \times 1 \text{ hora} = 79200 \text{ [bits]}$$

$$\text{Para } t = 10 \text{ min} \quad C_d = \frac{190080 \text{ bits}}{1 \text{ dia}} \times \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ h}} \times 1 \text{ hora} = 7920 \text{ [bits]}$$

Para transmitir los datos almacenados en la Unidad FLEX, se requiere de una velocidad de 79,2 kbps, para tiempo de muestreo cada 1 minuto; mientras que se requiere 7,92 kbps, para un tiempo de muestreo de cada 10 minutos.

Como la velocidad de transmisión de un canal GPRS es de 14.4 kbps, considerando que un usuario puede disponer de hasta 8 canales para la transmisión, se puede alcanzar una velocidad de hasta 115,2 kbps, por lo que la red GSM/GPRS puede transportar sin problemas los 79,2 kb en un segundo.

Como el sistema de Radio STEREO ZARACAY (100.5 MHz), está conformado por una matriz y 3 repetidoras, el sistema de monitoreo está constituido por 4 unidades remotas, por lo que el caso más crítico sería que las 4 Unidades transmitan al mismo tiempo todos los datos almacenados durante 1 hora, por tanto el volumen total de datos a transmitirse desde las Unidades remotas se calcula con la expresión:

Para $t = 1 \text{ min}$ $Cdt = 4 \times 79200 = 316800 \text{ [bits]}$

Para $t = 10 \text{ min}$ $Cdt = 4 \times 7920 = 31680 \text{ [bits]}$

Cabe mencionar que la estación central del estudio se encargará de llamar una a una a las Unidades remotas (polling) para la transferencia de la información, por lo que no ocurriría ningún problema de congestión.

5.3.5. Estación Central del estudio



Figura No. 28: Topología de Red del estudio (Estación Central)
Fuente: Elaboración propia

La operadora de telefonía celular proporcionará la conectividad para llevar la información recolectada por la Unidad UR FLEX hacia la Estación Central, utilizando la red GSM/GPRS, por lo que para la recepción de la información en el estudio, se debe disponer de un modem GSM/GPRS de recepción, desde el cual se enviará la información al Computador (Estación Central) ubicado en el estudio de la radiodifusora, en el cual se almacenará toda la información receptada.

5.3.5.1. Multimodem GSM/GPRS de Multitech



Figura No. 29: Panel frontal multimodem GSM/GPRS
Fuente: Brochure Multimodem GSM/GPRS, MultiTech System.

El multimodem GSM/GPRS de MultiTech System, permite la transmisión y recepción de datos GSM/GPRS, para lo cual requiere de una tarjeta SIM de un operador de telefonía móvil para operar.

CARACTERÍSTICAS

- Transmisión de datos GPRS clase 10 (velocidad hasta 85.6 kbps)
- Cuatro bandas 850/900/1800/1900 MHz
- Acceso a la pila TCP / IP a través de comandos AT
- Interface SIM CARD 3V
- Comunicación serial asincrónica, modo no transparente y transparente

INTERFACES



Figura No. 30: Panel posterior multimodem GSM/GPRS

Fuente: Brochure Multimodem GSM/GPRS, MultiTech System.

- Conector de antena SMA hembra
- Conector SIM
- Interfaz RS-232, modelo DE-15
- USB tipo B
- Ethernet modelo RJ-45 10BaseT/100Base Tx, 802.3
- conectores de alimentación

ESPECIFICACIONES PARA TRANSMISION GPRS

- GPRS Clase 10
- Soporte PBCCH
- Esquema de codificación CS1 a CS4
- Estación móvil clase B

El multimodem es indiferente a la SIM que se inserte, por lo que puede ser de la operadora Claro, Movistar o CNT.

5.3.5.2. Computador del estudio (Estación central)

En el computador del estudio (estación central), se instalará el software adecuado que permitirá la configuración de la Unidad UR FLEX, y el software para la administración, gestión y visualización de la información, recibida desde cada uno de los sitios remotos.

El fabricante de la unidad de telemetría UR FLEX, recomienda que la PC donde debe instalarse el software SYNAPSE SYSTEM debe cumplir las siguientes características:

- Plataforma Windows XP/ 7
- Resolución de pantalla de 1024x768 pixeles o superior,
- Memoria RAM de 1Gb
- Un procesador con por lo menos 1GHz de reloj.
- Convertidor de USB a serial
- Disco Duro de 500 GB, 7200 RPM,
- Puertos de red Ethernet y puertos seriales RS/232
- Monitor, teclado y mouse

Capacidad de almacenamiento requerido para la Estación Central.

El volumen de datos que genera cada parámetro es de 20 Bytes, por lo que los 6 parámetros generan un volumen de 120 Bytes, por lo que de acuerdo con el periodo de muestreo que se determine, en este caso 1 minuto (60 segundo), se tiene que la información que se almacenada en la Unidad Flex para ser transmitida a la Estación

Central (estudio) cada hora, corresponde a 60 muestras cada hora, esto es 7200 Bytes = 7,2 kBytes.

Como el sistema está conformado por 4 sitios remotos y cada uno adquiere la misma información, cada hora a la estación Central se envía $4 \times 7,2 \text{ kBytes} = 28,8 \text{ kBytes}$, por lo que al día se debe almacenar $28,8 \times 24 = 691,2 \text{ kBytes}$, y al mes se debe almacenar 20,736 MBytes, de donde se observa que el volumen de datos generados es bajo y por tanto la capacidad de almacenamiento para el Computador es suficiente con 500 GBytes.

Cabe señalar que en el Computador del estudio (estación central), se debe instalar todos los programas (software) para que desde dicha estación se realice la administración y gestión de las Unidades remotas, incluido la transmisión de comandos para la modificación remota del estado de algún parámetros.

5.3.5.3. Software de Administración y Gestión SYNAPSE SYSTEM de TSDA.

SYNAPSE SYSTEM, software provisto por el fabricante de la Unidad UR FLEX, que permite realizar todas las tareas de administración, gestión y control de los dispositivos remotos que son parte de la red de monitoreo de los parámetros de operación de los transmisores FM, que permitirá al concesionario (usuario) verificar en cualquier momento las condiciones de operación de los transmisores de su estación.

Está dividido en tres módulos de gestión denominados:

- a) Synapse Server,
- b) Synapse Viewer,
- c) Synapse Visual Studio.



Figura No. 31: Iconos de los 3 Módulos de SYNAPSESYSTEM
Fuente: Manual de usuario Software SYNAPSESYSTEM, página 7.

a) Synapse Server: Responsable de la comunicación, las conexiones y gestión de licencias de todos los usuarios.

A través de este módulo se configura lo siguiente:

- La base datos donde se almacena automáticamente toda la información proveniente de las Unidades remotas.
- La conectividad de la red
- Historial de todas las Unidades remotas y de equipos monitoreados
- Registro de usuarios, contraseñas, permisos
- Registro de equipos de la red
- Dirección IP
- Configuración y envío de alarmas
- Descarga automática de archivos
- Generación de gráficos de comportamiento



Figura No. 32: Envío de alarmas
Fuente: Manual de usuario Software SYNAPSE SYSTEM, página 13.

b) Synapse Visual Studio: Permite configurar toda la pantalla para obtener la mejor organización de los parámetros monitorizados, creando la pantalla de visualización según el usuario lo requiera.

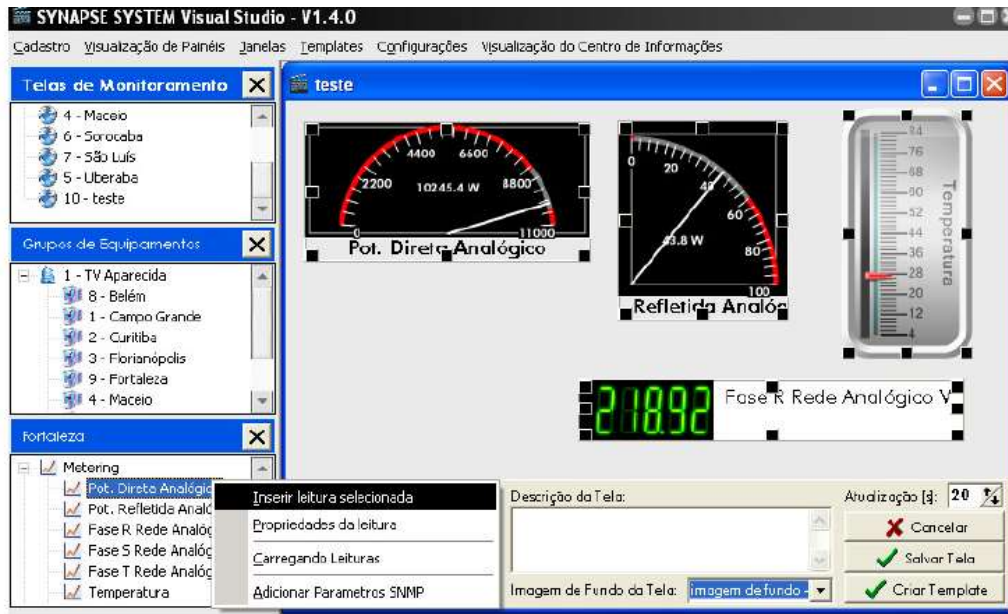


Figura No. 33: Visualización de los parámetros monitoreados
Fuente: Manual de usuario Software SYNAPSE SYSTEM, página 18.

c) **Synapse Viewer:** Permite la visualización de mapas y puntos monitoreados, alarmas y usuarios conectados, y presentar informes y gráficos de todos los parámetros monitoreados.

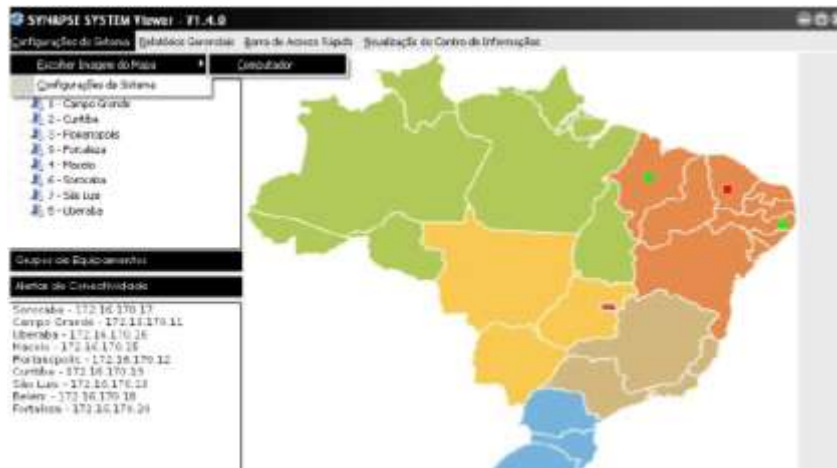


Figura No. 34: Mapa
Fuente: Manual de usuario Software SYNAPSE SYSTEM, página 24.

En el Anexo No. 7 se describen las características más importantes del software SYNAPSE SYSTEM de TSDA tomadas del “Manual de Usuario Software SYNAPSE SYSTEM” y los diagramas respectivos.

5.4. Estudio económico de la propuesta de solución de la red de datos para el monitoreo remoto de los transmisores FM.

Para el análisis de costos se debe considerar que el sistema de radiodifusión STEREO ZARACAY (100.5 MHz), es un medio que viene operando desde hace muchos años atrás, por lo que dispone en cada sitio de transmisión de la infraestructura de energía eléctrica, torres, caseta, planta de generación para casos de corte de energía, razón por la cual para el análisis de costos se considerarán únicamente los equipos necesarios para la implementación de la red de datos objeto del presente estudio técnico de factibilidad, esto es los equipos de comunicación, recopilación de datos, sensores y el costo mensual del servicio de la red GSM/GPRS provisto por una de las operadoras móviles.

5.4.1. Costos de equipos y software

En el caso de estudio se consideró la necesidad de efectuar el monitoreo de los parámetros de operación de los cuatro transmisores de Radio STEREO ZARACAY, ubicados en los Cerro Los Libres, Pichincha, Pilisurco y Cochabamba (sitios remotos), en cada uno de los cuales se recopilará los datos de 6 parámetros, provenientes del transmisor y de dos sensores, instalados en el interior de las casetas de cada sistema de transmisión.

En el Anexo No. 9 se incluye la cotización enviada por la empresa TSDA, fabricante del equipo de la Unidad FLEX, de los sensores de temperatura y de puerta y del

software de gerencia, gestión y control, cuyos costos corresponden a los puestos en el ECUADOR, por lo que se ha considerado fletes, impuestos y salvaguardias.

En la tabla No. 19 se observa el detalle de los precios de los equipos que se requieren en cada uno de los sitios remotos:

Tabla No. 19: Detalle de precios de equipos de sitios remotos

EQUIPO	MARCA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Unidad de telemetría UR FLEX, tiene incorporado: - Modem GSM/GPRS, - Antena para modem	TSDA	4	5760	23040
Sensor de temperatura	TSDA	4	113,50	454
Sensor de puerta	TSDA	4	60	240
Cables par trenzado		16 m	0,5	8
SUBTOTAL				23742
14% IVA				3323,88
TOTAL				27065,88

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, en la tabla No. 20 se detalla el precio de los equipos que se requiere para la recepción, administración y gestión de los datos en la Estación Central ubicada en el estudio de Radio STEREO ZARACAY (100.5 MHz), matriz de Santo Domingo de los Colorados; cabe señalar que en el estudio se dispone de un PC que cumple con las características requeridas para instalar el Software de comunicación y de administración y gestión.

Tabla No. 20: Detalle de precios de equipos Estación Central (estudio)

EQUIPO	MARCA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Multimodem GSM/GPRS	Multitech	1	291,31	291,31
Software de Comunicación y de Administración y gestión SYNAPSE SYSTEM	TSDA	1	590	590
SUBTOTAL				881,31
14% IVA				123,38
TOTAL				1004,69

Fuente: Elaboración propia

5.4.2. Costos de servicio GPRS (M2M)

Dado que hay cobertura de las operadoras Claro y Movistar en los sitios objeto de monitoreo, se puede contratar los servicios de una de ellas; en este caso se ha considerado la operadora Movistar, que en su página web publica las modalidades para el servicio M2M y sus costos de acuerdo al siguiente detalle (www2.movistar.com.ec/site/empresas/datos-empresas/m2m.html).

Tabla No. 21: Costos prestación de servicios de datos GPRS (M2M)

EQUIPO	OPERADORA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
SIM CARD	MOVISTAR	5	6,5	32,5
Servicio M2M 50 Privado	MOVISTAR	20	20	20
SUBTOTAL				52,5
14% IVA				7,35
TOTAL				59,85

Fuente: Elaboración propia

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

- Los concesionarios de estaciones de radiodifusión FM, en su gran mayoría, no disponen de un sistema de monitoreo que les permita conocer oportunamente las condiciones de operación de sus transmisores, por lo que están sujetos a los informes que les presenta las empresas o técnicos encargados del mantenimiento de sus estaciones, e incluso al reporte de los oyentes de la estación. El control es esporádico y prácticamente con fines correctivos, esto es cuando ha ocurrido algún daño en el equipo.

- El avance tecnológico en los equipos de transmisión de las estaciones de radiodifusión, está incorporando de a poco interfaces que permitirán efectuar directamente, con conexión al equipo transmisor el monitoreo de sus condiciones de operación y el control a distancia para la modificación de sus parámetros de operación, a través de la telemetría incorporada en dichos equipos.

- La ampliación de la cobertura del servicio de telefonía celular en los últimos años, ha permitido incorporar el servicio de la red de datos GSM/GPRS a sitios ubicados fuera de los límites poblados de las ciudades como es el caso de los cerros donde se ubican los sistemas de transmisión de las estaciones de radiodifusión y televisión de nuestro país, lo que permitiría la implementación de redes de datos de monitoreo en sitios remotos utilizando la red GSM/GPRS.

- En el desarrollo del presente caso de estudio, se evidenció que existe equipamiento para la implementación de una red de datos para el monitoreo de las condiciones de operación de los transmisores de radiodifusión y televisión, que podrían ser implementadas de manera que ayuden a los concesionarios en la toma de decisiones en cuanto al mantenimiento preventivo y correctivo de sus estaciones, más aún si se trata de sistemas con matriz y varias repetidoras puesto que será factible conocer la situación de operación de todos los transmisores de su sistema.

- La implementación de un sistema de monitoreo remoto de las condiciones de operación de los transmisores de las estaciones de radiodifusión, no interfiere con la facultad de la administración, gestión de control del espectro radioeléctrico y de los medios de comunicación social de la Agencia de Regulación y Control, dado que su implementación no afectaría a ningún parámetro técnico autorizado a las estaciones de radiodifusión en los respectivos títulos habilitantes, más bien coadyuvaría al cumplimiento de dichos parámetros, puesto que el concesionario estaría pendiente de las condiciones de operación de sus transmisores , y de ser el caso solucionar oportunamente algún inconveniente que se presente.

- El equipo de telemetría en conjunto con el software de comunicación, administración y gestión ofrecen al concesionario una interfaz muy amigable para la visualización de los diferentes parámetros recopilados en los sitios de transmisión, más aún con la opción de enviar telecomandos para modificar alguna de las características de operación en el sitio remoto.

- El volumen de información generado por la captura de muestras de los parámetros objeto de medición en cada uno de los sitios remotos es baja, por lo que no existe problemas para el almacenamiento en la Estación Central (PC) del estudio.

6.2. Recomendaciones:

- Para la implementación de nuevas estaciones de radiodifusión o la actualización de los equipos transmisores de las estaciones autorizadas, se recomienda adquirir equipos con la tecnología que cuenten con las interfaces necesarias para la telemetría y control de dichos transmisores a distancia, de manera que los concesionarios puedan monitorear las condiciones de operación a través de la telemetría correspondiente.

- Dado que con la incorporación de la telemetría en los equipos transmisores, también se incorpora el telecontrol, lo que posibilita que el concesionario desde la Estación Central pueda efectuar modificaciones de algunos parámetros, se recomienda que dichas modificaciones sean efectuadas previa la debida autorización del Organismo de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, pues en caso contrario se podría caer en algún tipo de incumplimiento que amerite algún proceso administrativo.

- La implementación de un sistema de monitoreo remoto de los parámetros de operación de los transmisores, no implica que ya no sea necesario efectuar el mantenimiento periódico de dicho equipos, el cual debe efectuarse para precautelar la vida útil de los equipos.

- Con la finalidad de optimizar la capacidad del equipo de telemetría que tiene varias entradas analógicas, digitales y telecomandos, se debería procurar traer los datos de operación de varios equipos transmisores a través del mismo equipo, más aún si las varias estaciones de radiodifusión y televisión comparten infraestructura de caseta y torres.

Bibliografía

R.V.R. ELETTRONICA. PJ2000LIGHT. USER MANUAL VOLUME 1

R.V.R. ELETTRONICA. PTX30LCD. USER MANUAL VOLUME 1

DB DIGITAL BROADCAST ITALY. MOZART SERIES FM EXCITERS/Transmitters. User's Manual Release 1.0.9

ELECTROLINK BROADCASTING AND TELECOM. 2K5 5kW FM TRANSMITTER. TECHNICAL MANUAL

TSDA. UNIDAD REMOTA FLEX. MANUAL DE USUARIO. R4 Noviembre/2013.

TSDA. SOFTWARE SYNAPSE SYSTEM. MANUAL DE USUARIO R4 Noviembre/2013.

ARCOTEL. RESOLUCIÓN ARCOTEL-2015-00061, Norma Técnica para el Servicios de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada Analógica, 8 de mayo de 2015.

ARCOTEL. Información Técnica [en línea] servicio móvil avanzado sma [consulta: 15 de noviembre de 2016]. Disponible en: <http://www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma/>

MONTEROS OBANDO, Gabriel Andrés, Monitoreo y Control de un Radio – Transmisor FM Mediante Tecnología GSM (Tesis). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Quito, abril 2013.

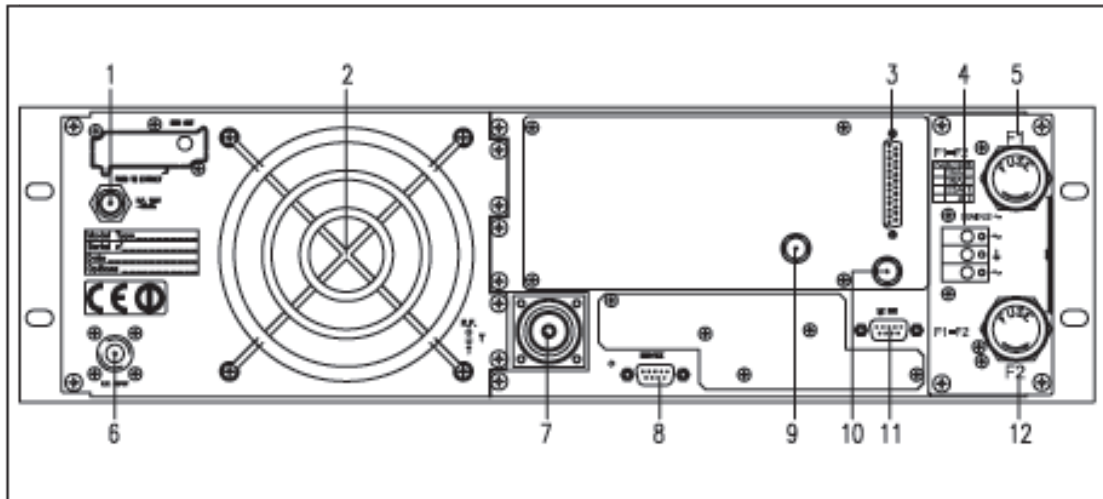
CÓRDOVA ACOSTA, Carlos Santiago, *Modernización de la Red Nacional de Transmisión en FM de Radio Católica Nacional e Implementación de un Sistema Piloto de Monitoreo en la Repetidora de Cerro Pichincha, Mediante un Modem 3GSM (Tesis).* Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Quito, junio 2010.

Anexos:

Anexo No. 1

Panel posterior del amplificador RVR PJ2000

Fuente: Manual de Usuario Amplificador RVR PJ2000, Volumen 1.

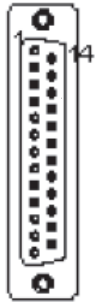


- | | |
|-----------------------|---|
| [1] R.F. TEST -60dBc | Output at -60 dB referred to output power level, adapted to modulation monitoring. Do not use it for spectral analysis. |
| [2] AIR FLOW | Grid for the intake of the air flow of the forced ventilation. |
| [3] REMOTE | DB25 connector for telemetry of the machine. |
| [4] MAINS | Mains supply connectors, 230 V 50-60 Hz. |
| [5] FUSE1 | Mains supply fuse. |
| [6] R.F. INPUT | RF input connector, N-type. |
| [7] R.F. OUTPUT | RF output connector, 7/16" EIA flange. |
| [8] SERVICE | DB9 connector for interconnection with other devices and for factory parameters programming (only for factory programming). |
| [9] INTERLOCK OUT | Interlock output BNC connector: to inhibit an external device, as an exciter. In case of fault, the inner connector is shorted to ground. |
| [10] INTERLOCK IN | Interlock input BNC connector: to inhibit the amplifier from an external device, like an exciter. |
| [11] I ² C | DB9 connector for I ² C bus networking. |
| [12] FUSE2 | Mains supply fuse. |

Anexo No. 2

Descripción del conector DB25

Fuente: Manual de Usuario Amplificador RVR PJ2000, Volumen 1.



1	N.C.	
2	RF power amplifier voltage	3.9V x 50V
3	GND	GND
4	Reflected Power	3.9V x 160/175W (depending on model)
5	Interlock	
6	Set 4	
7	GND	GND
8	"On" command	
9	Set 1	
10	WAIT	
11	Reset alarm	
12	OFF	
13	Interlock	
14	N.C.	
15	RF power amplifier current	3.9V x 80/94A (depending on model)
16	Forward power	3.9V x 1600/2000W (depending on model)
17	FAULT	
18	Set 3	
19	Input power	3.9V x 20/25W (depending on model)
20	"OFF" command	
21	GND	GND
22	Set 2	
23	LOC	
24	+Vcc	
25	ON	

Anexo No. 3

Panel frontal del excitador RVR PTX30LCD

Fuente: Manual de Usuario excitador RVR PTX30LCD

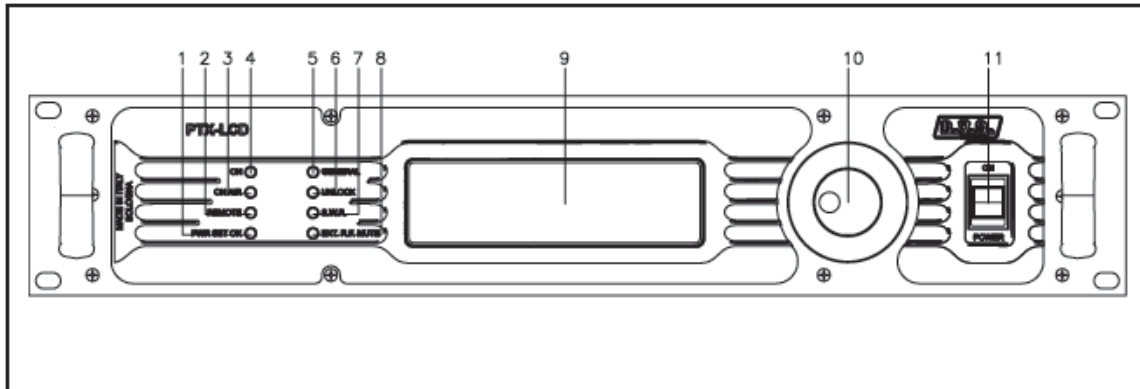


Figure 4.1

[1] PWR SET OK	Lit: the exciter is delivering the set power. Blinking: the exciter didn't reach the set power for external reasons.
[2] REMOTE	Indicates that the exciter is controlled by an external system.
[3] ON AIR	Indicates that the exciter is delivering output power (is on air).
[4] ON	Indicates that exciter is switched on.
[5] GENERAL	Indicates transmitter failure in the event of alarms.
[6] UNLOCK	Indicates that PLL is not yet locked to set frequency.
[7] SWR	Indicates that the transmitter is blocked due to exceeding SWR.
[8] EXT RF MUTE	Indicates that the exciter is not delivering power because inhibited by an interlock.
[9] DISPLAY	Liquid Crystal Display, supports both graphics (240x64 pixels) and text (30x8 characters).
[10] ENCODER	Software control knob and button.
[11] POWER	Mains power switch.

Anexo No. 4

Panel posterior del excitador RVR PTX30LCD

Fuente: Manual de Usuario excitador RVR PTX30LCD

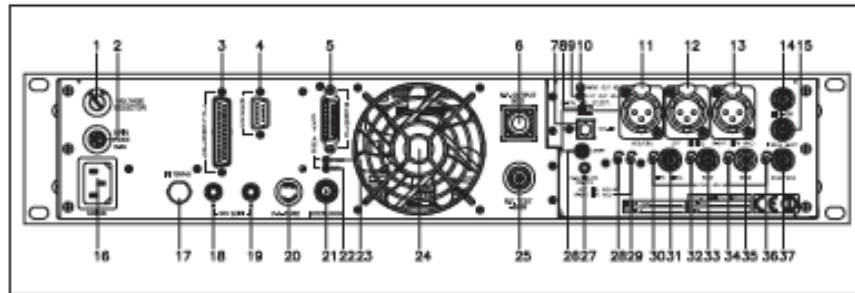


Figure 4.2

[1] VOLTAGE SELECTOR	Voltage selection block.
[2] FUSE	Mains power supply fuse.
[3] TELEMETRY	DB25 connector of telemetry card (option).
[4] RS232	DB9 connector for direct serial communication.
[5] REMOTE	DB15 connector for interface to remote devices.
[6] RF OUTPUT	N connector for RF output.
[7] TOSLINK	Digital section - Fiber optics digital audio input connector.
[8] DIGITAL IMP. SELECT	Digital section - Not used.
[9] LEFT OUT ADJ	Digital section - Trimmer for Left level adjustment of converted digital audio signal.
[10] RIGHT OUT ADJ	Digital section - Trimmer for Right level adjustment of converted digital audio signal.
[11] AES/EBU	Digital section - Balanced XLR connector for AES/EBU digital audio input.
[12] LEFT (MONO)	Analogue section - XLR connector for Left/mono input.
[13] RIGHT (MPX BAL)	Analogue section - XLR connector for Right / MPX input.
[14] MONITOR	Analogue section - BNC connector to control the composite modulation signal.
[15] 19 kHz PILOT	Analogue section - BNC connector for output tone control, may be used to synchronise external devices (such as RDS coder).
[16] PLUG	Mains power plug.
[17] IN 10MHZ	BNC input connector of Sync signal for external devices (option).
[18] 24Vdc IN -	Connectors for external 24V power supply (option). Negative (black).
[19] 24Vdc IN +	Connectors for external 24V power supply (option). Positive (red).
[20] P.A. Fuse	Protection fuse of RF final stage.
[21] INTERLOCK	Interlock BNC connector: when central conductor is connected to ground, the transmitter is placed into forced standby mode.
[22] RFL	Trimmer for automatic gain control based on reflected power.
[23] FWD	Trimmer for automatic gain control based on forward power.
[24] FAN	Forced cooling fan.
[25] RF TEST	Test output at -30 dBc with respect to output level.
[26] SPDIF	Digital section - Unbalanced PIN/RCA connector for S/PDIF

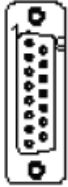
Anexo No. 5

Conector DB15 Panel posterior del excitador RVR PTX30LCD

Fuente: Manual de Usuario excitador RVR PTX30LCD

4.5.1 Remote

Type: Female DB15



- 1 Ext Rem - Interlock input, disables tx if connected to ground.
- 2 Ext Rfl Pwr - Analogue input (Max. 2_{VDC}) for reflected power from external amplifier.
- 3 GND
- 4 Analog Input 5 or I2C bus SDA *
- 5 Analog Input 3
- 6 Analog Input 1
- 7 RLY 2 Out - Digital output. Normally open relay contact; it is closed to ground according to a preset on/off time when exciter state changes from ON to OFF. If the ExPwr menu is disabled, the states of this contact have the following meanings: closed = Power Good; open = alarm.
- 8 GND
- 9 GND
- 10 Ext Fwd Pwr - Analogue input (Max. 2_{VDC}) for forward power from external amplifier.
- 11 Analog Input 6 or I2C bus SCL *
- 12 Analog Input 4
- 13 Analog Input 2
- 14 GND
- 15 RLY 1 Out - Digital output. Normally open relay contact; it is closed to ground according to a preset on/off time when exciter state changes from OFF to ON. If the ExPwr menu is disabled, this contact serves as a "AUDIO alarm": closed = Alarm; open = OK.

Anexo No. 6

Descripción de las características más importantes del equipo UR FLEX de TSDA tomadas del “Manual de Usuario Unidad Remota FLEX” y los diagramas respectivos.

Manual de Usuario – UR FLEX – R4 Noviembre/2013

1. INTRODUCCIÓN

1.1 SOBRE TSDA

TSDA ofrece la solución ideal para el monitoreo remoto y control de los parámetros de varios equipos para radiodifusión, telecomunicaciones, sistemas eléctricos de potencia y aplicaciones especiales para agua y alcantarillado.

La capacidad del software y equipos desarrollados por la TSDA ofrece la posibilidad de monitorizar parámetros tales como: dirigir energía, tensión, corriente, temperatura, unidades de disco, interruptores, alarmas entre varios otros, según las necesidades requieran.

Fundada en 2001 en la ciudad minera de Santa Rita do Sapucaí, nacionalmente conocida como el valle de electrónica nacional, la empresa tiene en su ADN la vocación de desarrollar tecnologías que combinen la calidad de los profesionales de las instituciones de enseñanza técnica y superior ubicada en el TSDA un referente nacional e internacional en el suministro de soluciones completas de telemetría y control remoto.

En 2007, el TSDA contempla el certificado de la norma internacional ISO 9001-2008, asegurando a sus clientes y socios, alto nivel de calidad de sus productos y soluciones.



1.2 SOBRE UR FLEX

La unidad remota FLEX (FLEX UR), fue desarrollada para monitorear y controlar remotamente el equipamiento e infraestructura, a través de protocolos de comunicaciones avanzadas de una forma intuitiva y eficaz.

El protocolo de gerenciamiento de SNMP permite la integración de FLEX unidades en red basado en SNMP usando la pila TCP/IP conocida.

Fue incorporado un módem 4-BAND GSM/GPRS con interfaz hasta 02 chips (SIM Card), ampliando la disponibilidad de la operación del equipo incluso en zonas donde no hay ninguna conexión de internet.

Con un diseño avanzado y práctico, la línea FLEX tiene indicación visual para facilitar la operación local, tales como: nivel, Estados de alarma, conexión Ethernet y comunicación SNMP de señal móvil GPRS.

Combinado con un potente software de monitoreo, la unidad FLEX permite el acceso remoto en tiempo real parámetros monitoreados todo e informe de alarma vía SMS y correo electrónico. Niveles de tensión (0-20[Vdc]), sensores de corriente (0-20[mA] ou 4-20[mA]) o monitoreo remoto SNMP pueden ser integrados en los parámetros monitoreados y ajustados para un mejor análisis.

Se recomiendan leer y entender este manual para que usted pueda disfrutar de todas las características del producto.



FIGURA 1 - UR FLEX

3. INTERFAZ WEB

Todos los parámetros del sistema se configuran con la Interfaz Web. Esta interfaz utiliza el puerto USB frontal o puerto Ethernet o el acceso remoto mediante Internet (Ethernet o GSM/GPRS).

La interfaz web está diseñada para un acceso rápido y fácil, con el fin de conocer las conexiones de red GSM/GPRS de baja velocidad.

3.1 CONFIGURAR EL ACCESO A LA INTERFAZ WEB

3.1.1 CONEXIÓN ETHERNET RJ-45

- Por padrón de fábrica, la unidad FLEX está ya configurada con dos direcciones IP fijas en el mismo puerto de ethernet, son: 192.168.1.94 y 192.168.1.97 (La máscara de red es: 255.255.255.0).
- El servidor DHCP de la unidad FLEX no ha sido habilitado, así que lo primero que debe hacer es configurar la dirección IP de su ordenador en la misma red que el rango de control remoto (ejemplo: 192.168.1.100).
- Conecte un cable directamente entre el ordenador y la unidad FLEX.
- Revise el panel frontal si el indicador led Ethernet está encendido o parpadeando. Si esto no sucede, cambie el cable de ethernet y compruebe su conexión.
- Abra su navegador y escriba la dirección IP de la unidad FLEX en la dirección de la barra (ejemplo: 192.168.1.94 o 192.168.1.97).
- Se requieren los campos nombre de usuario y contraseña para acceder a la interfaz web. Por padrón de fábrica, los valores son:

Usuario: tado
Contraseña: 123456

- En caso de cualquier falla que impide el acceso a la Interfaz WEB, siga los siguientes pasos:
 - Compruebe la conexión del cable entre el ordenador y la unidad FLEX.
 - Enviar un ping al comando remoto para comprobar la conectividad (ejemplo: ping 192.168.1.94 o ping 192.168.1.97). Para obtener más detalles sobre el comando ping, ver Anexo 1.
 - Compruebe que el indicador led Ethernet está encendida o parpadeando.
 - Si el problema persiste y no hay ninguna respuesta ping, póngase en contacto con soporte técnico para su empresa comprobar la configuración de red.

3.1.2 CONEXIÓN DEL DISPOSITIVO USB FRONTAL

- Al conectar el cable USB entre la computadora y la puerta de entrada FLEX en coche, el sistema operativo se mostrará un error error instalación del controlador de carga. Para resolver este problema simplemente acceder a la zona del "Administrador de dispositivos" del sistema operativo Windows y buscar el nombre del controlador que no se instaló correctamente (el controlador mostrará un signo de exclamación indica que está en problemas). Para encontrarlo, haga doble clic en el nombre y seleccione 'Actualizar Driver'. El conductor se llama 'RNDIS Gadget' y se encuentra en el CD de instalación que se proporciona con la unidad FLEX.
- Por padrón de fábrica, Esta conexión tiene la dirección IP 10.0.0.1 (Máscara: 255.255.255.0).
- Cuando termina de instalar al controlador es necesario configurar la interfaz de red del ordenador que está en la misma red que la unidad remota. Para hacer esto, vaya a "Panel de

Control" del sistema operativo Windows, "conexiones de red", encontrar la nueva interfaz de red que se creó (llamado Linux Ethernet Gadget) y fijar la IP dirección 10.0.0.10. Para obtener más información sobre cómo configurar la dirección IP, véase el Anexo 2.

- Abra su navegador y escriba la dirección IP de la unidad FLEX (10.0.0.1).
- Es obligatorio llenar los campos nombre de usuario y contraseña para acceder a la interfaz web. Por defecto, los valores a introducir son:

Usuario: tsda
Contraseña: 123456

- Si no puede acceder a la interfaz web, siga los procedimientos indicados anteriormente, porque puede haber fallado algún procedimiento.

3.1.3 CONEXIÓN GSM/GPRS MEDIANTE VPN

Para acceder a la unidad FLEX usando la red GSM/GPRS y conexión VPN, siga los siguientes paso a paso.

1. Descargar el archivo que se encuentra en este link: "<http://www.tsda.com.br/downloads/openvpn-2.2.2-install.exe>".
2. Ejecute el instalador.



FIGURA 4 - INSTALADOR OPENVPN

- Clic en Ejecutar;
- Se abrirá una pantalla con la siguiente descripción: "Welcome to the Open VPN 2.2.2 Setup Wizard", clic Next;
- Se abrirá una pantalla con la siguiente descripción: "License Agreement", clic I Agree;
- Se abrirá una pantalla con la siguiente descripción: "Choose Components", clic em Next;
- Se abrirá una pantalla con la siguiente descripción: "Choose Install Location", clic Install. Espere para la instalación. En este paso observe detenidamente qué destino de carpeta se instalará el programa OpenVPN;
- Cuando termine la instalación aparecerá una pantalla con la siguiente descripción: "Installation Complete", clic Next;

- Aparecerá una pantalla con la siguiente descripción: "Completing the OpenVPN 2.2.2 Setup Wizard", Desmarque "Show Readme" y seleccione Finish.
3. Después de completar la instalación, pedir la TSDA apoyar las teclas de acceso a la VPN.
 4. Con las teclas, ir a la carpeta donde se instaló el programa OpenVPN y entrar en la carpeta Config.
 5. Copiar y pegar las llaves proporcionadas por el TSDA en esta carpeta.
 6. Haga clic derecho sobre el archivo NOME_DA_SUA_CHAVE.ovpn Abra el archivo con el programa de bloc de notas.
 7. Debe llevarse a cabo cambios en filas, 90, 91 y 92. Para facilitar la búsqueda, busque la siguiente frase: "C:\Program Files".



FIGURA 5 - LOCALIZAR "C:\PROGRAM FILES"

8. El hallazgo, reemplazar por las siguientes líneas de texto:

```
ca "C:\PASTA_DE_INSTALACAO\OpenVPN\config\ca.crt"  
cert "C:\PASTA_DE_INSTALACAO\OpenVPN\config\NOME_DA_SUA_CHAVE.crt"  
key "C:\PASTA_DE_INSTALACAO\OpenVPN\config\NOME_DA_SUA_CHAVE.key"
```

Recordando que: "PASTA_DE_INSTALACAO" se refiere a la ubicación elegida para instalar software OpenVPN y eso "NOME_DA_SUA_CHAVE" es el nombre de la clave creada por el TSDA.



FIGURA 6 - REEMPLAZO DE LINEAS DE LA LLAVE

9. Para realizar cambios, guarde y cierre el archivo.
10. Haga clic derecho en la parte superior del archivo NOME_DA_SUA_CHAVE.ovpn y seleccione Abrir con -> Elegir programa predeterminado.
11. Aparecerá una lista, clic en Procurar, en la carpeta de instalación del OpenVPN -> bin-> openvpn, clic Open y luego seleccione Ok. Se abre una pantalla similar a la imagen de abajo.

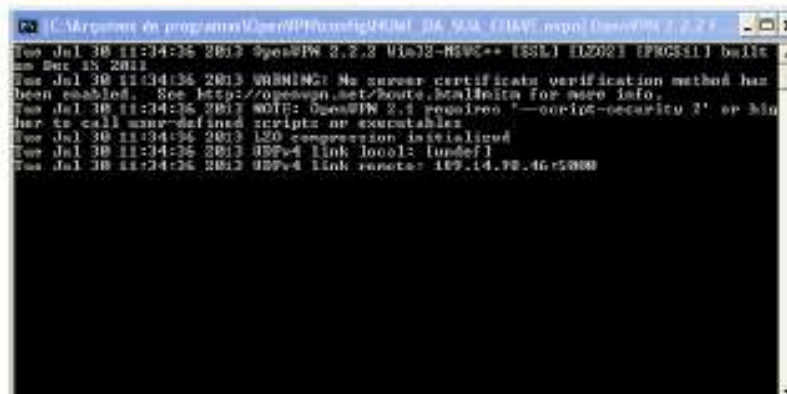


FIGURA 7 - OPENVPN

Comentarios:

- Cuando se abre este archivo, el mismo debe permanecer abierto en todos tiempos cuando el cliente desea monitorear el equipo.
- Cuando se reinicie el equipo, el programa OpenVPN no arrancará automáticamente.

Anexo No. 7

Descripción de las características más importantes del equipo UR FLEX de TSDA tomadas del “Manual de Usuario Unidad Remota FLEX” y los diagramas respectivos.



1. INTRODUCCIÓN

1.1 SOBRE TSDA

TSDA ofrece la solución ideal para el monitoreo remoto y control de los parámetros de varios equipos para radiodifusión, telecomunicaciones, sistemas eléctricos de potencia y aplicaciones especiales para agua y alcantarillado.

La capacidad del software y equipos desarrollados por la TSDA ofrece la posibilidad de monitorizar parámetros tales como: dirigir energía, tensión, corriente, temperatura, unidades de disco, interruptores, alarmas entre varios otros, según las necesidades requieren.

Fundada en 2001 en la ciudad minera de Santa Rita do Sapucaí, nacionalmente conocida como el valle de electrónica nacional, la empresa tiene en su ADN la vocación de desarrollar tecnologías que combinan la calidad de los profesionales de las instituciones de enseñanza técnica y superior ubicada en el TSDA un referente nacional e internacional en el suministro de soluciones completas de telemetría y control remoto.

En 2007, el TSDA contempla el certificado de la norma internacional ISO 9001:2008, asegurando a sus clientes y socios, alto nivel de calidad de sus productos y soluciones.



1.2 SOBRE EL SOFTWARE SYNAPSE SYSTEM

SYNAPSE SYSTEM es un potente software diseñado para simplificar todas las tareas de administración remota y operación de la red de transmisión de señales de radio y televisión. Con una interfaz gráfica muy intuitiva, permite a los usuarios controlar y operar sus sitios remotamente, en cualquier lugar del mundo.

Toda la información se almacena automáticamente en una base de datos para uso futuro o análisis histórico.

El software es totalmente personalizable para mostrar la información necesaria, los clientes ofreciendo la ventaja de usar una marca corporativa y modificado para requisitos particulares y es totalmente compatible con el protocolo SNMP.

La integración con protocolo SNMP amplía la capacidad de gestión y control de diversos equipos, envío de alertas y alarmas, señales a través de varios dispositivos visuales, audibles y también mediante el envío de SMS y correo electrónico, cuando el equipo no está funcionando dentro de los parámetros especificados por el cliente, garantizando una mayor seguridad y fiabilidad.

El software de administración SYNAPSE SYSTEM fue creado por TSDA para la configuración y operación del sistema de telemetría, con una interfaz gráfica amigable e intuitiva, el software son personalizables para su empresa.

2. PRESENTACIÓN DEL SOFTWARE SYNAPSE SYSTEM

2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Estructura Cliente / Servidor;
- Permite el uso simultáneo de múltiples usuarios;
- Integración SNMP;
- Gestión completa de la red de radio, transmisores de TV y periféricos;
- Puede ser utilizado con Windows XP, 7 ou Server;
- Personalización completa e intuitiva interfaz gráfica;
- Posibilidad de elección de los mapas y los iconos;

2.2 CARACTERÍSTICAS PARA OPERACIÓN

El software SYNAPSE SYSTEM opera en plataforma Windows® XP/ 7 ou Server. No se recomienda para ejecutar el software en la plataforma inferior. Para un mejor rendimiento, la máquina se instalará el software, se recomienda utilizar una resolución de pantalla de 1024x768 pixels o superior, memoria RAM de 1Gb y un procesador con por lo menos 1GHz de clock.

2.3 DIVISIÓN DEL SOFTWARE

El software SYNAPSE SYSTEM está dividido en tres módulos de gestión, son: Synapse Server, Synapse Viewer y Synapse Visual Studio.

- **Synapse Server:** es responsable por la comunicación, las conexiones y gestión de licencias de todos los usuarios. Está instalado en el equipo servidor y proporciona una conectividad a otros equipos en la red interna. Puede crear usuarios con operador y otro perfil con perfil de administrador del sistema.
- **Synapse Visual Studio:** permite que los usuarios pueden configurar toda la pantalla para obtener la mejor organización de los parámetros monitorizados. Pueden ajustar todos los detalles, tales como: antecedentes, que miden el equipo si quieres monitor, tamaño y posición de esferas (punteros, pantalla, etc.) entre otros.
- **Synapse Viewer:** módulo que permite tomar el control de todos los parámetros configurados, supervisados y controlados a través de una interfaz intuitiva y segura. Ofrece completa visualización de mapas y monitoreados puntos, todo sistema de alarmas, todos conectados los usuarios y presenta informes y gráficos de todas las normas monitoreadas.

2.4 SEGURIDAD

Sistema de seguridad del software SYNAPSE SYSTEM es a través de usuario registro están protegidos por contraseña. El administrador puede registrar varios usuarios diferentes, cada uno con su contraseña, o restricciones en el sistema de permisos. Sólo el administrador puede realizar cambios.

3. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE

Antes de iniciar el proceso de instalación del software en su computadora, es necesario revisar los requisitos mínimos mencionados en el tema **Erro! Fonte de referência não encontrada. CARACTERÍSTICAS PARA OPERACIÓN**. El software SYNAPSE SYSTEM se encuentra en este link: <http://www.tsda.com.br/downloads/setupSynapseV140.zip>. Espere mientras se descarga el archivo **setupSynapseV140.zip**. Después de terminar la descarga, necesitará hacer la descompresión.

Seleccione el archivo dentro de la carpeta **setupSynapseV140.zip** clic **Extrair Para/Extract To** clic **OK**. Nota que carpeta se guardará el archivo.

3.1 INSTALACIÓN PASO A PASO

Abra la carpeta **setupSynapseV140** y haga doble clic en el archivo **setupSynapseV140.exe**.

- Seleccione qué idioma desea instalar el programa. Cabe recordar que el idioma seleccionado es sólo para la instalación, el software SYNAPSE SYSTEM mantendrá su idioma predeterminado.
- Después de seleccionar el idioma, aparecerá la siguiente pantalla: "Bem-vindo ao assistente de instalação de SYNAPSE SYSTEM", clic **Avançar**.
- Seleccione la carpeta de destino donde se instala el SYNAPSE. Se recomienda que se instale en el directorio estándar seleccionado por el programa de instalación, como se muestra a continuación.



FIGURA 1 - CARPETA DE INSTALACIÓN

- Seleccione la ubicación donde desea crear el acceso directo del programa SYNAPSE SYSTEM clic **Avançar**.
- Aparecerá la siguiente pantalla: "Selecionar Tarefas Adicionais", como en la figura siguiente. Seleccione la tarea deseada y haga clic en **Avançar**.

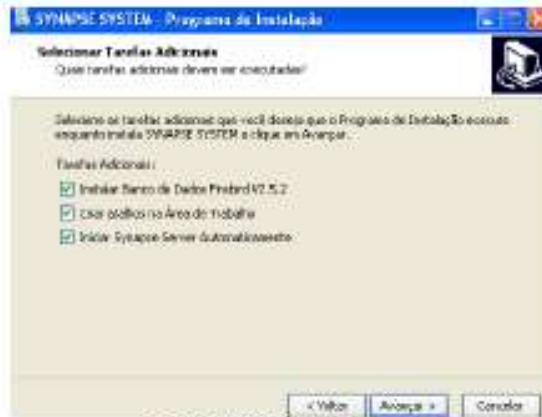


FIGURA 2 - TAREFAS ADICIONALES

- f) El software está listo para ser instalado. Clic **Instalar** para iniciar el proceso de instalación.
- g) Por favor espere mientras se instalarán automáticamente todos los archivos.
- h) La pantalla "Finalizando o Assistente de Instalação de SYNAPSE SYSTEM" aparece, haga clic en **Concluir**. El software está listo para inicializar.



FIGURA 3 - ICONOS

Anexo No. 8

Cotización de equipos y software, empresa TSDA

Fuente: Cotización

Cotización



Ecuatronic Cia. Ltda. ISLA PINZON N23-122 Quito - Ecuador
PBX: +593 3819600 ecuatronix@ecuatronix.com.ec Twitter: @ecuatronix37

Cotizado a:

OPV-18300

ING. EDWIN PANCHI
ARCOTEL

Teléfono:
Correo:

Preparado por: gh

Departamento: Vtas

PBX: +593 3819600 ext. 308
Fduque @ecuatronix.com.ec

Con la presente ponemos en su consideración el siguiente presupuesto:

Fecha Cotizado	Validez	Moneda	Referencia de Pedido
9/12/2016	15 días	USD	

Item	Cant	Part #	Descripción	Unitario	Total
1	1		Software de gerencia, gestión y control, versión 2016, para Windows • Completa gestión de los puntos de monitoreo • Interface para comunicación con equipos con el protocolo SNMP • Estructura de software cliente / servidor • Gráficos y reportes para analisis estadísticas • Apuntamiento automático de tareas • Envío automático de mensajes de alarma por SMS o email (modem SMS incluido) • Para inclusión hasta 05 equipos	590,00	590,00
2	1		Unidad remota serie FLEX-FX con: • 08 - Entradas Analógicas • 08 - Entradas Digitales • 08 - Salidas para comandos • 01 - Porta Ethernet • 01 - Porta USB frontal • Modem GSM 3G Integrado con antena de base magnética incluida • Acceso remoto vía SSH e TELNET • Voltaje de entrada 90 hasta 240Vca y/o 12Vcc	5.760,00	5.760,00

www.ecuatronix.com.ec

1

GUAYAQUIL: CERRO DEL CARMEN JUNTO A TELEMANAJOS TEL: +593 (04) 2003 441; 2003470 FAX: +593 (04) 2003461
CUENCA: AV. 7 DE FEBRERO Y MIGUEL DE SANTIAGO ESQ. 2do. Piso - TEL: +593(07) 2817 709; 2812844
SUCURSALES: AMBATO - LOJA - ESMERALDAS - MANTA - SALINAS

Cotización



Ecuatronic Cia. Ltda. ISLA PINZON N23-122 Quito - Ecuador
 PBX: +593 9819800 ecuatronix@ecuatronix.com.ec www.ecuatronix.com.ec [Twitter: @ecuatronix37](https://twitter.com/ecuatronix37)

Item	Cant	Part #	Descripción	Unitario	Total
3	1		Sensor para medida de voltaje AC; Trifásico; Voltaje de entrada 220Vca o 380Vca;	309,00	309,00
4	1		Sensor de puerta	60,00	60,00
5	1		Sensor de temperatura	113,50	113,50
SUBTOTAL					US\$ 6.832,50
IVA 14%					US\$ 956,55
TOTAL					US\$7.789,05

Condiciones Comerciales		
Tiempo de entrega:	60	Días hábiles
Forma de Pago:	80 % 20 %	Con la confirmación de la orden. Contra entrega

www.ecuatronix.com.ec

2

QUAYAQUIL: CERRO DEL CARMEN JUNTO A TELEMAJONAS TEL: +593 (04) 2803 441; 2803470 FAX: +593 (04) 2803441
 CUENCA: AV. 7 DE FEBRERO Y MIGUEL DE SANTIAGO EDO. 3da. Piso - TEL: +593(07) 2817 709 / 2817 844
 SUCURSALES: AMBATO - LOJA - ESMERALDAS - MANTA - SALINAS