



ETECSA

XVI FORUM DE CIENCIA Y TECNICA

UNIDAD DE NEGOCIOS INTERNACIONAL

Modificación del sistema Flyaway para comunicar la ciudad de Trinidad

Autores: Ing. Jorge C. Duro Rdguez	UNI
Ing. Miquel Rodríguez	UNI
Ing. Lazaro Domínguez	UNR
Gabriel Nieto	UNR

Coautor: Ing. Pablo Echenique	UNI
--------------------------------------	------------

Colaboradores:
Especialistas E/T Caribe

Índice

Contenido	Página
Introducción.	3
Objetivos.	4
Desarrollo.	5
Implementación de esquema de Transmisión.	7
Implementación de esquema de Recepción.	8
Emplace de la antena al satélite INTELSAT 903 en centro telefónico Trinidad.	10
Pruebas de enlace satelital y entre centrales.	11
Valoración Técnica.	12
Valoración Económica.	13
Recomendaciones	14
Conclusiones	14
Anexo:1 Glosario de términos empleados	15

Introducción

El sistema satelital FlyAway en banda C fue adquirido por la empresa para prestar el servicio de transmisión de televisión digital vía satélite (DSNG) desde el punto de origen de la transmisión hasta el telepuerto de la cadena televisiva receptora o distribuidor de servicios de Radio y Televisión.

Con el paso del Huracán Dennis al quedar totalmente interrumpidas las comunicaciones con la Ciudad de Trinidad en la provincia de Sancti Spiritus por la vía normal de microondas, se nos solicito por parte del PM contra catástrofes de la empresa, analizar las posibilidades de darle comunicación a esa ciudad, vía satélite, enlazando a su central de conmutación con la red nacional e Internacional.

Objetivos:

- 1.** Posibilitar la comunicación telefónica de la Población, Partido y Gobierno de la Ciudad de Trinidad posterior al paso del Huracán para garantizar las labores de recuperación.
- 2.** Realizar análisis inmediato mediante calculo de enlace de 2MBps vía satélite empleando el lease de 8MBps en el transpondedor 10 del sistema INTELSAT 903 entre la FlyAway (1,8 M) y la estación STD B (11 M) de la estación terrena Caribe.
- 3.** Realizar cambios en el diseño del sistema FlyAway concebido para transmisión de televisión digital DSNG y reconfiguración para asumir Tx y Rx de portadora IDR de telefonía E1 velocidad 2040 MBps.
- 4.** Aprobación por el IOC de INTELSAT para el trabajo en esa configuración según cálculos previos..
- 5.** Traslado de la estación a Trinidad, búsqueda del lugar apropiado para emplazamiento en el centro telefónico con visibilidad del satélite INTELSAT 903, energética y compatibilidad de interfase terrestre con la central de conmutación.
- 6.** Establecimiento del enlace satelital entre las centrales de conmutación incomunicada de Trinidad y Sancti Spiritus.
- 7.** De ser operativo el enlace adquirir los medios necesarios para trabajar en esta configuración en situaciones excepcionales de localidades, municipios, provincias o el país.

Desarrollo

Con el paso del Huracán Dennis la ciudad de Trinidad quedo incomunicada. Fuimos interrogados por el PM contra catástrofe de la empresa y antes de emitir una respuesta positiva comenzamos a realizar los pasos siguientes.

Análisis inmediato mediante calculo de enlace de 2MBps vía satélite empleando el lease de 8MBps en el transpondedor 10 del sistema INTELSAT 903 entre la FlyAway (1,8 M) y la estación STD B (11 M) de la estación terrena Caribe.

Con el empleo de la aplicación LST 5 de INTELSAT calculamos.

Link Analysis Description:		
MultiCarrier Txpdr Lease	Link 1	Link 2
Modulation	QPSK	QPSK
Information Rate	2048,0	2048,0
FEC Code Rate	3/4	3/4
Clear Sky Eb/No Available	9,0	9,0
Number of Assigned Carriers	1	1
Transmit ES Code	CUB001H2	CRB-01B
Transmit ES Size	1,8	11,0
Receive ES Code	CRB-01B	CUB001H2
Receive ES Size	11,0	1,8
Receive ES G/T	31,0	16,0

Total Leased Resource					
Total EIRP utilized	21,8	dBW	Total BW allocated	3,8229	MHz
Total EIRP available	23,0	dBW	Total BW utilized	3,8229	MHz
Margin (available-utilized)	1,1	dB	Total BW available	8,0000	MHz
			Margin (available-utilized)	4,1771	MHz

Per Carrier UL & DL eirp (Clr-Sky)	Flyaway	Caribe
Transmit ES elevation angle	32,9	30,6
Uplink EIRP per carrier	56,5	67,1
Pathloss at uplink frequency	199,6	199,7
Downlink BE EIRP	11,0	21,4
C/N Downlink Per Carrier		
Receive ES elevation angle	30,6	32,9
Per carrier BE EIRP	11,0	21,4
Pathloss at downlink frequency	195,5	195,5
ES G/T at tpdn downlink frequency	30,2	16,9
C/N total per carrier	10,8	10,7
Margin for other losses	,6	,5
C/N total (clear-sky)	9,8	9,8
Eb/No total (clear-sky)	8	8

Per Carrier Link Summary	Link 1	Link 2
Carrier type	Digital	Digital
Per carrier uplink EIRP	56,5	67,1
Per carrier dnlk EIRP	11,0	21,4
Per carrier total C/N threshold required	7,8	7,8
Per carrier total C/N clear sky	8,8	8,8
Number of active carriers	1,0	1,0
Total Lease Resource Usage		
Total BE EIRP per carrier type	11,0	21,4
Grand total EIRP utilized	21,8	
Grand total EIRP available	23,0	
Margin	1,1	
Allocated BW per carrier	1,9115	1,9115
Grand total BW allocated	3,8229	
Grand total BW utilized	3,8229	
Grand total BW available	8,0000	
Margin (*)	4,1771	

Resumen de cálculos:

- 1- Las dos portadoras de 2Mbps se encuentran dentro del ancho de banda asignado de 8 MBps pues se emplean para el enlace 3,8229 MHz. , margen de 4.
- 2- Las dos portadoras emplean una PIRE dentro del asignado de 23 dBW con un margen de 0,2
- 3- El HPA de la FlyAway es de 400W, para una PIRE requerida de 59 dBW y ganancia de antena en Tx de 40 dB la potencia requerida a la salida del transmisor seria de 109 Watt, no se requiere backoff por ser una sola portadora.
- 4- La C/N en la recepción de la FlyAway garantiza la Eb/N0 requerida para un BER de 10 a la menos 7.
- 5- Se puede establecer el enlace en la practica. Análisis del segundo objetivo.

Realización cambios en el diseño del sistema FlyAway concebido para transmisión de televisión digital DSNG y reconfiguración para asumir Tx y Rx de portadora IDR de telefonía E1 velocidad 2040 MBps con interfase G703 E1 2048.

El sistema FlyAway en su concepción inicial para prestar el servicio DSNG. Cuenta con el siguiente diseño.

- 1- Antena Portátil Prodelim 1,8 M , eficiencia mayor de 75 por ciento, offset 23 grados.
- 2- HPA MCL 400 Watt.
- 3- Encoder de TV MPG2 4:2:2 , 4:2:0 desde 1,2 hasta 34 MBps datarate, entrada CV, SDI, 2 audios digitales o 4 analógicos, EBU codificador de 6 a 128 Kbps.
- 4- Modulador entrada ASI, 10/100 Base T IP, HDSD con cualquiera de las modulaciones existentes, con RS y FEC desde 1/2 hasta 7/8 , Upconverter incluido para salida en banda C.
- 5- Up Convertes Advantech de Banda L a banda C, toda la banda del satélite (extendida).
- 6- MODEM Paradise con mux incluido VT100, para interfases de 4 teléfonos FXS y FXO, RJ45 para PC o red LAN con router interno para aplicaciones Internet, interfase de datos V35,RS422, selección por software para datos dependiendo de la velocidad de configuración.
- 7- Sistema de monitoreo de TV y audio para 4 canales TV y 2 audio estereo o 4 mono.
- 8- LNB ganancia mayor de 60 dB y temperatura de ruido hasta 27 grados K.
- 9- Guías de ondas flexibles banda C.
- 10- Sistema de regulación para alimentación de energía.
- 11- Otros subsistemas.

Dada la configuración anterior se requirió hacer modificaciones al trayecto de transmisión y recepción atendiendo a las siguientes limitantes.

Limitación fundamental.

1-El MODEM de la FlyAway no contaba con interfase terrestre requerido (G703 E1 2048 MBps, código de línea HDB3 con el que trabajan las interfases de la central de conmutación de fabricación China.).

2-Aun, cuando se pudiera obtener un adaptador de interfase V35/RS422 a G703 E1, (no existente en el momento necesario), el tipo de servicio de la portadora del MODEM es Red cerrada (Closed network), se requerían 2 adaptadores (uno para el MODEM ubicado en el HUB).

Reconfiguración para asumir Tx y Rx de portadora IDR de telefonía E1 velocidad 2040 MBps con interfase G703 E1 2048.

Se ubico MODEM disponible para portadora IDR 2048 con interfase G703 E1 HDB3 compatible con la central de conmutación de Trinidad. (Cojimar, Caribe.)

Segunda limitante:

El MODEM, a diferencia de la configuración del esquema original de la FlyAway en banda L, cuenta con interfaces RF en la banda de 70 y 140 MHz, por lo que no era posible el empleo, en el trayecto de transmisión ni recepción de los sistemas Upconverter y LNB con que cuenta la FlyAway.

Reconfiguración para asumir Tx de portadora IDR de telefonía E1 velocidad 2040 MBps con MODEM de RF 70 y 140 MHz.

Dada la limitante anterior, al no poder emplear el Upconverter banda L a banda C del sistema original, se requería, entonces, trasladar los 70,140 MHz a la banda C, pues según cálculos las características de potencia y ganancia, del HPA y la antena se podía establecer el enlace.

Se reconfigura el esquema original, sustituyendo el Up Converter banda L a C en banda extendida, por un Up Converter de 70 y/o 140 a banda C. Quedando resuelto el trayecto de transmisión.

Reconfiguración para asumir Rx de portadora IDR de telefonía E1 velocidad 2040 MBps con MODEM de RF 70 y 140 MHz.

Tercera limitante

Al analizar el esquema de recepción original, este tampoco es capaz de cumplir con las exigencias requeridas para establecer el enlace, pues cuenta con LNB y su salida en RF es en banda L, optima para recepción de TV para lo que esta diseñada la FlyAway, pero no compatible con el requerimiento del MODEM con interfase G703 del esquema de transmisión para RF de 140 MBps.

Se hizo necesario la inclusión en el esquema de recepción de un downconverter de banda L a FI de 140 MHz, no existente para solución rápida requerida.

Solución:

Sustituir LNB (salida en recepción banda L) por LNA (salida en recepción en banda C) e inserción de transceiver de 70/140MHz a banda C en Tx y viceversa Rx banda C a 70/140MHz.

Recalculo de enlace de LNB 60 dB de ganancia por LNA 50 dB de ganancia.

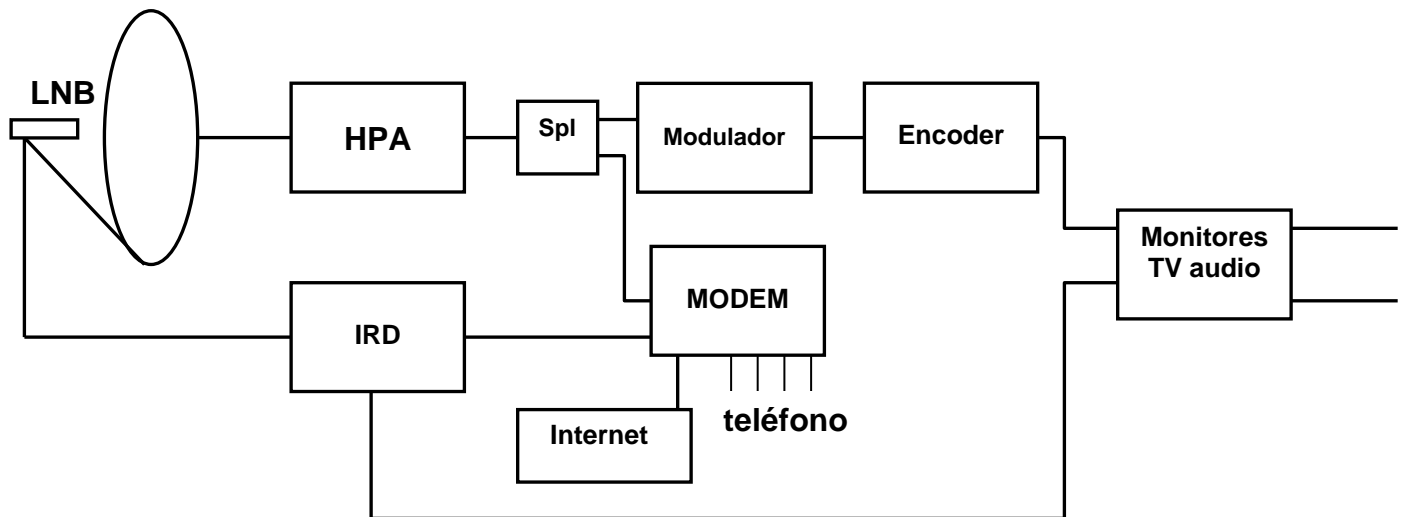
Al realizar calculo, la disminución en recepción por sustitución de LNB por LNA es compensada por la ganancia del transceiver en recepción.

Aprobación por el IOC de INTELSAT para el trabajo en esa configuración según cálculos previos antes de establecer enlace real.

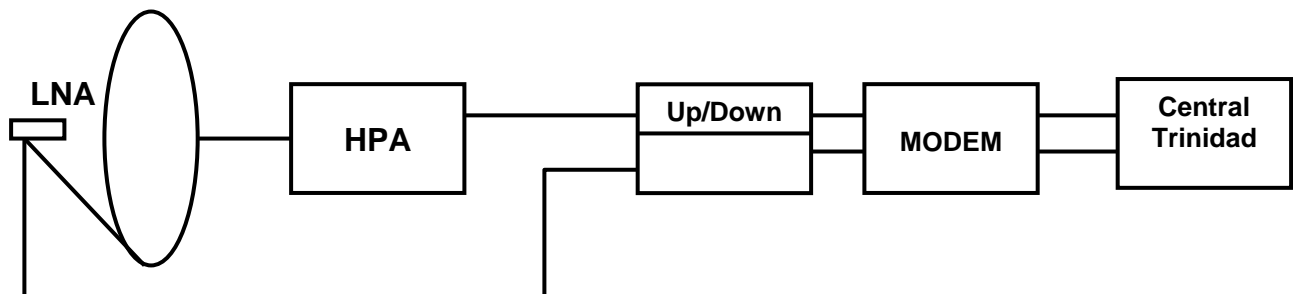
Se le envió al IOC cálculos previos antes de reconfiguración del esquema original: fue aprobado.

Se le envió al IOC cálculos previos después de segunda reconfiguración del esquema original: Fue aprobado, con requerimientos de pruebas y llamada al IOC antes de acceder al sistema satelital.

Configuración del esquema original del sistema FlyAway para servicio de TV concebido:



Configuración del esquema del sistema FlyAway Modificado para restablecer servicios de telefonía en Trinidad.



Sistema energético:

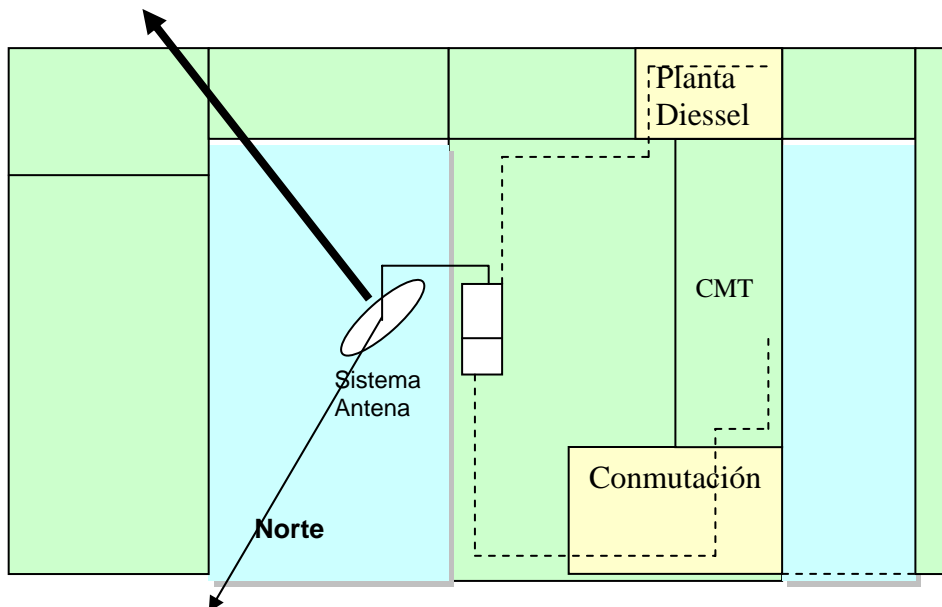
Se requirió insertar auto transformador 100 VAC / 220 VAC conectado a la salida del regulador automático de voltaje que alimenta el resto del sistema original, para alimentación del equipamiento (MODEM y transiver) a 220 VAC quedando protegidos para confiabilidad del enlace.

Emplace de la antena y orientación al satélite INTELSAT 903 en el centro telefónico Trinidad.

Esquema (vista superior del centro telefónico de Trinidad.)

Ciudad	prov	LATITUD	LONGITUD
Trinidad	SS	21,4798	280,4101

Ciudad	Azimut	Elevación
Trinidad	110.45	34.01



Para la orientación de la antena al sistema satelital se requirió primeramente del montaje del LNB pues solo se contaba con analizador de espectro de banda L así como poner en marcha el MODEM para DSNG y poder hacer el contacto telefónico con la estación terrena caribe, una vez realizado, se sustituyo por el LNA y comenzó el montaje del resto de la tecnología para el tipo de enlace.

Dada la situación climatologica se requirió poner el equipamiento en el interior del centro telefónico y dada la limitante del largo de la guía de onda hubo que realizar perforación en la pared contigua donde se encontraba emplazada la antena.

No existía la climatización normal al estar trabajando el centro con planta emergente, la temperatura era elevada al estar serradas las ventanas por la lluvia, se perforo también la pared para salida de la ventilación del HPA por el conducto y se instalaron 2 ventiladores domésticos hasta que descendió la temperatura

Pruebas de enlace satelital.

El enlace fue probado y los MODEMS de ambos extremos cerraron con una Eb/N0 de 10,5 en la FlyAway y 11,5 en la estación terrena Caribe, con loop en Trinidad no se observaron errores en el enlace, se transfirió a las centrales para pruebas.

Pruebas entre centrales.

Las pruebas entre las centrales de Trinidad y Sancti Spiritus resultaron satisfactorias, con cierto retardo durante el establecimiento de las llamadas por configuración de señalización R2 (no optima para enlaces vía satélite), por nuestra parte se les recomendó pasar a señalización SS7, al hacer la transferencia los tiempos de establecimiento quedaron igual que por el enlace normal de microondas.

Se procedió a dar comunicación en dependencia del análisis de trafico entrante y saliente de Forma escalonada a la población y los organismos centrales del estado y el gobierno.

Se configuraron en Sancti Spiritus y Trinidad dos ganadores de flujos que se encontraban listos para su instalación que elevarían el dimensionamiento del enlace a 59 circuitos, por el flujo E1, no siendo necesario con posterioridad, pero de tiene en cuenta para recomendación en futura configuración.

Valoración Técnica.

Esta principalmente fundamentada en la configuración del sistema FlyAway para prestar el servicio DSNG, por lo que hubo que hacerle las modificaciones técnicas requeridas a los trayectos de transmisión, recepción, banda base y energética, en primera instancia, al parecer muy simples, pero que fueron complicándose en la medida en que aparecían las limitantes en el equipamiento requerido, pero no existente físicamente, y la necesidad planteada por la empresa dada la situación emergente surgida tras el paso del huracán y el poco tiempo requerido (menos de 24 horas) para poder dar una solución lo que conllevo técnicamente a:

- Aplicar en la practica conocimientos técnicos para enlaces vía satélite prácticamente en todas las especialidades (Sistemas de antena, transmisores, Up y downconverters, módems, interfases banda base, energética, localización de emplazamiento.
- Realización de calculo de enlace, aprobación y ejecución.
- Empleo de diferentes tecnología de comunicaciones por satélite.
- Realización en sitio, simultáneamente en el emplazamiento de forma rápida del diagrama de niveles Tx y Rx.
- Ganancia en conocimientos técnicos y experiencias en situaciones excepcionales.
- Trabajo coordinado y eficiente entre los especialistas del sistema FlyAway y la estación terrena caribe y transmisión y conmutación de la red nacional.
- Sirvió de base para generalizar el empleo del sistema FlyAway en esta configuración para situaciones excepcionales, como de hecho sucedió al establecerse un enlace entre Cuba y Chile como emergencia para caso de catástrofe el pasado año y actualmente se encuentra en el plan de la empresa como reserva de comunicación durante la temporada ciclónica.
- Se comprobó la posibilidad de realizar mediante esta configuración dos enlaces IBS de 2048 MBps.

Valoración económica.

Impacto social.

El principal valor del presente trabajo lo determina el gran impacto social que produjo, sobre todo, en la población de Trinidad y localidades aledañas que emplean esta central para su comunicación con el resto del territorio y el exterior.

Luego de enlazada la central vía satélite se pudieron habilitar, en una primera etapa, las estaciones publicas, las que fueron abarrotadas por la población, que agradecía de forma personal a los compañeros de ETECSA elogiando el buen trabajo y la rapidez en la respuesta contribuyendo también a la imagen de la empresa pues tenían ya 48 horas de no saber de familiares y sobre todo, los no residentes, de cómo se encontraban y sus requerimientos y necesidades.

De igual forma el PCC y las entidades del gobierno pudieron contar con mayores facilidades para comunicar las principales afectaciones y realizar las coordinaciones pertinentes para afrontar la fase recuperativa del municipio.

La prensa radial y escrita pudo comenzar, de forma continua a brindar la información al resto de la población, pues mediante vía telefónica se recibía la información del resto del país que era transmitida por la emisora local.

Valoración económica.

Venta diaria de entre 300 y 1200 tarjetas telefónicas con valor de 5, 10 y 20 Pesos en moneda nacional, esta ultima la mas solicitada por espacio de 4 días que duro el enlace antes de restablecer la microonda. (Entre 6000 y 24000 pesos diarios, por espacio de tres días el valor se encuentra entre los 18000 y 72000 pesos. Promedio 45000 pesos

Venta diaria de entre 50 y 200 tarjetas telefónicas con valor de 20 CUC espacio de 4 días (entre 1000 y 4000 CUC diarios, por espacio de tres días el valor se encuentra entre los 3000 y 12000 CUC. Promedio 7500 CUC.

Pasadas las primeras 8 horas de haber habilitado las publicas se procedió a dar entrada internacional al resto de los abonados.

Un día promedio de trafico de entrada internacional a la Central de Trinidad en el mes de Julio del 2005 eran 798 llamadas, por experiencia en las observaciones de trafico, después del paso de huracanes, desde 1998 al 2005, se estima que el trafico se incrementa entre un 6 y 7 porciento del normal, 846 llamadas, durante tres días 9,10 y 11 de Julio (No se toma en cuenta las 8 horas antes que se abriera el trafico residencial) serian 2538 llamadas entrantes con un promedio de duración entre 8 y 9 minutos, La totalidad de minutos en los tres días de activación 22842.

El costo del minuto se estima en 1,60 centavos USD, lo que daría una cifra aproximada por mínimo, de **39800 USD**, Redondeando **40000 USD**.

Un día promedio de trafico de salida internacional desde la Ciudad de Trinidad para el mes de julio de 2005 se estima entre 40 y 60 llamadas con un promedio de duración de 4 minutos cada una, en tres días serian 200 minutos, con un costo de 1,25 el minuto, la cifra seria **250 CUC**. Por lo que no se tendrá en cuenta este valor atendiendo a que el mayor trafico de origen seria el de turismo extranjero, evacuado con antelación, así como estar contenido principalmente en la venta de tarjetas que muestra un valor mas real.

Recomendaciones:

Las siguientes recomendaciones fueron realizadas en el mismo instante en que se decidió emplazar la estación FlyAway con este fin.

- 1- Adquirir MODEM satelital con interfases de banda base G703 para n x 64 hasta un mínimo de 2048 E1, e interfases RF en la banda de L de 950 a 1.600 MHz compatible con Upconverter y LNB con que cuenta la estación.
- 2- Adquirir como mínimo 2 ganadores de flujo E1 para multiplicación de enlace PCM de 2048 con posibilidad de opción Clear channel. (caso de requerimientos de enlace nacional)
- 3- Adquirir, al menos 2 canceladores de eco (caso de requerimiento de enlace nacional) respecto al requerimiento anterior.
- 4- De ser factible, para los tres puntos anteriores, adquirir redundancia.
- 5- Incremento de dos tramos de 2,75 metros de guía de onda flexible WR75 que posibilite mayores opciones de emplazamiento.
- 6- Realizar pruebas para incremento de una segunda portadora (ejecutado).

Conclusiones.

El presente trabajo, a diferencia de otros, no se encontraba en el banco de problemas, surgió ante la búsqueda de soluciones para poder darle comunicación a la central de Trinidad, es un trabajo que fue pensado y desarrollado en tiempo real, durante la marcha, desde el instante en que se nos solicitó la posibilidad de asumirlo y que se demostró su efectividad en la práctica.

Solo nos resta agradecer a quienes junto a nosotros se involucraron desde el comienzo y acogieron con tanto interés, profesionalidad y deseos de dar una solución a una parte de nuestro pueblo que tanto lo requería.

Este trabajo lo permitió, gracias.

Muchas gracias también a todos los que de una u otra forma colaboraron.

Anexo:1 Glosario de términos empleados

Amplificador de Alta Potencia (HPA)

Dispositivo que incrementa el nivel de potencia de la señal en la etapa final para ser transmitida al satélite.

Amplificador de Bajo Ruido (LNA)

Dispositivo que tiene como función amplificar la señal recibida del satélite a través de una antena con una contribución mínima de ruido.

Angulo de azimut

Angulo de apuntamiento de una antena con respecto al Norte geográfico en el sentido de las manecillas del reloj.

Banda base

Banda de baja frecuencia que ocupan las señales antes de modular la señal portadora de transmisión.

Banda C

Rango de frecuencias que va de 3.7 a 6.4 GHz utilizada para transmisión/recepción de señales del Servicio Fijo por Satélite y microondas.

Banda L

Rango de frecuencias ubicado entre 1 y 2 GHz. Se emplea para comunicaciones móviles por satélite.

Bit Error Rate (BER)

Tasa de bits erróneos. Relación del número de bits erróneos al total de bits transmitidos en un determinado intervalo de tiempo.

dB

Unidad estándar para expresar la relación entre dos parámetros utilizando logaritmos de base 10. Se utiliza debido a que facilita los cálculos cuando intervienen cantidades muy grandes y muy pequeñas como en el caso de los enlaces vía satélite.

dBW

Decibeles referidos a la potencia expresada en watts. La potencia de los satélites se expresa en dBW.

Eb/No

Relación de energía por bit a densidad espectral de ruido en watts por hertz.

Figura de Mérito (G/T)

Es un indicador de la sensibilidad del sistema de recepción. Se define como la relación de la ganancia de la antena a la recepción con respecto a la temperatura de ruido del sistema a la recepción; sus unidades normalmente son dBi/K.

Guía de onda

Dispositivo para conducción de ondas electromagnéticas.

Modulación por Código de Pulsos (PCM)

Técnicas de modulación a través de la cual una señal analógica puede ser transmitida de manera digital mediante un proceso de muestreo, cuantificación y codificación.

Portadora

Señal de frecuencia fija generalmente, que es modulada por la señal de información a fin de transportarla.

Potencia Isotrópica Radiada Efectiva (PIRE ó EIRP)

Es el resultado de la combinación de la potencia del transmisor con la ganancia de la antena en una dirección determinada: hacia el satélite o del satélite hacia la estación receptora. Se expresa en dBw.

Relación portadora a ruido (C/N)

Relación de la potencia de una portadora digital con respecto a la potencia de ruido en el ancho de banda que ocupa. Se expresa en dB.

DSNG

Digital satélite news gatering, Tipo de estación móvil configurada para prestar el servicio de TV, Radio y noticias con acompañamiento de cables de telefonía y datos para la coordinación y posibilidad de video conferencia en tiempo real.