

Tesis de Maestría en Ingeniería en Telecomunicaciones

Ventaja de migración a la plataforma DVB-S2 en una operadora de cable

Autor: Ing. Gudnar Darwin Chambi Villarroel

Director: Ing. Eduardo Schmidberg

Co-director: Ing. Claudio Muñoz

2016

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores Ing. Eduardo Schmidberg y el Ing. Claudio Muñoz por su colaboración para guiarme en la realización de la tesis, aparte de haber sido mis docentes en la carrera de maestría y recibido sus enseñanzas.

También agradecer a todos los docentes del ITBA por influir en los conocimientos de las telecomunicaciones y a la empresa Telecentro por la orientación y los años de trabajo en el área de cabecera.

A mis padres por el apoyo de siempre de alentarme en mi formación profesional.

RESUMEN

La transmisión vía satélite ha permitido comunicarnos a distancias remotas en el mundo, las tecnologías asociadas han evolucionado y siguen evolucionando, esto acarrea que muchos sistemas que estén involucrados a la recepción satelital también se desarrollen. El sistema DVB S es un estándar de transmisión que brinda muchos servicios de transmisión, el que se plantea en este trabajo es el de servicio de señales para las operadoras de cable. Una ventaja es permitir brindar más servicios sin aumentar el ancho de banda de transmisión en la operadora de cable, para esto se logra con una evolución en la transmisión satelital como el DVB S2, el cual es un nuevo estándar y con esta norma se analizarán parámetros para comparación de eficiencia espectral con respecto a modelos anteriores que se venían implementando en el servicio operador de cable.

En este trabajo se realizarán mediciones de campo para que se pueda comparar el viejo modelo con el nuevo modelo del nuevo estándar que permita llevar más señales de transmisión en la operadora de cable. Con las mediciones de campo se analizarán y se tabularán para que se llegue a mostrar la ventaja de migrar al nuevo estándar DVB S2.

ÍNDICE

1.Introducción	6
2. Estado de la cuestión	7
2.1 Sistema DVB S	8
2.1.1 Sistema de Transmisión	8
2.1.2 Descripción funcional del sistema	9
2.1.3 Adaptación a las características del transponder de satélite.....	9
2.1.4 Codificación de canal.....	10
2.1.5 Codificación Reed-Solomon y entrelazado	11
2.1.6 Codificación convolucional.....	13
2.1.7 Filtrado y Modulación.....	13
2.1.8 Requerimientos de rendimiento de error	14
2.1.9 Servicios con el sistema DVB S	14
2.2 Sistema de transmisión analógica en el Headend	22
2.3 Sistema de transmisión digital DVB-C en el Headend	25
2.3.1 Estructura de trama	26
2.3.2 Codificación de canal.....	26
2.3.3 Mapeo	26
2.3.4 Modulación	28
2.4 Sistema de transmisión digital ATSC en el Headend	31
3. Hipótesis de trabajo	31
3.1 Objetivos	31
3.2 Restricciones.....	31
3.3 MER.....	32
3.4 Especificaciones aplicables	34
3.5 Recursos.....	34
4.Solución propuesta	43

4.1 Solución	43
4.2 Sistema DVB S2	43
4.2.1 Configuraciones del sistema	44
4.2.2 Arquitectura del sistema	45
4.2.3 Bloque FEC	45
4.2.4 Mapeo de bits en la constelación	48
4.3 Mediciones sobre receptores satelitales	50
5. Resultados y Conclusiones	66
5.1 Comparación de mediciones de sistemas DVB S y DVB S2	66
5.2 Comparación en el espectro de la operadora de cable.....	67
5.2.1 Sistema Analógico	67
5.2.2 Sistema DVB S2	67
5.3 Comparación de gasto de potencia de transmisión	69
6. Futuras líneas de investigación	70
7. Bibliografía.....	72
8. Glosario	73
9. Índice de figuras.....	75
10. Índice de tablas	78

1.Introducción

Hoy en día se tiene varios servicios de telecomunicación entre ellos el que se aborda para esta tesis es el servicio operador de cable.

Dentro de la operadora de cable se cuenta con el sector denominado Headend, donde se reciben las señales vía satélite y es aquí donde se tiene que realizar el análisis de eficiencia espectral.

En Telecentro se tiene como recepción de señales para ambas tecnologías de DVB-S [1] y DVB-S 2 [2], es decir con equipos receptores satelitales se sintonizan las señales en el sector de cabecera.

Hay varias señales que aún siguen sintonizándose con el sistema DVB-S y realizar la sintonización para la tecnología DVB-S2 reduce la cantidad de receptores.

Además estos receptores para DVB-S2 permiten tener salidas de señales para adaptarse a una plataforma más reducida en procesamiento en un Headend para la transmisión de TV Digital.

En el caso de Telecentro se está tomando las señales de salida IP de los receptores que van conectadas a un switch , el cual luego pasa a un equipo que toma el flujo de todas las señales y las modula en RF para su transmisión en estándar llamado DVB-C [3].

El desafío a futuro es seguir mejorando la transmisión en una operadora de cable para el envío de más señales sin aumentar el ancho de banda. Hoy en día se estudia la posibilidad de implementar DVB-C2 [4] en el Headend.

El estándar DVB-C2 tiene similitudes con DVB-S2, ambos estándares utilizan la misma técnica de corrección de errores, lo que permite aprovechar más el uso del ancho de banda.

Todo este avance de eficiencia en el ancho de banda en un Headend permite mejorar la transmisión de servicios en una operadora de cable.

Con las nuevas técnicas de corrección de errores y nuevos esquemas de modulación se migra al estándar DVB-S2, con esta nueva norma se logra el envío de más señales de televisión digital en comparación con DVB-S.

El sector cabecera de una operadora de cable como por ejemplo Telecentro, será el sitio de estudio de la ventaja de migrar a la plataforma DVB-S2, para esto se sintonizarán los servicios transmitidos por DVB-S2 y se contrastarán las mediciones de campo frente a DVB-S.

2. Estado de la cuestión

Para el servicio de transmisión de señales en una operadora de cable fue evolucionando de sistemas analógicos a sistemas digitales.

Se comenzó con los sistemas de transmisión analógico satelital, luego se pasó a los sistemas de transmisión digital vía satélite, en donde se hace mejor uso del ancho de banda enviando más señales que en el sistema analógico satelital.

Dentro el Headend con el tiempo se pasó a sistemas de transmisión digital, en donde se hace mejor uso del ancho de banda enviando más señales que en el sistema analógico. Además, en lo que respecta a la modulación, la cantidad de moduladores a usar es menor que en el caso de un sistema analógico, es decir la modulación digital puede procesar más señales que la modulación analógica. También cabe mencionar que con el advenimiento de la transmisión digital se registró una evolución de tecnologías en el sector de Headend.

A continuación se describirán las distintas normas de transmisión satelital y por cable.

2.1 Sistema DVB S

El sistema tiene el siguiente proceso: información, codificación, multiplexación, código convolucional y Reed Solomon, luego se pasa a la etapa de modulación QPSK.

Según el proyecto DVB hay especificaciones que se ajustan a las características del medio de transmisión. Hay bloques que comparten la señal fuente MPEG-2 y, la etapa de modulación que se emplea depende del medio de transmisión.

En la transmisión vía satélite se debe tomar en cuenta la atenuación del medio, la limitación en potencia del transmisor del satélite de comunicaciones y la atenuación atmosférica, como consecuencia de ello, la modulación empleada no puede ser en amplitud para soportar la linealidad y no permitir que se interfiera por el ruido atmosférico. Necesita una robustez en la información lo cual se da con más cantidad de símbolos transmitidos. Por esta razón se utiliza la modulación QPSK. En esta modulación se envía la información en las variaciones de fase de la señal.

2.1.1 Sistema de Transmisión

El sistema va adaptando la señal desde el transporte MPEG 2 hasta el canal de transmisión satelital.

La cadena de datos debe pasar por el proceso de:

- Adaptación del multiplex de transporte y aleatorización para dispersión de energía.
- Codificación Reed Solomon.
- Entrelazado.
- Codificación convolucional.
- Filtro.
- Modulación.

2.1.2 Descripción funcional del sistema

En la Figura 1, se muestran las distintas etapas que atraviesan los datos antes de ser enviados al satélite [1]:

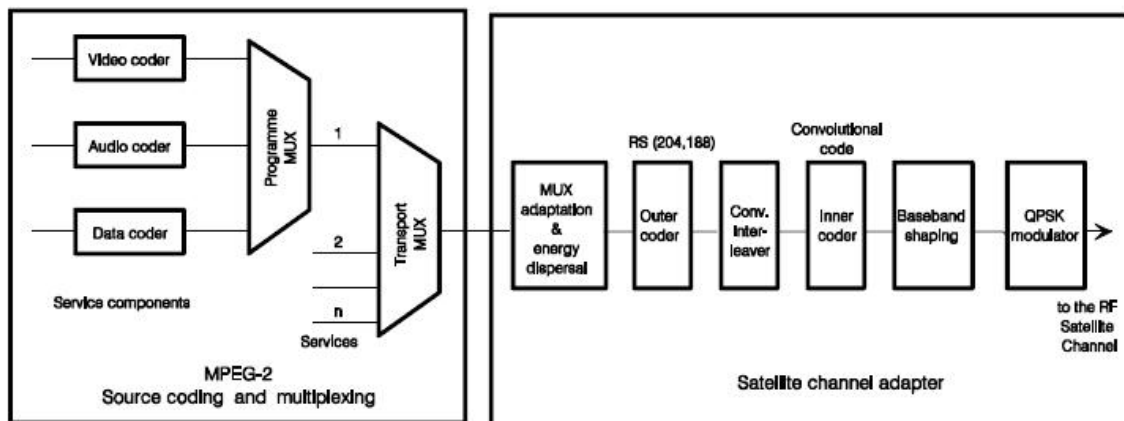


Figura 1

El sistema es directamente compatible con las señales de TV MPEG-2. El modo de transmisión de trama está en sincronización con el transporte multiplex MPEG-2 de paquetes.

En la etapa de recepción, si la señal recibida está por arriba de C/N y C/I , el FEC adoptado en el sistema es diseñado para proveer un “Quasi Error Free” (QEF). El QEF significa menos de un error sin corregir por hora de transmisión correspondiendo a un Bit Error Ratio (BER)= 10e-10 a 10e-11 en la entrada del demultiplexor MPEG-2.

2.1.3 Adaptación a las características del transponder de satélite

Las transmisiones de varios servicios de TV digital usarán satélites en las dos bandas FSS y el BSS.

La elección del ancho de banda del transpondedor es en función del satélite usado y la tasa de datos requerida por el servicio.

La tasa de símbolos debe ser adaptada a las características del transpondedor.

El sistema debe estar delimitado por las siguientes interfaces dadas en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1

Location	Interface	Interface type	Connection
Transmit station	Input	MPEG-2 [1] transport multiplex	from MPEG-2 multiplexer
	Output	70/140 MHz IF	to RF devices
Receive installation	Output	MPEG-2 transport multiplex	to MPEG-2 demultiplexer
	Input	TBD	from RF devices (indoor unit)

2.1.4 Codificación de canal

El sistema de trama de entrada debe ser organizada en longitud fija de paquetes después del multiplexor de transporte. La longitud del paquete de transporte MPEG-2 es 188 bytes. Esto incluye 1 byte de sincronismo (47 HEX). El proceso de orden de transmisión debe comenzar siempre con el MSB ("0") del byte de sincronismo (01000111).

En orden para cumplir con Regulaciones Radio ITU y asegurar adecuación de transiciones binarias, el dato de entrada MPEG-2 multiplex debe ser aleatorizado en concordancia con la configuración mostrada en la Figura 2:

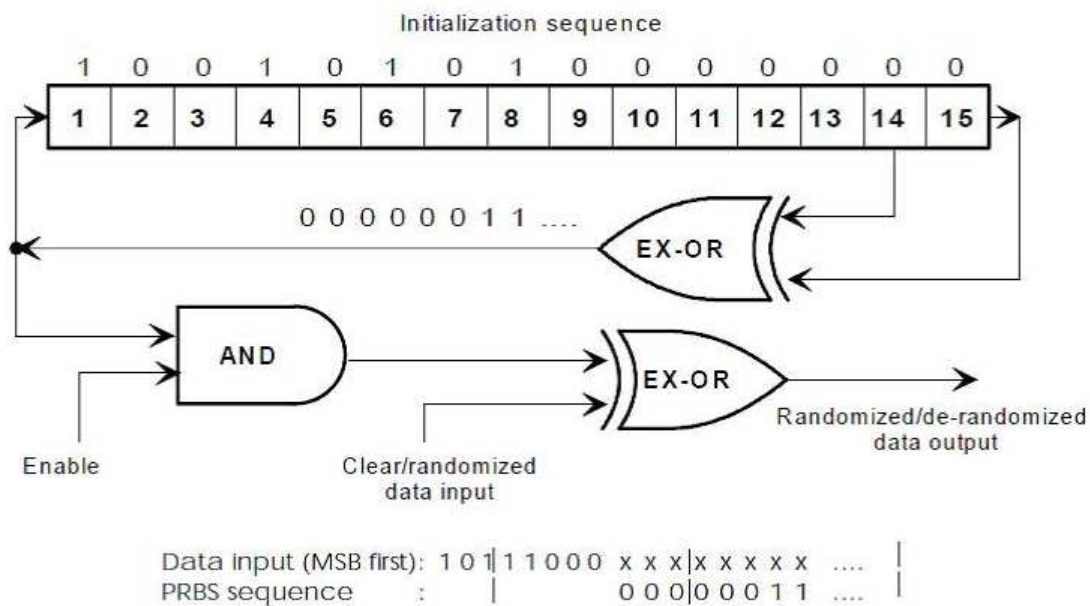


Figura 2

El polinomio generador de Pseudo Random Binary Sequence (PRBS) debe ser $1+X^{14}+X^{15}$. Cargando la secuencia "100101010000000" dentro del registro PRBS, este debe ser inicializado al principio de cada ocho paquetes de transporte. Para proveer una señal de inicialización para el descrambler, el primer byte de sincronismo MPEG-2 del primer paquete de transporte del grupo de ocho paquetes es invertido bit a bit de 47HEX a B8HEX. Este proceso se refiere como el Transporte Multiplex Adaptación.

El primer bit en la salida del generador PRBS debe ser aplicado al primer bit del primer byte siguiente al byte invertido de sincronismo MPEG-2. Para ayudar a otras funciones de sincronización, durante los siguientes bytes de sincronización de los 7 paquetes de transporte, el PRBS debe continuar, pero esta salida debe ser deshabilitada, dejando estos bytes sin aleatorizar. Por lo tanto, el periodo del PRBS debe ser 1503 bytes.

El proceso de aleatorización debe ser activo, aunque cuando no haya trama de entrada de bits o cuando no es conforme al formato de trama de transporte MPEG-2(1 sync byte+187 bytes de paquete). Esto evita la emisión de portadora no modulada del modulador.

2.1.5 Codificación Reed-Solomon y entrelazado

La organización de trama debe ser basada sobre la estructura del paquete de entrada [1] .Ver Figura 3:

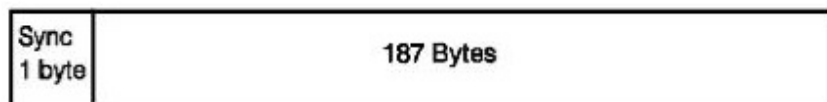


Figura 3

Reed-Solomon RS (204, 188, T=8) código corto del código original RS (255, 239, T=8) debe ser aplicado a cada paquete de transporte aleatorizado de la Figura 4:

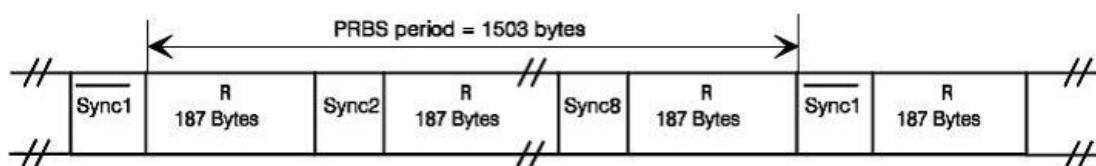


Figura 4

Luego se genera un paquete de error protegido Figura 5:

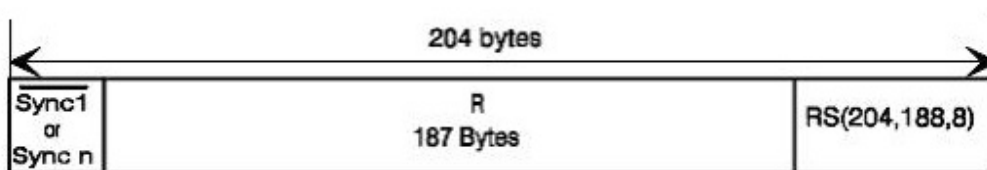


Figura 5

El código Reed-Solomon debe ser aplicado también al byte de sincronismo del paquete (al invertido o no invertido).

El código corto Reed-Solomon puede ser implementado mediante la adición de 51 bytes, todos en cero, la información en la entrada del encoder es de la forma de código RS (255,239).Después del proceso de codificación estos bytes nulos son descartados.

Seguendo el esquema conceptual de la Figura 1, se observa en la Figura 6, que un entrelazado convolucional con profundidad $l=12$ debe ser aplicado a los paquetes de errores protegidos:

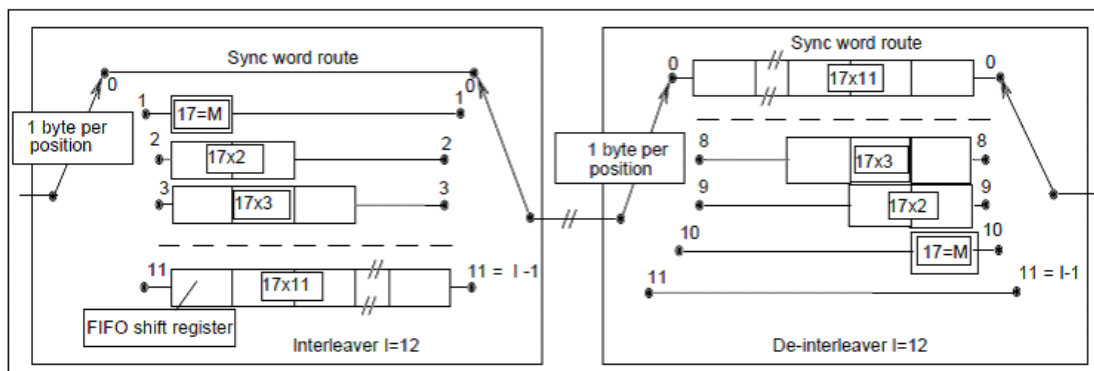
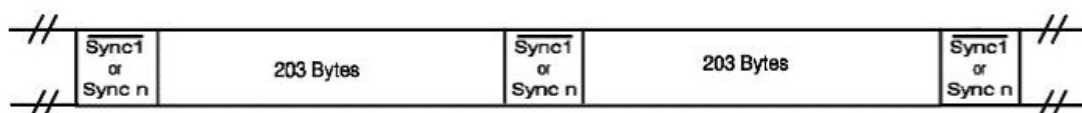


Figura 6

Como resultado de este proceso, se obtiene una trama entrelazada Figura 7:



$\overline{\text{Sync1}}$ = not randomized complemented sync byte
 $\text{Sync } n$ = not randomized sync byte, $n = 2, 3, \dots, 8$

Figura 7

Esta trama debe ser compuesta de superposiciones de paquetes de errores protegidos y debe ser delimitada mediante bytes de sincronismo invertido o no invertido MPEG-2 (preservando la periodicidad de 204 bytes).

El entrelazador puede ser compuesto de $l=12$ ramas, cíclicamente conectados a la entrada de tramas de bytes mediante un switch.

Cada rama debe ser un registro FIFO con profundidad M_j celdas (donde $M=17 = N/l$, $N=204$ =longitud de la trama de error protegido, $l=12$ profundidad del entrelazado, j =index de la rama). Las celdas del FIFO deben contener 1 byte, y los switches de entrada y salida deben ser sincronizados.

Los bytes de sincronismo y los bytes de sincronismo invertido deben ser siempre ruteados en la rama "0" del entrelazador (correspondiendo a un retardo nulo).

El desentrelazador es similar en principio al entrelazador pero, el orden de las ramas es reverso ($j=0$ corresponde al retardo mayor). La sincronización del desentrelazador debe ser llevado mediante el ruteo del primer byte de sincronismo en la rama "0".

2.1.6 Codificación convolucional

El sistema debe permitir un rango de códigos convolucionales, basado sobre una tasa de código convolucional 1/2 con longitud K=7. Esto permitirá la selección del más apropiado nivel de error de corrección para un dado servicio o tasa de dato. El sistema además puede permitir codificación convolucional con tasas de código de 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 y 7/8.

Se aplica código de convolución según la Tabla 2:

Tabla 2

Original code			Code rates									
K	G1 (X)	G2 (Y)	1/2		2/3		3/4		5/6		7/8	
			P	dfree	P	dfree	P	dfree	P	dfree	P	dfree
7	171 _{oct}	133 _{oct}	X: 1 Y: 1 I=X1 Q=Y1	10	X: 1 0 Y: 1 1 I=X1 Y2 Y3 Q=Y1 X3 Y4	6	X: 1 0 1 Y: 1 1 0 I=X1 Y2 Q=Y1 X3	5	X: 1 0 1 0 1 Y: 1 1 0 1 0 I=X1 Y2 Y4 Q=Y1 X3 X5	4	X: 1 0 0 1 0 1 Y: 1 1 1 1 0 1 0 I=X1 Y2 Y4 Y6 Q=Y1 Y3 X5 X7	3
NOTE: 1 = transmitted bit 0 = non transmitted bit												

2.1.7 Filtrado y Modulación

El sistema debe emplear modulación QPSK con codificación Gray.

Antes de la modulación las señales I y Q deben ser filtradas por el filtro de coseno elevado.

El factor de roll-off debe ser 0,35.

El filtro de coseno elevado tiene una función teórica dada por la siguiente expresión [1]:

$$H(f) = 1 \text{ for } |f| < f_N(1 - \alpha)$$

$$H(f) = \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{\pi}{2f_N} \left[\frac{f_N - |f|}{\alpha} \right] \right\}^{1/2} \text{ for } f_N(1 - \alpha) \leq |f| \leq f_N(1 + \alpha)$$

$$H(f) = 0 \text{ for } |f| > f_N(1 + \alpha),$$

Donde la frecuencia de Nyquist es:

$$f_N = \frac{1}{2T_s} = \frac{R_s}{2}$$

En la Figura 8 se observa la constelación QPSK:

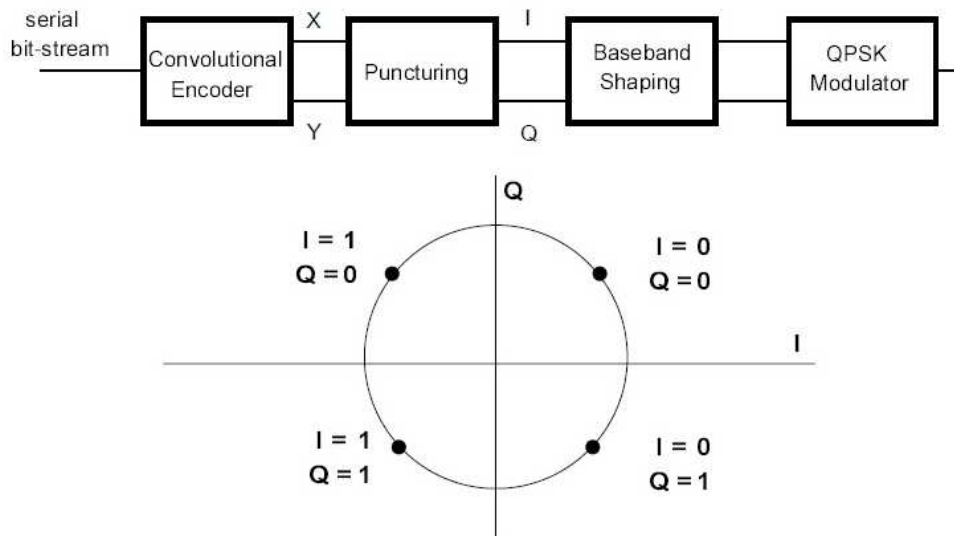


Figura 8

2.1.8 Requerimientos de rendimiento de error

En Tabla 3 se observan los valores de E_b/N_0 que se necesita según el inner code rate para tener QEF luego del Reed-Solomon [1]:

Tabla 3

Inner code rate	Required E_b/N_0 for BER = 2×10^{-4} after Viterbi QEF after Reed-Solomon
1/2	4,5
2/3	5,0
3/4	5,5
5/6	6,0
7/8	6,4

2.1.9 Servicios con el sistema DVB S

Las señales satelitales se reciben a través de antenas parabólicas apuntadas al satélite deseado, estos satélites son los del tipo GEO.

Los satélites son GEO (geoestacionarios) tienen una velocidad de traslación igual a la velocidad de rotación de la Tierra, se encuentran con una pisada sobre un mismo punto del globo terrestre, por eso el nombre de geoestacionarios. Para que suceda la igualdad de velocidades es necesario que el satélite esté a 35800 km sobre el ecuador, esto hace que un satélite geoestacionario permanezca fijo con respecto a la Tierra, es decir, visto desde la Tierra aparecerá como un punto fijo en el cielo.

El satélite tiene un área de cobertura que es el footprint (huella del satélite) y varía según la frecuencia y la potencia de transmisión.

Antenas satelitales

Antena de foco central o primario

La superficie de la antena es un paraboloide, sobre la cual inciden las ondas paralelamente al eje principal y luego se reflejan y van al foco (este se encuentra en el centro de la antena).

El rendimiento de este tipo de antena es del 60 %, esto significa que de la energía que llega a la superficie de la antena solo el 60 % llega al foco.

En Figura 9 se muestra la antena de foco central [10]:

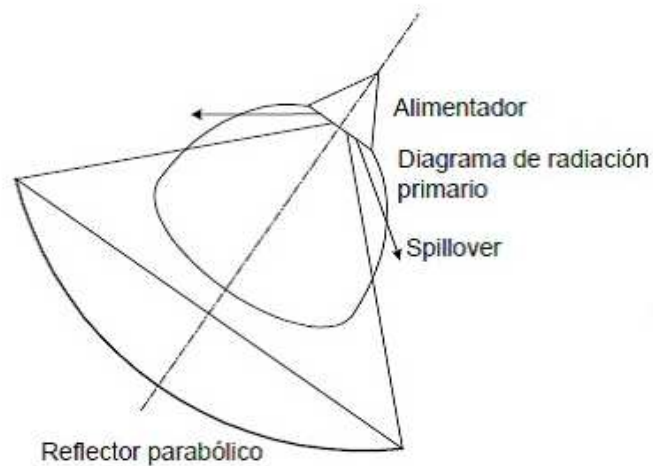


Figura 9

Antena offset

En esta antena el foco está desplazado hacia abajo, su rendimiento es del 70%.

A continuación se observa la Figura 10 donde se muestra la antena offset [10]:

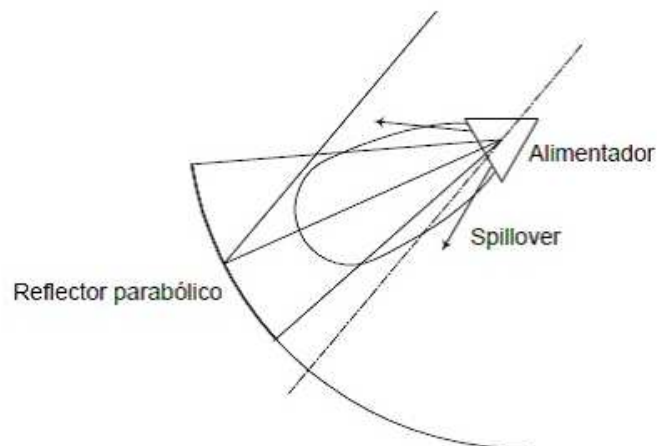


Figura 10

Rangos de frecuencias satelitales

Los rangos de frecuencia en que operan los satélites geoestacionarios son Banda C, Ku y Ka, con estas bandas una operadora de cable sintoniza las señales satelitales.

Banda C

Este rango está entre 3,7 y 4,2 GHz (downlink) y desde 5,925 hasta 6,425 GHz (uplink). Se utilizan dos tipos de polarización, el circular y la lineal.

El tamaño de la antena está relacionado con la longitud de onda que se desea recibir.

El diámetro debe ser proporcional a la longitud de onda, por lo cual las antenas en este tipo de banda son mayores a la de banda Ku.

En comparación con la Banda Ku, la banda C es más confiable en condiciones adversas como es la lluvia o condiciones climáticas.

Banda Ku

Este rango está entre 11,7 hasta 12,2 GHz, los tamaños típicos de antena son de 0,8 a 2 m de diámetro, la longitud de onda es pequeña comparada a la de banda C y tiene como desventaja que se usa mayor potencia de transmisión y hay degradación con las condiciones climáticas como la lluvia o tormentas.

Banda L

En el Headend todas las señales recibidas por las antenas satelitales son transportadas por medio de un cable coaxial y en este se tiene menos pérdidas en el rango de frecuencias de esta banda que es de 1GHz hasta 2GHz.

LNB

Este es un equipo activo que transforma las frecuencias de las bandas C y Ku en frecuencias dentro del rango de la Banda L. El LNB se lo coloca en el punto focal de las antenas parabólicas.

Para recepción de señales de televisión se utiliza un LNB para cada polarización ya sea vertical, horizontal, izquierda y derecha.

Desde la salida de cada LNB se conecta un cable coaxial que transportará la señal que será distribuida a los receptores satelitales.

Polarización de la portadora

La polarización es la dirección de los campos eléctricos en la propagación de la señal en subida a satélite y bajada de satélite.

La polarización de las portadoras transmitidas y recibidas por un transponder pueden ser:

Lineal, subida y bajada horizontal, Figura 11 [10]:

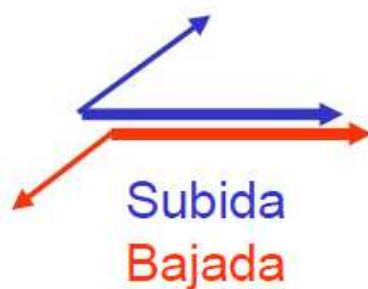


Figura 11

Lineal, subida y baja vertical, Figura 12 [10]:

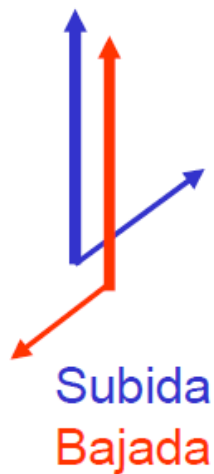


Figura 12

Lineal, subida horizontal y bajada vertical, Figura 13 [10]:

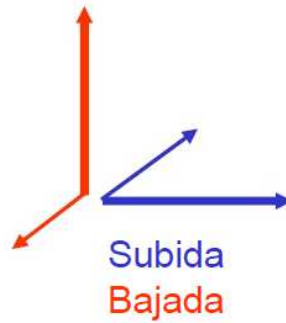


Figura 13

Lineal, subida vertical y bajada horizontal, Figura 14 [10]:

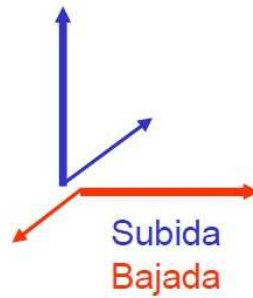
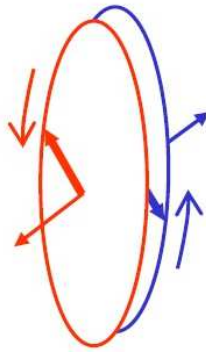


Figura 14

Ejemplos de satélites con polarización lineal:

- Arsat 1 tiene polarización vertical en banda Ku.
- Arsat 2 tiene polarización horizontal en banda Ku.
- Intelsat 21 tiene polarización horizontal y vertical en banda C.

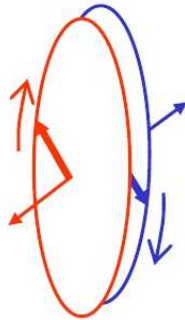
Circular, subida LHCP y bajada RHCP, Figura 15[10]:



Circular
LHCP up
RHCP down

Figura15

Circular, subida RHCP y bajada LHCP, Figura 16 [10]:



Circular
RHCP up
LHCP down

Figura 16

Ejemplos de satélites con polarización circular:

- SES 6 y NSS 806 tienen polarización circular en banda C.

Los servicios de uso para un Headend serán los de SD que para ver de forma cuantitativa cuantos servicios ofrece cada satélite para el sistema DVB S se debe sintonizar en cada IRD los siguientes parámetros:

- Frecuencia
- Symbol Rate
- Sistema de transmisión
- Modulación
- FEC

Existen páginas indicando las cantidades de servicios por satélites, estas son, por mencionar dos que sirvan a modo de exponer cuantitativamente las señales SD, www.portaleds.com y www.lyngsat.com.

Como se observa en las Figura 17, en la página www.portaleds.com para el caso de servicios en el Intelsat 21 aparece:

58.0° W					
Intelsat 21					
Bandas C/Ku	Polarización Linear	Empresa Intelsat	Transponders 24 C, 36 Ku	Lanzamiento 19/08/2012	Vida útil 15 años
Coberturas Americas y Europa C, Brasil ku.					

Transmisiones de este Satélite:

TVs SD abiertas 31	TVs HD abiertas 3	Total de TVs 281	Radios abiertas 42	Total de radios 42	Total de frecuencias 61
------------------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------------------	------------------------------	-----------------------------------

Vea los canales por el tipo de transmisión:

[DVB-S abierto](#)
[DVB-S2 abierto](#)
[HD abierto](#)
[3D HD abierto](#)
[Ocasional / FEED](#)
[DVB-S codificado](#)
[DVB-S2 codificado](#)
[HD codificado](#)
[3D HD codificado](#)
[Datos / IP](#)
[DVB-S2_T2MI](#)
[Analogico](#)
[DSS](#)
[Solamente señales abiertas](#)
[Solamente Radios](#)
[Solamente TVs](#)
[Todas las transmisiones](#)

Ver canales por la banda de transmisión:

Banda C Completa 3.400 a 4.200 Mhz	Banda C Extendida 3.400 a 3.700 Mhz	Banda C 3.700 a 4.200 Mhz	Banda Ku Completa 10.750 a 12.750 Mhz
Banda Ku Baixa 10.750 a 11.700 Mhz	Banda Ku Alta 11.700 a 12.200 Mhz	Banda Ku Extendida 12.200 a 12.750 Mhz	Banda Ka 17.700 a 21.200 Mhz

EDS	Actualizaciones	Apuntamiento	Central de FEEDs	Estaciones	Noticias	Reportar Actualización	Satélites	FT@ TV	En Portugués
Ver frecuencias de otro satélite									
Ver mapas de cobertura									
3760 V SR 27690 FEC 7/8	Medio América y Europa	DVB-S	Paquete (Mux) Turner	PowerVu	VER MUX/PAQUETE		19/07/2015 - 19h32 BR Por Leonardo Siqueira		
Estación Sin transmisión			Prueba (Inetsat Test / Canal de Servicios LA4)	Abierto - MPEG2 SD / 4:3 / NTSC	110	170 AC3 171 AC3	110	05/05/2016 - 23h09 BR Por Wellington	
			TCM Argentina	PowerVu - MPEG2	210	200 ES 271 ES AC3 202 EN 270 EN AC3	210	08/02/2012 - 01h13 BR Por WillSat	
			MuchMusic Latino Pan Regional	PowerVu - MPEG2	410	400 ES 2070 AC3	410	19/02/2014 - 21h09 BR Por Wellington	
			TNT Séries Latino Pan Regional 1 Foto	PowerVu - MPEG2	510	500 ES 502 PT 570 ES AC3 571 EN AC3	510	31/03/2015 - 21h50 BR Por Cinevas	
			TNT Latino (Argentina) Foto	PowerVu - MPEG2	610	600 ES 671 ES AC3 602 EN 670 EN AC3	610	07/04/2014 - 17h46 BR Por Wellington	
			TBS Latino Sur Foto	PowerVu - MPEG2	710	700 ES 770 ES AC3 702 EN 771 EN AC3	710	19/02/2014 - 21h10 BR Por Wellington	
			Tru TV Latino Pan Regional	PowerVu - MPEG2	810	800 PT 802 EN 870 PT AC3 871 EN AC3	810	19/02/2014 - 21h17 BR Por Wellington	
			I-Sat Latino Sur	PowerVu - MPEG2	910	900 ES 902 EN 970 ES AC3 971 EN AC3	910		

Figura 17

En las Tablas 4 y 5 se da un ejemplo de la interpretación de los servicios SD que se obtienen de la página de portaleds en los siguientes satélites:

Tabla 4

Intelsat 21	
Cobertura	América y Europa
Frecuencia	3,76
Symbol Rate	27690
Sistema de transmisión	DVB S
FEC	7/8
Modulación	QPSK
Polarización	Vertical
Cantidad de servicios SD	16 SD

Tabla 5

SES 6	
Cobertura	América y Europa
Frecuencia	3,737
Symbol Rate	8154
Sistema de transmisión	DVB S
FEC	5/6
Modulación	QPSK
Polarización	Derecha
Cantidad de servicios SD	4 SD

2.2 Sistema de transmisión analógica en el Headend

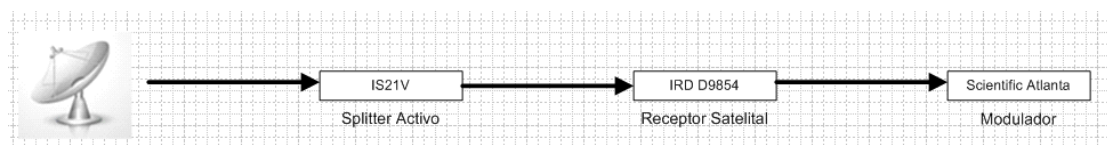


Figura 18

El sistema transmite en un ancho de banda de 6MHz solamente una señal en la operadora de cable, es decir se sintoniza en el IRD (receptor satelital) la señal que es enviada por satélite y recibida en el Headend a través de la antena.

La señal es recibida en el Headend a través de la antena satelital (Banda C o Banda Ku) llega al establecimiento del Headend en Banda L (salida del LNB).

El cable que lleva la señal en Banda L pasa por un splitter activo para que se distribuya a distintos receptores satelitales, en el caso de la recepción a través de un receptor satelital Figura 18, el camino de la señal sería el siguiente; antena satelital, splitter activo, receptor satelital, modulador y

finalmente el combinador que va sumar a otras señales para otras frecuencias de canales a transmitir.

Cada modulador acomoda cada señal a una frecuencia distinta para transmitir en la operadora de cable.

En la Tabla 6, se puede observar que la separación entre canales adyacente es de 6 MHz:

Tabla 6

CANAL	Frecuencia Central	SEÑAL
2	57	TELEMAX
3	63	TN
4	69	AMERICA 24
6	85	C5N
14	123	CANAL 9
15	129	ENCUENTRO
16	135	LATINA
17	141	FOX SPORTS
18	147	FOX SPORTS 2
19	153	FOX SPORTS 3
20	159	ESPN
21	165	ESPN+
22	171	TYC SPORTS
7	177	CRONICA
8	183	CANAL 26
9	189	CN23
10	195	TELEFE
11	201	TV PUBLICA
12	207	CANAL13
13	213	AMERICA
23	219	PAKA PAKA
24	225	DISNEY JUNIOR
25	231	CARTOON
26	237	DISNEY
27	243	NICKELODEON
28	249	BOOMERAN
29	255	DISNEY XD
30	261	DISCOVERY KIDS
31	267	TELESUR
32	273	TVE
33	279	INCAA
34	285	AXN

Tabla 6

CANAL	Frecuencia Central	SEÑAL
35	291	A&E
36	297	MUNDO FOX
37	303	FX
38	309	FOX
39	315	UNIVERSAL
40	321	SPACE
41	327	CINECANAL
42	333	TNT
43	339	THE FILM ZONE
44	345	TCM
45	351	WARNER
46	357	SONY
47	363	TBS
48	369	STUDIO UNIVERSAL
49	375	TNT SERIES
50	381	I-SAT
51	387	AMC
54	405	DISCOVERY ID
60	441	TLC
61	447	TRUTV
62	453	NAT GEO
63	459	DISCOVERY
64	465	HISTORY
65	471	ANIMAL
66	477	E!
67	483	MTV
68	489	DISCOVERY HOME & HEALTH
69	495	FOX LIFE
70	501	GOURMET
71	507	CANAL DE LA CIUDAD

Una vez sintonizada la señal se la modula a la frecuencia de grilla de canales de la operadora de cable, este proceso se repite de igual forma para que todas las señales se sumen y se transmitan desde el Headend hasta el cliente.

2.3 Sistema de transmisión digital DVB-C en el Headend

Concepto de sistema por cable.

El sistema de cable debe ser definido como bloque funcional realizando la adaptación de las señales de TV a las características del canal de transmisión. En la cabecera, se pueden considerar como fuentes las siguientes señales [3]:

- Señales de satélite.
- Enlaces de contribución.
- Programas locales.

De acuerdo a la Figura 19, se tienen procesos que serán descriptos más abajo:

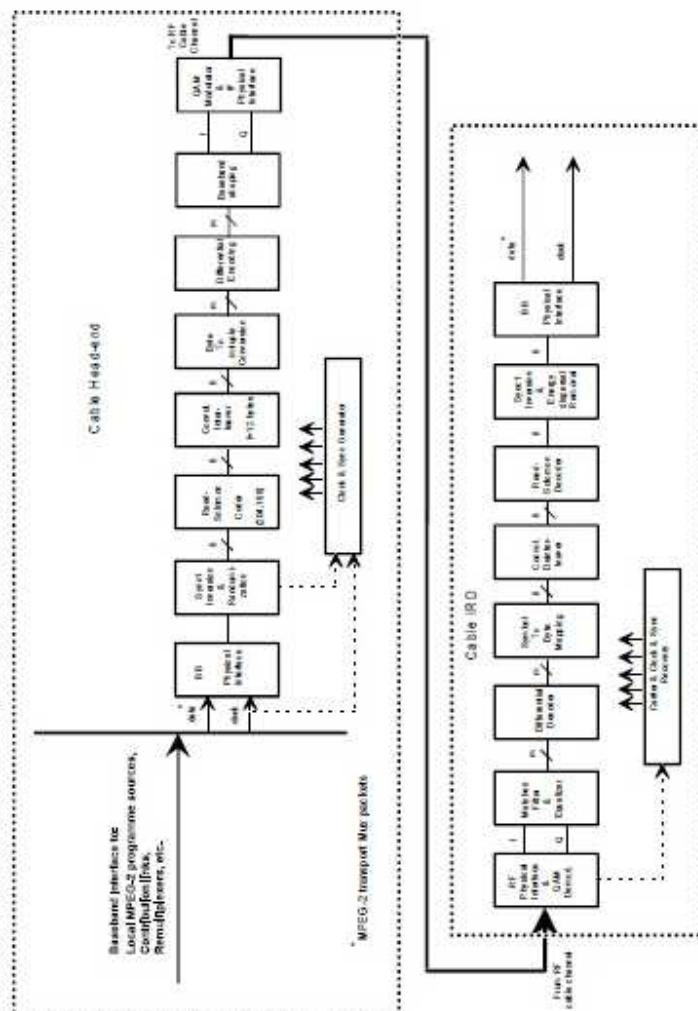


Figura 19

Baseband interfacing and sync

Esta unidad deberá adaptar la estructura de datos para el formato de fuente de señal. Esta estructura de trama deberá estar acorde con la capa de transporte MPEG-2 incluyendo bytes de sincronismo.

Sync 1 inversión and randomization

Esta unidad deberá invertir el byte Sync 1 de la estructura de transporte MPEG-2 y aleatorizar la trama de datos.

Reed-Solomon (RS) coder

Esta unidad deberá aplicar código Reed-Solomon a cada paquete de transporte aleatorizado para generar un paquete de protección de error. Este código deberá también ser aplicado al byte Sync.

Convolution interleaver

Esta unidad deberá realizar una convolución de entrelazado con profundidad $l=12$ a los paquetes de protección de error. La periodicidad de los bytes de sincronismo deberán mantenerse sin cambios.

Byte to m-tuple conversion

Esta unidad deberá realizar una conversión de bytes generados por el entrelazador a símbolos QAM.

Differential encoding

En orden para conseguir una constelación de rotación invariante, esta unidad deberá aplicar una codificación diferencial de los dos bits más significativos MSBs de cada símbolo.

Baseband shaping

Esta unidad realizará mapeo de los símbolos del proceso anterior a señales I y Q. También se realizará filtrado de coseno elevado a estas señales (I y Q) antes de la modulación QAM.

QAM modulation and physical interface

Esta unidad realiza la modulación QAM. Y luego viene el canal de cable de radio frecuencia.

Cable receiver

Un sistema receptor deberá realizar el proceso de señal inverso al descrito en el proceso de modulación. De esta forma se recuperará la señal banda base.

2.3.1 Estructura de trama

La organización de tramas deberá ser basada en la estructura de paquete de transporte MPEG-2. Estas tramas pasarán por los procesos ya explicados en la norma DVB S (Aleatorización, Reed-Solomon y entrelazado).

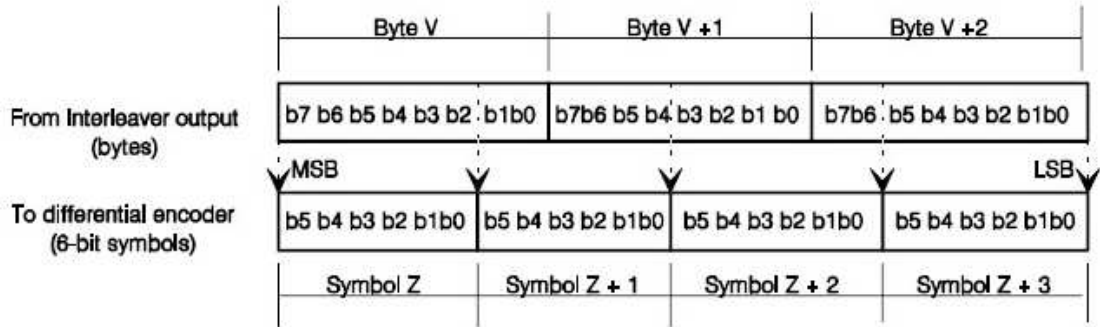
2.3.2 Codificación de canal

Para alcanzar el nivel apropiado de protección de error requerido para transmisión de cable de datos digitales, un FEC basado en codificación Reed-Solomon deberá ser usado. En contraste con lo descrito en el estándar DVB S, en la transmisión por cable no se aplica la codificación convolucional, y para la protección de errores de ráfaga deberá ser usado el proceso de entrelazado.

Los procesos de Aleatorización, codificación Reed Solomon y entrelazado tienen igual funcionamiento que ya fue descrito para el estándar DVB S.

2.3.3 Mapeo

Después del entrelazado deberá ser realizado un mapeo exacto de bytes a símbolos. Observando la Figura 20[3] para el caso de 64-QAM (donde $m=6$, $k=3$ y $n=4$):



NOTE 1: b0 shall be understood as being the Least Significant Bit (LSB) of each byte or m-tuple.

NOTE 2: In this conversion, each byte results in more than one m-tuple, labelled Z, Z+1, etc. with Z being transmitted before Z+1.

Figura 20

En cada caso el MSB del símbolo Z deberá ser tomado del MSB del byte V. Correspondientemente el siguiente bit del símbolo deberá ser tomado del siguiente bit del byte. Para el caso de modulación QAM el proceso deberá mapear k bytes en n símbolos, de tal manera que:

$$8k=n.m$$

Los bits más significantes de cada símbolo deberán ser luego codificados diferencialmente en orden para obtener una rotación invariante en la constelación QAM. La codificación diferencial de los dos más significativos deberá ser dado por la siguiente expresión booleana [3]:

$$I_k = \overline{(A_k \oplus B_k)} \cdot (A_k \oplus I_{k-1}) + (A_k \oplus B_k) \cdot (A_k \oplus Q_{k-1})$$

$$Q_k = \overline{(A_k \oplus B_k)} \cdot (B_k \oplus Q_{k-1}) + (A_k \oplus B_k) \cdot (B_k \oplus I_{k-1})$$

La Figura 21 [3] muestra un ejemplo de implementación de conversión de byte a símbolo:

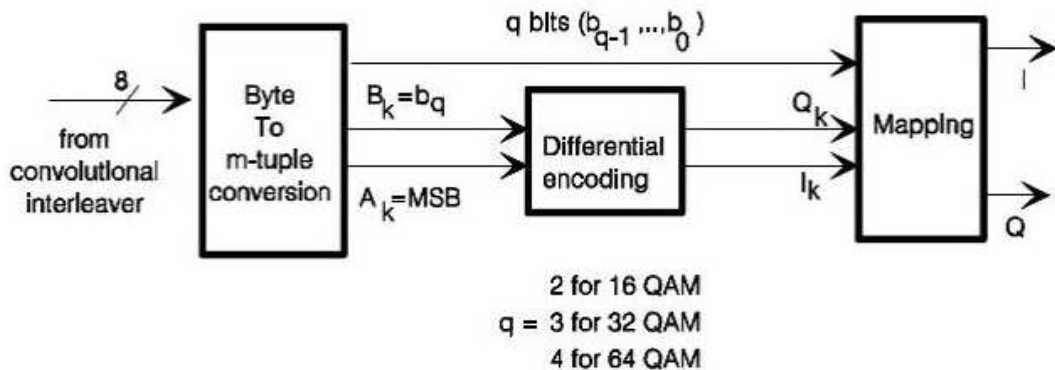


Figura 21

2.3.4 Modulación

La modulación del sistema deberá ser QAM (Quadrature Amplitude Modulation) con 16,32 o 64 puntos en el diagrama de constelación.

Los diagramas del sistema de constelación para 16-QAM ,32-QAM y 64-QAM son dados en la siguiente Figura 22[3]:

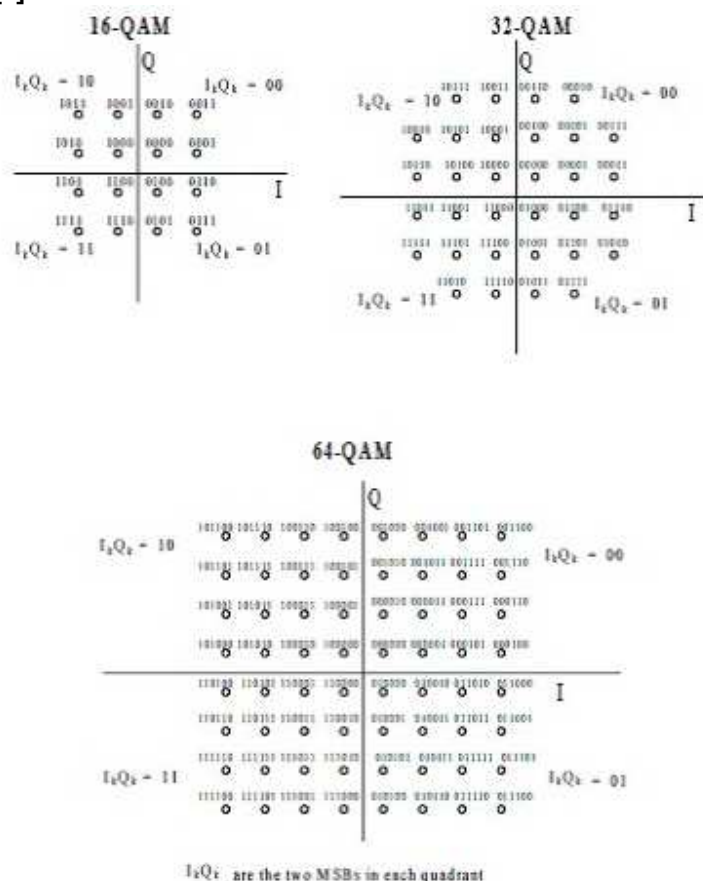


Figura 22

La constelación de puntos en el cuadrante Q1 deberá ser convertido a los cuadrantes 2,3 y 4 cambiando los dos MSB(I_k y Q_k) y rotando los bits LSBs de acuerdo a la regla dada en la Tabla 7 [3]:

Tabla 7

Quadrant	MSBs	LSBs rotation
1	00	
2	10	$+\pi/2$
3	11	$+\pi$
4	01	$+3\pi/2$

Los diagramas de constelación para 128-QAM y 256-QAM son según la Figura 23 [3]:

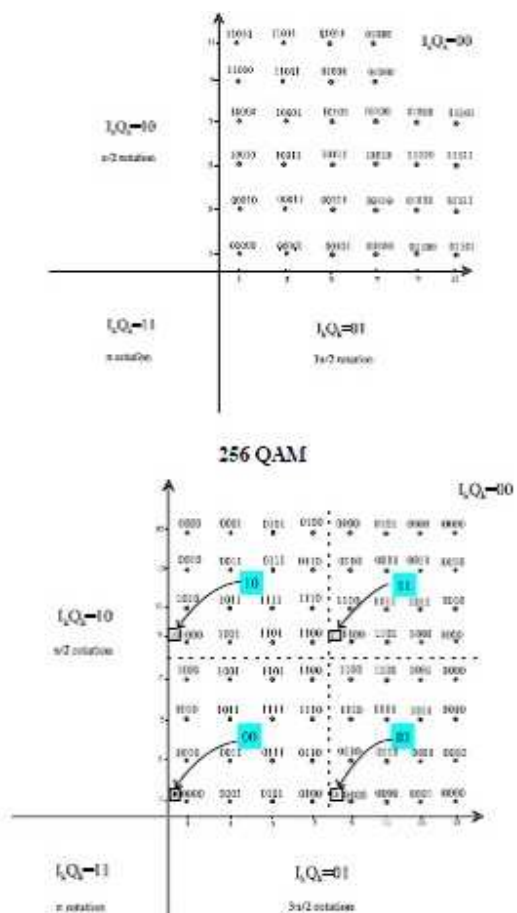


Figura 23

Antes de la modulación, las señales I y Q deberán ser filtradas por un filtro de coseno elevado. El factor de roll-off deberá ser 0,15.

Ejemplos de transmisiones por cable son dadas en la Tabla 8 [3]:

Tabla 8

Useful bit rate R_u (MPEG-2 transport layer) [Mbit/s]	Total bit rate $R_{u'}$ incl. RS(204,188) [Mbit/s]	Cable symbol rate [MBaud]	Occupied bandwidth [MHz]	Modulation scheme
38,1	41,34	6,89	7,92	64-QAM
31,9	34,61	6,92	7,96	32-QAM
25,2	27,34	6,84	7,86	16-QAM
31,672 PDH	34,367	6,87	7,90	32-QAM
18,9	20,52	3,42	3,93	64-QAM
16,0	17,40	3,48	4,00	32-QAM
12,8	13,92	3,48	4,00	16-QAM
9,6	10,44	1,74	2,00	64-QAM
8,0	8,70	1,74	2,00	32-QAM
6,4	6,96	1,74	2,00	16-QAM

El filtro de coseno elevado deberá tener una función teórica definida por la siguiente expresión [3]:

$$H(f) = 1 \text{ for } |f| < f_N(1 - \alpha)$$

$$H(f) = \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{\pi}{2f_N} \left[\frac{f_N - |f|}{\alpha} \right] \right\}^{1/2} \text{ for } f_N(1 - \alpha) \leq |f| \leq f_N(1 + \alpha)$$

$$H(f) = 0 \text{ for } |f| > f_N(1 + \alpha)$$

Donde f_N es la frecuencia de Nyquist y α el factor de roll off es 0,15.

$$f_N = \frac{1}{2T_s} = \frac{R_s}{2}$$

Sistema de transmisión digital en el Headend

El sistema de transmisión digital para cabecera, Figura 24, tiene un procesamiento de la señal recibida por la antena satelital.

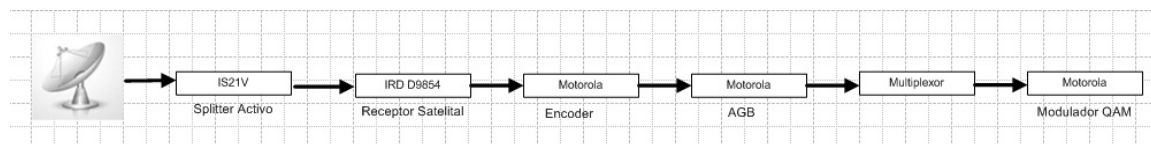


Figura 24

Una vez que la señal pasa por antena (Banda C o Banda Ku) y por el LNB, el camino de señal en el Headend va hacia el receptor satelital, en este las señales de video y audio pasan a un encoder. Del encoder se tiene como salida un formato de compresión de video y audio a través de una interfaz de salida denominada ASI para que luego la señal pase por las etapas siguientes de proceso pasando por el AGB (equipo que cambia de interfaz a Ethernet) y finalmente se multiplexa y se modula a la frecuencia deseada de grilla del operador de cable. La modulación es QAM 256.

2.4 Sistema de transmisión digital ATSC en el Headend

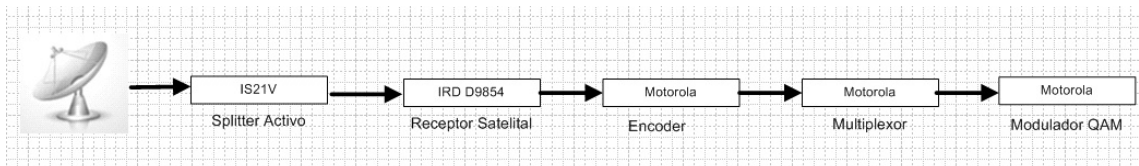


Figura 25

En la Figura 25, se observa otro sistema de transmisión digital en la operadora de cable como Telecentro, se tuvo hace un tiempo este sistema en el cual el procesamiento es similar al de DVB C, pero cambia en el formato de codificación de audio, se usa la codificación AC3.

El procesamiento comienza recibiendo la señal a través de la antena satelital pasando por el LNB luego pasa al receptor satelital, luego a la codificación de audio y video a través del encoder, para que finalmente se llegue a la multiplexación y la modulación de la señal a la frecuencia de grilla deseada por el cable operador. La modulación es usada es el QAM 256.

3. Hipótesis de trabajo

El problema está en cómo hacer más eficiente mi ancho de banda para el envío de más señales. Como lograr aumentar el envío de señales de grilla sin incrementar el espectro.

3.1 Objetivos

Realizar las mediciones de campo para investigar y obtener gráficos para análisis de estudio y que permitan llevar a una solución.

3.2 Restricciones

Se tendrá que decidir donde realizar las mediciones, por eso se toman las mediciones en:

- Receptores satelitales.
- Test Points.

Mediciones sobre receptores satelitales

Las mediciones que permitan dar datos de parámetros de recepción satelital, se harán sobre los receptores satelitales que son dos modelos de la marca Cisco D9854 y D9858, Figura 26.

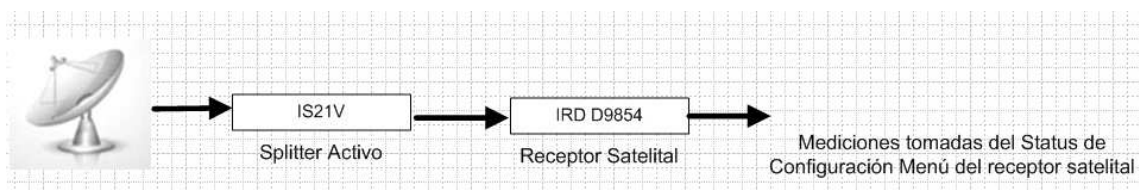


Figura 26

La operación de sintonización (será en Banda C o Banda Ku) y medición se realizará con el acceso del teclado que presenta en el frente del equipo receptor.

Para tomar la medición de señal sintonizada en receptores se hará sobre el receptor satelital sintonizado y entrando en la configuración de este equipo, se selecciona en la opción Menú ->Status y es aquí donde podemos ver la lectura de parámetros que sirven para realizar análisis de comparación.

En las mediciones se tomarán en cuenta los siguientes parámetros:

- FEC
- C/N
- Sistema de modulación
- Fr (factor de roll off)
- Rate
- S/R (Symbol rate, tasa de símbolos)
- Level (nivel de recepción en receptor en dBm)

3.3 MER

La tasa de error de modulación [9] es una medida para saber la exactitud de una constelación digital, es decir como es de buena una señal modulada digital, es un equivalente a la información que aporta SNR (Relación señal/ruido) para las modulaciones analógicas.

Los valores de MER son mejores y más completos que la relación portadora ruido en comunicación digital, con esta medición se tiene en cuenta los efectos del ruido (CNR), efectos de no linealidad (Intermodulaciones de Segunda y Tercer orden), retardo de grupo (Group Delay), problemas de respuesta dentro del canal (Tilt y Ripple) y Micro Reflexiones.

Analíticamente sería:

$$MER(dB) = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_{signal}}{P_{error}} \right)$$

$$MER(\%) = \sqrt{\left(\frac{P_{error}}{P_{signal}} \right)} * 100\%$$

En el caso de las mediciones que se realizarán para evitar todo tipo de errores el valor de medición tendrá que ser mayor a 39 dB.

Mediciones sobre Test points

Los puntos de medición serán aquellos que me indiquen los niveles de potencia y tasa de errores de modulación en los sistemas de transmisión de la operadora de cable. En estos test points se evaluará el gasto de potencia en la transmisión desde el Headend y que errores tengo en la modulación.

Test Point en sistema analógico

Una vez que las señales son moduladas en el Headend, se debe tener cierto nivel de potencia a la salida de cada modulador, para eso se toman mediciones dentro del sector de cabecera y estas tienen que tener un nivel nominal de Video 2,5 dBmV +/- 0,5 dBmV, esto es así para que se pueda acondicionar la señal a transmitir en la operadora de cable y que pueda llegar en condiciones de calidad aceptable a los clientes.

En la siguiente Tabla 9 se muestran los valores de mediciones diarias que se realizan en el Headend para su control diario por si en algún momento se desbordan los niveles del valor nominal. Además, se presenta este cuadro para que luego se haga un análisis comparativo de energía es decir de potencia respecto al sistema digital de transmisión en la operadora de cable.

Tabla 9

ANALOGICO DIGITAL					
NALÓGICO (vid: 2,5 dBmV y Δ: 17 dBmV)(CH136 vid: 3,5 dBmV)(CH116 y 136 Δ: N/A)					
CH	Fcia	Pre CAL		Post CAL	
		Video	Δ	Video	Δ
2	55.25	2,3	17,2		
3	61.25	2,4	17,4		
4	67.25	2,5	17,3		
6	77.25	2,2	17,4		
7	175.25	2,3	16,9		
8	181.25	2,4	16,7		
9	187.25	2,4	16,4		
10	193.25	2,2	17,4		
11	199.25	2,5	17,5		
12	205.25	2,4	17		
13	211.25	2,5	17		
14	121.25	2,4	16,8		
15	127.25	2,4	17,4		
16	133.25	2,7	17,2		
17	139.25	3	16,9		
18	145.25	2,7	17,1		
19	151.25	2,1	17		
20	157.25	2,5	17,4		
21	163.25	2,5	16,7		
22	169.25	2,2	16,8		
23	217.25	2,2	16,6		
24	223.25	2,4	17,1		
25	229.25	2,3	16,7		
26	235.25	2,8	17,3		
27	241.25	2,5	16,7		
28	247.25	2,4	16,5		
29	253.25	2,4	16,6		

La Tabla 9 es parte de una medición real , las cuales pueden observarse en forma completa Anexo.

Test Point en sistema digital

Una vez que las señales son moduladas en el Headend, se debe tener cierto nivel de potencia a la salida de cada modulador, para eso se toman mediciones dentro del sector de cabecera y estas tienen que tener un nivel nominal de Video -2,5 dBm +/- 0,7 dBm, esto es así para que se pueda acondicionar la señal a transmitir en la operadora de cable y que pueda llegar en condiciones de calidad aceptable a los clientes.

Además, se tiene que cumplir un MER >39 para evitar problemas en la pixelación de imágenes en las señales digitales a transportar.

En la siguiente Tabla 10 se muestran los valores de mediciones diarias que se realizan en el Headend para su control diario por si en algún momento se desbordan los niveles del valor nominal.

Tabla 10

ANALOGICO DIGITAL												
ANALOGICO (vid: 2,5 dBmV y Δ: 17 dBmV)[CH136 vid: 3,5 dBmV][CH116 y 136 Δ:NA]						DIGITAL (lvl: -2,5, Mer >39)[CH98,99 lvl: -0,5]						
CH	Fcia	Pre CAL		Post CAL		Detalles	CH	Fcia	LVL	MER	Pre FEC	Post FEC
		Video	Δ	Video	Δ							
2	55.25	2,2	17,1				98*	111	-0,9	41,1		
3	61.25	2,2	17,4				99*	117	-1	39,7		
4	67.25	2,1	17				52	391	-2,4	41		
6	77.25	2	17,3				53	397	-2,4	41,3		
7	175.25	2,3	16,7				55	411	-3,1	40,7		
8	181.25	1,9	16,7				56	417	-3,2	40,6		
9	187.25	2,3	16,3				57	423	-3,2	40,2		
10	193.25	2,2	17,4				58	429	-3,1	40,1		
11	199.25	2,3	17,2				59	435				
12	205.25	2,1	16,9				72	513	-2,9	40,6		
13	211.25	2,5	17,1				73	519	-2,9	40,6		
14	121.25	2,3	16,8				74	525	-2,9	40,6		
15	127.25	2,2	17,4				75	531	-2,8	40,8		
16	133.25	2,5	17,1				76	537	-2,5	40,8		
17	139.25	2,8	16,8				77	543	-2,5	41		
18	145.25	2,5	17,1				78	549	-2,7	40,5		
19	151.25	2,1	17,1				79	555				
20	157.25	2,3	17,3				80	561	-2,4	40,8		
21	163.25	2,2	16,6				81	567	-2,3	40,9		
22	169.25	2	16,8				82	573	-2,3	40,9		
23	217.25	2	16,5				83	579	-2,4	41,2		
24	223.25	2,2	17,1				84	585	-2,5	41		
25	229.25	2	16,3				85	591	-2,5	41,1		
26	235.25	2,1	17,1				86	597	-2,6	41		

La Tabla 10 es parte de una medición real, las cuales pueden observarse en forma completa Anexo.

3.4 Especificaciones aplicables

Se tomará en cuenta las normas de transmisión satelital.

En el momento de sintonización de señales en el receptor satelital se configurarán los parámetros de las normas de transmisión satelital.

Los parámetros estarán sujetos a los brindados por el proveedor de servicio de señales, los proveedores serán:

- HBO Latin America
- ARSAT
- TIBA (Telepuerto Internacional Buenos Aires)

Estos proveedores especificarán los parámetros a sintonizar en el receptor satelital de acuerdo a la norma de transmisión con el que operan.

3.5 Recursos

Se contarán con instrumentos de medición y lectura de estados de recepción de señal satelital en el equipo receptor.

Los instrumentos de medición son los siguientes:

- Receptores satelitales. Modelos Cisco D9854 y D9858.
- DTS: Digital Broadcast Test Plataform. Monitoreo de video digital. Modelo JDSU 6300.
- DSAM: Digital Service Activation Meter. Medidor de activación servicio digital. Modelo JDSU 330.

Receptores satelitales

Sintonización en receptores D9854 y D9858

Modelo Cisco D9854, Figura 27 [11]:



Figura 27

Modelo Cisco D9858, Figura 28 [11]:



Figura 28

Por lo que se ve ambos equipos de arriba son idénticos, lo que diferencia uno de otro es que el D9858 realiza la conversión de formato de compresión de video de MPEG4 a MPEG2.

Lo que se va realizar en estos receptores es primero la sintonización para luego ver el estado de recepción mediante los parámetros que presentará el equipo receptor en su visor, entonces la cuestión es como operar el D9854 y el D9858 para sintonización y medición.

Mediante la pulsación de la tecla Menú se accede a Main Menú (Menú principal) y de aquí se mueve el cursor con las teclas y pulsando Enter en Setup, Figura 29 [11]:

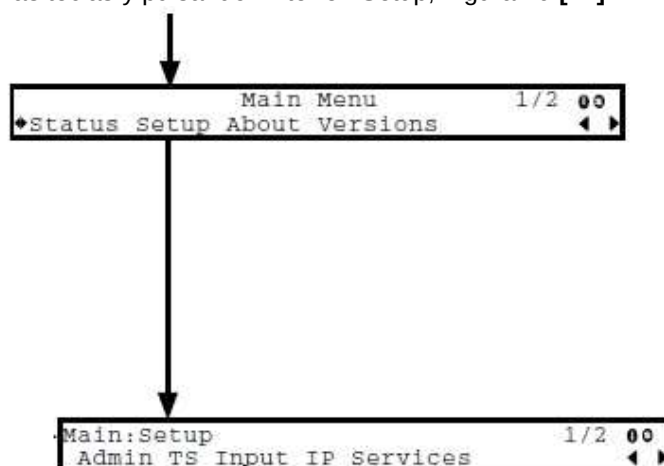


Figura 29

En Main: Setup como se ve en la figura anterior, ahora habrá que acceder a TS Input, también se lo realiza posicionando el cursor y pulsando Enter, Figura 30[11]:

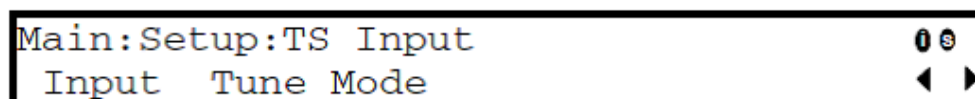


Figura 30

Desde aquí accedemos luego a Input y es donde nos aparecerá, Figura 31 [11]:

```
Main:Setup:TS Input:Input 00
ASI RF1 RF2 RF3 RF4 ◀ ▶
```

Figura 31

RF1 será la elección ya que este es la entrada del cable de RF que tiene la bajada de antena satelital pasando por el LNB.

Entonces de la salida del LNB la señal sigue por un cable coaxil en Banda L hacia la entrada del receptor satelital RF1, es aquí donde se configurará los parámetros en el equipo receptor para que sintonice las señales deseadas.

Volviendo a la configuración en Menú: Setup: TS Input: Input se va a RF1, los parámetros a configurar y los más importantes que se tomarán en este trabajo son la frecuencia, FEC y Symbol Rate, Figura 32 [11]:

```
Freq(GHz) SymRate FEC L-Band RFLock00
[15.000000]28.3465]Auto]1640.0 No Loc◀▶
```

Figura 32

Otros parámetros a configurar son, Modulación, factor de roll off, el NID (identificador de red que da el proveedor de señal) y la activación de LNB, Figura 33, Figura 34 y Figura 35 [11]:

```
Modulation Rolloff 00
[DVB-S2] [.35] ◀▶
```

Figura 33

```
InputIQ NetID Polarization 00
[NonInv] [00016] [Horiz] ◀▶
```

Figura 34

```
LNB Power 22kHz 00
[H-NIT] [Auto] ◀▶
```

Figura 35

Una vez realizada la configuración en el receptor satelital, la señal si se sintoniza, aparecerá en el visor la señal de led verde en la parte de SIGNAL.

Mediciones en receptores D9854 y D9858

Mediante la pulsación de la tecla Menú se accede a Main Menu (Menu principal) y de aquí se mueve el cursor con las teclas y pulsando Enter en Status, Figura 36[11]:

```
Main:Status 00
General Services TS Input TS Output ◀ ▶
```

Figura 36

Luego habrá que acceder a TS Input, también se lo realiza posicionando el cursor y pulsando Enter, Figura 37 [11]:

```

Main:Status:TS Input
Input  Program PIDs

```

Figura 37

Desde aquí accedemos luego a Input y es donde nos aparecerá el estado de la entrada RF1, que es donde se tiene la recepción de la señal vía antena satelital, nos aparecerá en el visor moviéndonos con las flechas de arriba y abajo hacia distintos parámetros como nivel de recepción y Rate, Figura 38 [11]:

```

Input Status  Rate(Mbps) Level(dBm) 0
RF1  Lock+Sig 68.987 100

```

Figura 38

Symbol Rate, FEC y Sistema de Modulación, Figura 39:

```

SymRate FEC  Modulation  IQ  Pol 0
30.5001 Auto DVB-S2/16QAM NonInv H

```

Figura 39

Frecuencia de bajada satelital, Figura 40:

```

Dn1k Freq(GHz) L-Band  Pilot Present 0
15.000000 1640.0 Yes

```

Figura 40

Carrier to Noise, Figura 41:

```

C/N(dB)  C/N Margin(dB) 0
19.3 12.0

```

Figura 41

DTS

Es un instrumento donde se verificará la sintonización de la señal para la norma DVB S, presenta interfaces de entrada RF, ASI y Ethernet.

Para el caso de analizar una sintonización se conectará la bajada de antena satelital tal como muestra la Figura 42 siguiente, y en la pantalla se verá la señal:

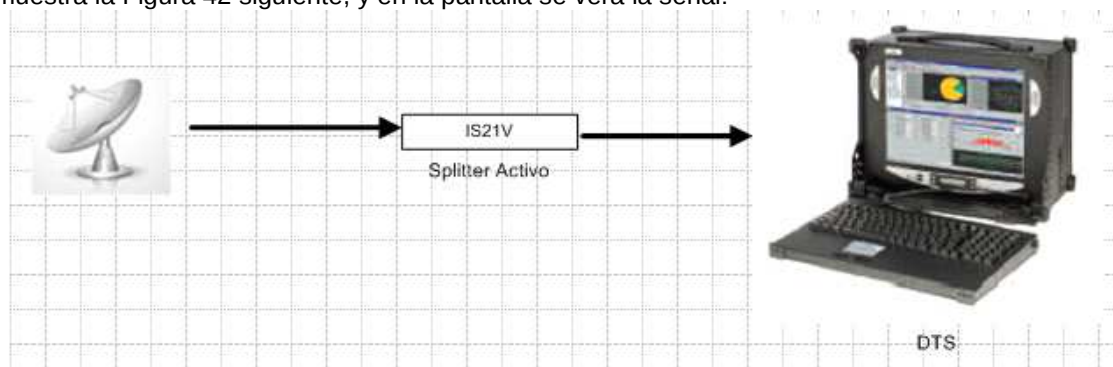


Figura 42

DSAM



Figura 43

Es un instrumento de medición que permite medir en el Headend los niveles de potencia de video y audio luego de las modulaciones en los sistemas analógicos y digitales.

Las mediciones que se hagan con este instrumento se cargarán también en un servidor para que luego se haga un traspaso a planilla excel, en el servidor quedará registrado la fecha y hora en que se tomaron las mediciones.

Procedimiento de medición

Se conecta el instrumento DSAM al test point a medir, tal como se muestra en la Figura 44:

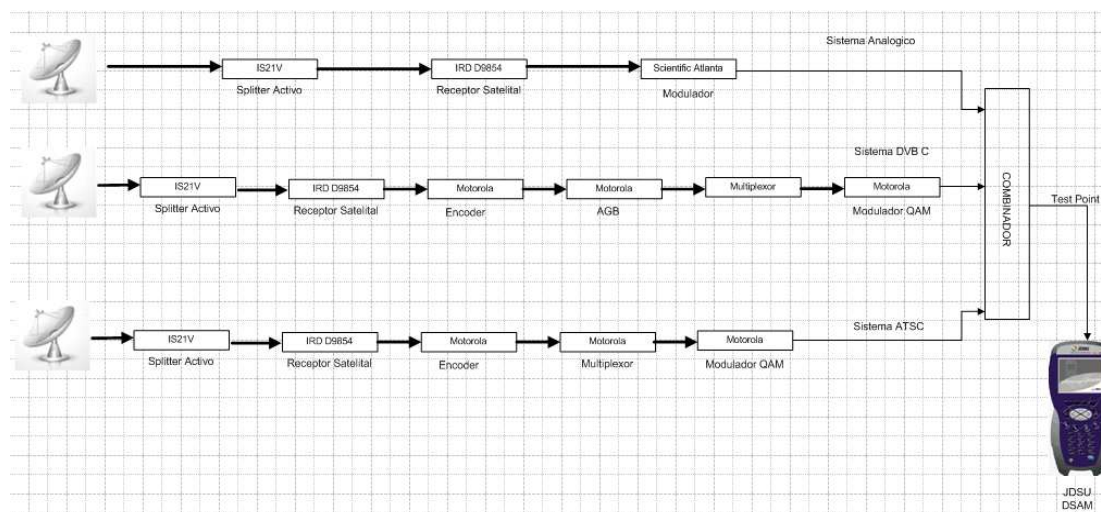


Figura 44

Encendemos el DSAM y presionamos el botón de Autotest nos presentará la pantalla, Figura 45:



Figura 45

Luego nos posicionamos en video channels y presionamos Enter.

Después se nos presentará en pantalla Channel Plan y el Limit Plan, el medidor DSAM tiene definido el plan y los límites de medición del sistema analógico y digital.

Se elige el Channel Plan y el Limit Plan correspondiente a los sistemas analógico y digital, Figura 46:

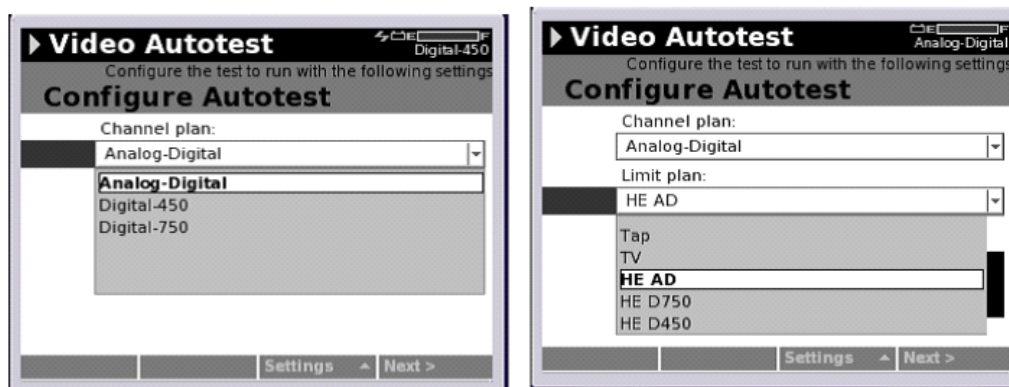


Figura 46

Luego se presiona Next y se procede a la medición automática, Figura 47:

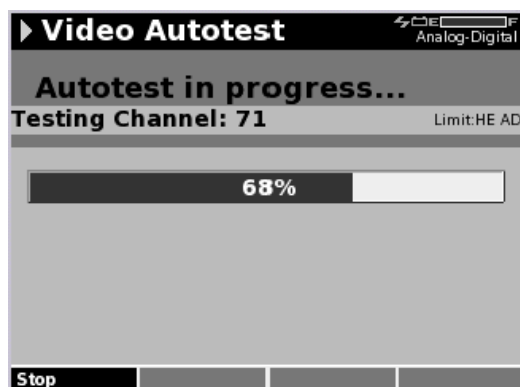


Figura 47

Terminada la medición, se guardará en una carpeta presionando Save, Figura 48:

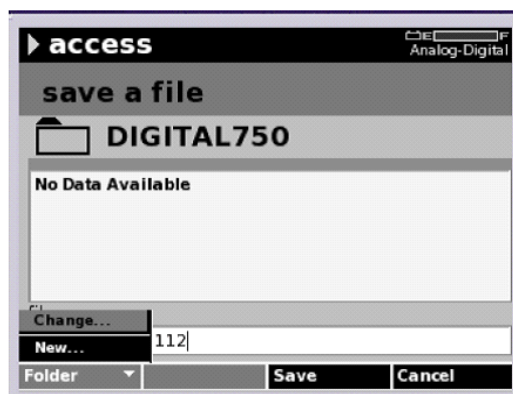


Figura 48

Sincronización vía Ethernet

Una vez que fue guardada la medición en una carpeta, este almacenamiento debe ser enviado a una base de datos, el medidor DSAM estará conectado a través de Ethernet al Servidor de base de datos.

Esta acción de envío de las mediciones a registro de base de datos se lo realiza presionando el botón de Access y nos dirigimos a Ethernet Synchronize, Figura 49:



Figura 49

Presionando Enter se sincroniza el DSAM con el servidor, Figura 50:



Figura 50

En el navegador web se coloca la dirección <http://tpph.telecentro.net.ar/ActernaTPP/> , luego ingresamos Login Name y Password, Figura 51:

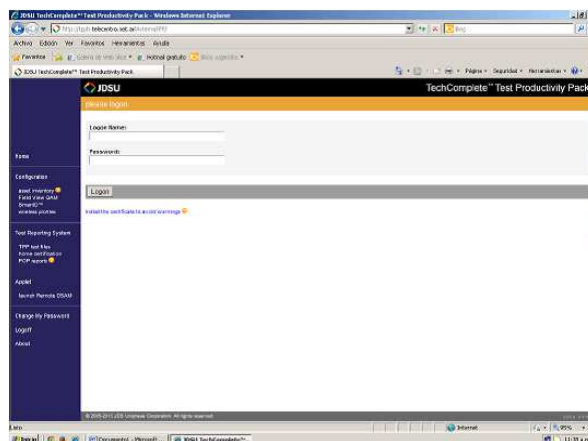


Figura 51

Después ingresamos a Show Test Files, Figura 52:

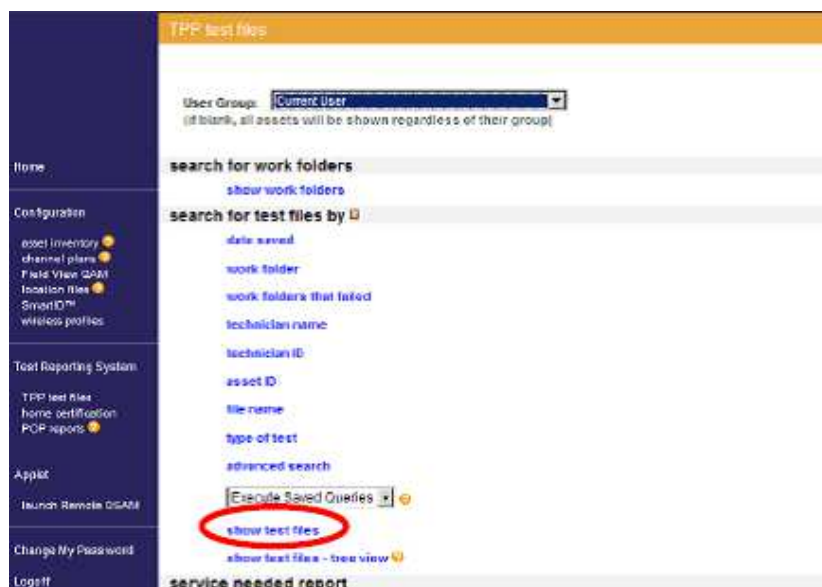


Figura 52

Finalmente nos ubicaremos en la sección de listados de mediciones hechas, Figura 53:

JDSU		TechComplete™ Test Reporting System					
View test files							
Results Per Page: 50							
50 test files found, displaying all							
files saved							
		#Measured by	Tech ID	Work Folder	File Name	Saved	Limit Set
			HEADEND	DIGITAL450	D4601410241853	10/24/14 4:52 PM	Custom3 (H-E D450)
			HEADEND	DIGITAL750	D4601410241853	10/24/14 4:52 PM	Custom3 (H-E D450)
			HEADEND	DIGITAL750	D7601410241823	10/24/14 4:20 PM	Custom2 (H-E D750)
			Ivan Fleischer	VZ 241014	FYWR D3 BU 1500 Hrs	10/24/14 2:50 PM	< none >
			Ivan Fleischer	VZ 241014	FYWR D2 1458 Hrs	10/24/14 2:58 PM	< none >
			Ivan Fleischer	VZ 241014	FYWR D1 1458 Hrs	10/24/14 2:58 PM	< none >
			Ivan Fleischer	VZ 241014	HEDA D2 1458 Hrs	10/24/14 2:58 PM	< none >
			Ivan Fleischer	VZ 241014	HEDA D1 1458 Hrs	10/24/14 2:55 PM	< none >
			Ivan Fleischer	VZ 241014	HEDA D1 97 1458 Hrs	10/24/14 2:54 PM	< none >
			Ivan Fleischer	VZ 241014	TKV7 75 1457 Hrs	10/24/14 2:51 PM	< none >

Figura 53

De aquí se puede exportar en excel la medición requerida.

4.Solución propuesta

4.1 Solución

Para poder abordar la solución a poder transmitir más servicios es:

- Realizar mediciones de campo con la configuración de norma DVB S en los receptores satelitales.
- Configurar los receptores satelitales con la norma de transmisión DVB S2.
- Aplicar mediciones de campo.
- Comparo las mediciones realizadas para la norma DVB S y DVB S2.
- De esta comparación se demuestra la ventaja de adoptar la norma DVB S2 en la cabecera de la operadora de cable.

4.2 Sistema DVB S2

Desde 1997 se ha visto la posibilidad de mejorar la eficiencia en el ancho de banda, por esta razón se define la segunda generación de la norma DVB para transmisión satelital y esto es en el sistema de codificación de canal y la modulación.

El estándar es flexible y simple, cubriendo varias aplicaciones por satélite, está caracterizado por:

- Entrada flexible ya que permite que ingresen al sistema tramas simples y múltiples de varios formatos.
- Un sistema de FEC con dos bloques, uno el LDPC y el otro BHC.
- Amplio rango de tasa de códigos de 1/4 a 9/10, 4 constelaciones, eficiencia espectral que va de 2 bits/Hz a 5 bits/Hz, optimizado para operaciones con transpondedores no lineales.
- Tres valores de factor de roll off: 0.35, 0.25 y 0.2.
- Funcionalidad adaptativa de codificación y modulación ACM.

Esta norma aplicada a un Headend es lo que interesa para saber la ventaja de migrar al DVB S2.

El estándar DVB S2 presenta un sistema donde se define el bloque funcional de equipo que realiza la adaptación de las señales digitales en banda base, desde la salida de multiplexor(es) de flujos de transporte MPEG simples (o múltiples), o desde la salida de una(s) fuente(s) de datos genéricos simples (o múltiples), a las características del canal satelital. Dentro del sistema, los datos pueden ser transportados en formato de flujos de transporte o en formato de flujos genéricos.

Si la señal recibida está por debajo del umbral de $C/N+I$ (relación portadora a ruido mas interferencia), la técnica de corrección de errores en recepción (FEC), en esta norma DVB S2, provee el objetivo de calidad " Casi libre de errores" (QEF).

La definición de QEF adoptada por DVB-S2 es " menos de un evento de error no corregido por hora de transmisión a una tasa de 5Mb/s en un decodificador de servicios de TV simple.

4.2.1 Configuraciones del sistema

La siguiente Tabla 11 [2] asocia las configuraciones del sistema DVB-S2 con las distintas áreas de aplicación.

Tabla 11

System configurations		Broadcast services	Interactive services	DSNG	Professional services
QPSK	1/4, 1/3, 2/5	O	N	N	N
	1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10	N	N	N	N
8PSK	3/5, 2/3, 3/4, 5/6, 8/9, 9/10	N	N	N	N
16APSK	2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10	O	N	N	N
32APSK	3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10	O	N	N	N
CCM		N	N (see note 1)	N	N
VCM		O	O	O	O
ACM		NA	N (see note 2)	O	O
FECFRAME (normal)	64 800 (bits)	N	N	N	N
FECFRAME (short)	16 200 (bits)	NA	N	O	N
Single Transport Stream		N	N (see note 1)	N	N
Multiple Transport Streams		O	O (see note 2)	O	O
Single Generic Stream		NA	O (see note 2)	NA	O
Multiple Generic Streams		NA	O (see note 2)	NA	O
Roll-off 0,35, 0,25 and 0,20		N	N	N	N
Input Stream Synchronizer		NA except (see note 3)	O (see note 3)	O (see note 3)	O (see note 3)
Null Packet Deletion		NA except (see note 3)	O (see note 3)	O (see note 3)	O (see note 3)
Dummy Frame insertion		NA except (see note 3)	N	N	N
Wide-band mode	(see annex M)	O	O	O	O
N = normative, O = optional, NA = not applicable.					
NOTE 1: Interactive service receivers shall implement CCM and Single Transport Stream.					
NOTE 2: Interactive Service Receivers shall implement ACM at least in one of the two options: Multiple Transport Streams or Generic Stream (single/multiple input).					
NOTE 3: Normative for single/multiple TS input stream(s) combined with ACM/VCM or for multiple TS input streams combined with CCM.					

En la tabla muestra al menos que los subsistemas "Normativos" y sus funcionalidades deben ser implementados en el equipo transmisor y receptor para cumplir con DVB-S2.

En el sistema DVB-S2, un número de configuraciones y mecanismos son definidos como opcional. Configuraciones y mecanismos explícitamente indicados como "Opcional", para un área de aplicación dada, no necesitan ser implementados en el equipo.

Cuando se implementa un modo o mecanismo "Opcional", este deberá cumplir con las especificaciones que se describen en el estándar DVB-S2.

4.2.2 Arquitectura del sistema

Diagrama de bloques funcional del sistema DVB-S2, Figura 54 [2]:

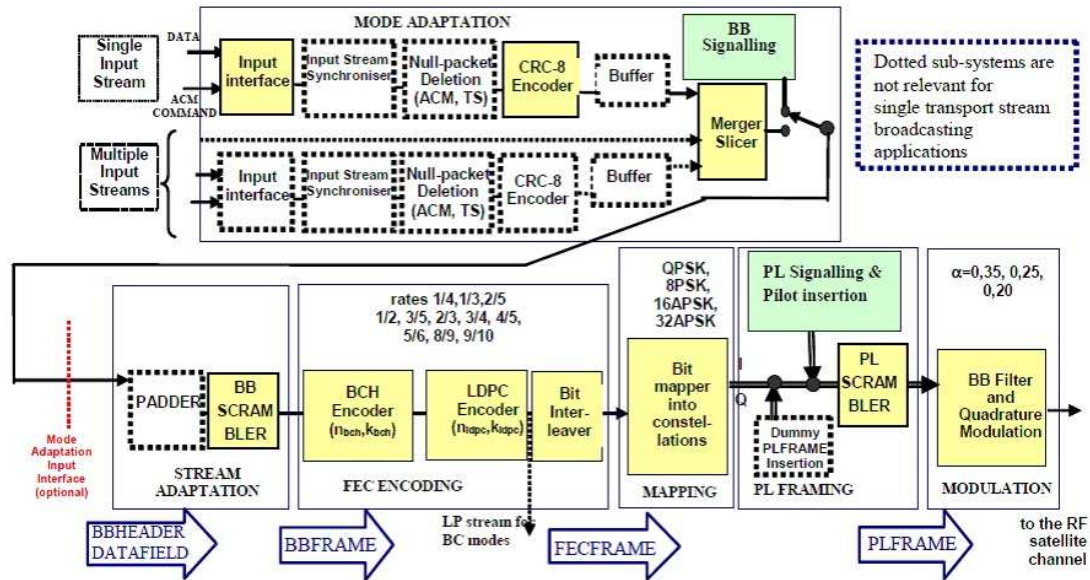


Figura 54

Bloque adaptación

El estándar permite operar con varios formatos de flujos de entrada, facilitando la flexibilidad para acomodarse a las necesidades del servicio a utilizar o del canal satelital.

Las secuencias de entradas al sistema DVB-S2 pueden ser:

- Flujos de transportes simples o múltiples.
- Flujos genéricos simples o múltiples (paquetizados o continuos).

Flujos de transporte

El flujo está caracterizado por paquetes de usuario UP (user packets) de longitud constante UPL= 188x8 bits (un paquete MPEG [7]), dentro el cual el primer byte es el de Sync (47HEX).

Flujos Genéricos

El flujo está caracterizado por un flujo de bits continuo o un flujo de paquetes de usuario con una longitud constante de UPL bits.

4.2.3 Bloque FEC

La codificación FEC permite corregir en la recepción una cantidad determinada de errores sin la necesidad de retransmisión.

El bloque codificador FEC es clave en este estándar ya que permite lograr un excelente rendimiento para el satélite, en presencia de altos niveles de ruido e interferencia.

Está basado en códigos de bloque y códigos de desarrollo continuo o convolucionales, que obligan a agregar bits a la información antes de la modulación.

Códigos de bloque

Estos son excelentes para detectar errores, aunque usualmente proporcionan bajas ganancias de codificación cuando se utilizan para corrección de errores debido a la alta tasa de bits que ocupan en el encabezado.

Tienen mal rendimiento para el caso de errores a ráfaga.

Códigos convolucionales

Proveen altas ganancia de codificación por lo que proporcionan buen rendimiento para detectar y corregir errores, incluso de tipo ráfaga.

Codificación híbrida

Dada las características de los códigos bloque y convolucionales se usan también los códigos híbridos concatenados o en cascada, esto se realiza codificando un mensaje en código de bloque y el resultado se codifica usando un código convolucional.

La concatenación de corrección de errores en este estándar se realiza mediante la concatenación de códigos externos BCH y códigos internos LDPC (tasas de 1/4,1/3,2/5,1/2,3/5,2/3,3/4,4/5,5/6,8/9,9/10).Luego se realiza un entrelazamiento de bit a los bits codificados con FEC para modulaciones 8PSK, 16APSK y 32APSK.

Según sea el área de aplicación el bloque FEC codificado resultante tiene una longitud de $n_{ldpc}=64800$ bits o 16200 bits.

Cada BBFRAME (K_{bch} bits) es procesada por el subsistema de codificación FEC para generar una FECFRAME (n_{ldpc} bits).

Los bits de chequeo de paridad (BCHFEC) del código externo BCH sistemático se añaden después de la BBFRAME y los bits de chequeo de paridad (LDPCFEC) del codificador LDPC interno son añadidos después del campo BCHFEC.

En la siguiente Figura 55 [2] se muestra el agregado de bits:

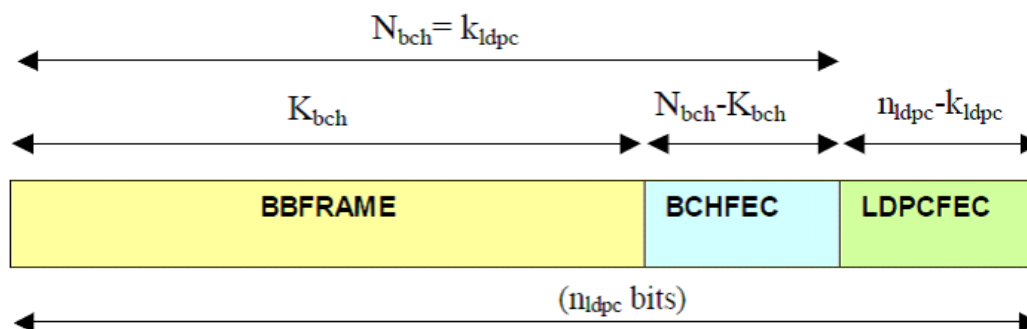


Figura 55

Codificación FEC en DVB-S2

El subsistema codificador FEC aplica un código BCH (N_{bch} , K_{bch}) de corrección de hasta t bytes erróneos a cada BBFRAME (K_{bch} bits) para generar un paquete protegido contra errores. Después el codificador LDPC (n_{ldpc} , k_{ldpc}) sistemáticamente codifica el bloque de información resultante de tamaño $N_{bch}=k_{ldpc}$ bits en una palabra código de tamaño n_{ldpc} bits.

En la siguiente Tabla 12 [2] se muestran los parámetros de codificación FEC para la FECFRAME normal ($n_{ldpc}=64800$ bits).

Tabla 12

Código LDPC	Bloque no codificado BCH K_{bch}	Bloque codificado BCH N_{bch} Bloque no codificado LDPC k_{ldpc}	Corrección del t-error BCH	Bloque Codificado LDPC n_{ldpc}
1/4	16008	16200	12	64800
1/3	21408	21600	12	64800
2/5	25728	25920	12	64800
1/2	32208	32400	12	64800
3/5	38688	38880	12	64800
2/3	43040	43200	12	64800
3/4	48408	48600	12	64800
4/5	51648	51840	12	64800
5/6	53840	54000	10	64800
8/9	57472	57600	8	64800
9/10	58192	58320	8	64800

Codificación BCH

A cada BBFRAME (K_{bch} bits) se aplica un código BCH (N_{bch} , K_{bch}) de corrección de hasta t bytes erróneos, para generar un paquete protegido contra errores.

Codificación interna LDPC

El codificador LDPC sistemáticamente codifica un bloque de información de tamaño k_{ldpc} , en una palabra código de tamaño n_{ldpc} .

Entrelazado

Para antes de la modulación en distintos formatos, la salida del LDPC debe ser entrelazada usando un bloque entrelazador.

Los datos ingresan serialmente en el bloque entrelazador en forma de columna y después son leídos serialmente en forma de fila.

La configuración del bloque entrelazador para cada formato de modulación está especificado en la Tabla 13 [2]:

Tabla 13

Modulation	Rows (for $n_{ldpc} = 64\ 800$)	Rows (for $n_{ldpc} = 16\ 200$)	Columns
8PSK	21 600	5 400	3
16APSK	16 200	4 050	4
32APSK	12 960	3 240	5

4.2.4 Mapeo de bits en la constelación

Cada FECFRAME es convertida de serie a paralelo, esto se puede ver en las siguientes figuras. El bit más significativo MSB de la FECFRAME es mapeado como el MSB de la primera secuencia paralela.

Cada secuencia paralela se mapea en la constelación, generando una secuencia (I, Q) de longitud que depende de la eficiencia de modulación seleccionada.

La entrada al bloque de Mapeo de bits es una secuencia FECFRAME y la secuencia de salida es un XFECFRAME.

Mapeo de bits en la constelación QPSK

Para QPSK el sistema emplea modulación QPSK con código de Gray convencional. La energía promedio normalizada por símbolo será igual a $\rho^2=1$.

Dos bits de la FECFRAME son mapeados en un símbolo QPSK, es decir, los bits $2i$ y $2i+1$ determinan el i -ésimo símbolo QPSK, donde $i = 0, 1, 2, \dots, (N/2) - 1$ y N es el tamaño del bloque LDPC codificado, en la siguiente Figura 56 se observa el mapeo de bits en la constelación QPSK.

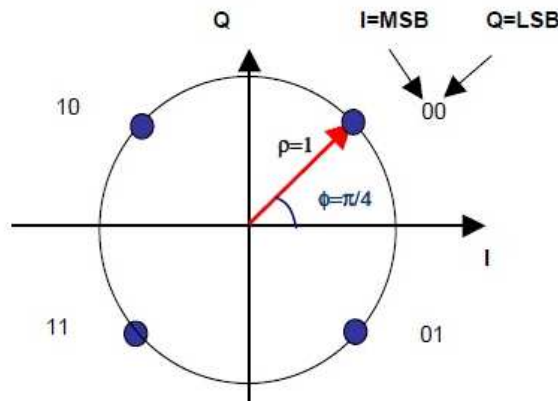


Figura 56

Mapeo de bits en la constelación 8PSK

Para 8PSK, el sistema emplea modulación 8PSK con código de Gray convencional.

La energía promedio normalizada por símbolo será igual a $\rho^2=1$.

Los bits $3i, 3i+1, 3i+2$ de la salida del entrelazador, determinan el i -ésimo símbolo 8PSK, donde $i = 0, 1, 2, \dots, (N/3) - 1$, y N es el tamaño del bloque LDPC codificado. En la siguiente Figura 57 se observa el mapeo de bits en la constelación 8PSK.

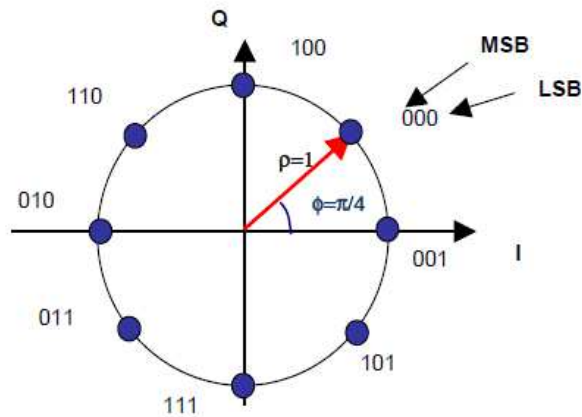


Figura 57

Mapeo de bits en la constelación 16APSK

La constelación para la modulación 16APSK se compone de dos anillos concéntricos uniformemente espaciados con 4 y 12 puntos PSK, respectivamente, en el anillo interno de radio R_1 y el anillo exterior de radio R_2 .

Los bits $4i$, $4i+1$, $4i+2$ y $4i+3$ de la salida del entrelazador determinan el i -ésimo símbolo 16APSK, donde $i = 0, 1, 2, \dots, (N/4) - 1$, y N es el tamaño del bloque LDPC codificado.

La relación de radio del círculo exterior con el radio del círculo interior ($\gamma = R_2/R_1$) debe cumplir con la Tabla 14 [2]:

Tabla 14

Code rate	Modulation/coding spectral efficiency	γ
2/3	2,66	3,15
3/4	2,99	2,85
4/5	3,19	2,75
5/6	3,32	2,70
8/9	3,55	2,60
9/10	3,59	2,57

En la siguiente Figura 58 se observa el mapeo de bits en la constelación 16APSK.

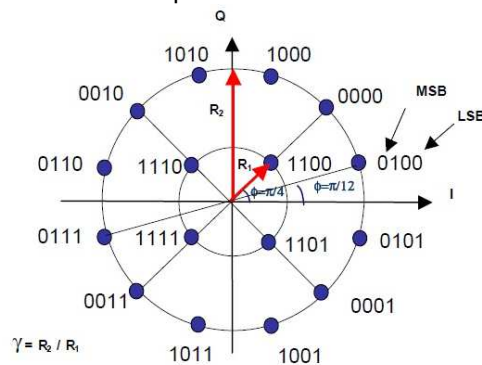


Figura 58

Mapeo de bits en 32APSK

La constelación para modulación 32APSK se compone de tres círculos concéntricos uniformemente espaciados con 4, 12 y 16 puntos PSK, respectivamente, en el círculo interno de radio R_1 , el círculo intermedio de radio R_2 y el círculo exterior de radio R_3 .

Los bits $5i$, $5i+1$, $5i+2$, $5i+3$ y $5i+4$ de la salida del entrelazador determinan el i -ésimo símbolo 32APSK, donde $i = 0, 1, 2, (N/5) - 1$.

La Tabla 15 [2] define valores de $1=R_2/R_1$ y $2=R_3/R_1$:

Tabla 15

Code rate	Modulation/coding spectral efficiency	γ
2/3	2,66	3,15
3/4	2,99	2,85
4/5	3,19	2,75
5/6	3,32	2,70
8/9	3,55	2,60
9/10	3,59	2,57

En la siguiente Figura 59 se observa el mapeo de bits en la constelación 32APSK.

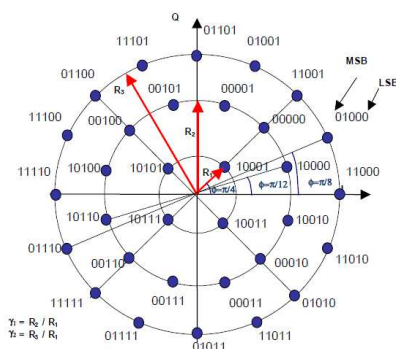


Figura 59

4.3 Mediciones sobre receptores satelitales

Se realizan las mediciones tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- FEC
- C/N
- Sistema de transmisión
- Fr (factor de roll off)
- Rate
- S/R (symbol rate, tasa de símbolos)
- Level (nivel de recepción en receptor en dBm)

Los receptores satelitales involucrados en estas mediciones son los de los modelos de CISCO D9854 y D9858.

En estos equipos como se muestra en la siguiente Tabla 16, se sintonizan señales en la banda de frecuencia C:

Tabla 16

Señal	IRD
Animal Planet	D9854
TBS	D9854
FOX ACTION WEST	D9854
TNT	D9854
DISNEY XD	D9858
BBC	D9854
AMC	D9858
ID	D9854
DISCOVERY KIDS	D9854
TLC	D9854
CNN ESPAÑOL	D9854
HTV	D9854
FOX SPORTS 2	D9854
GOLF CHANNEL	D9854
Fox Cinema	D9854
Disney junior	D9858
Tru TV HD	D9858-1
TLC HD	D9858
SPACE HD	D9858-1
THE FILM ZONE HD	D9858
DISCOVERY HD	D9854
FOX SPORTS 3	D9858

En la siguiente Figura 60[11] se observa la estructura del Menú Status en el receptor satelital:

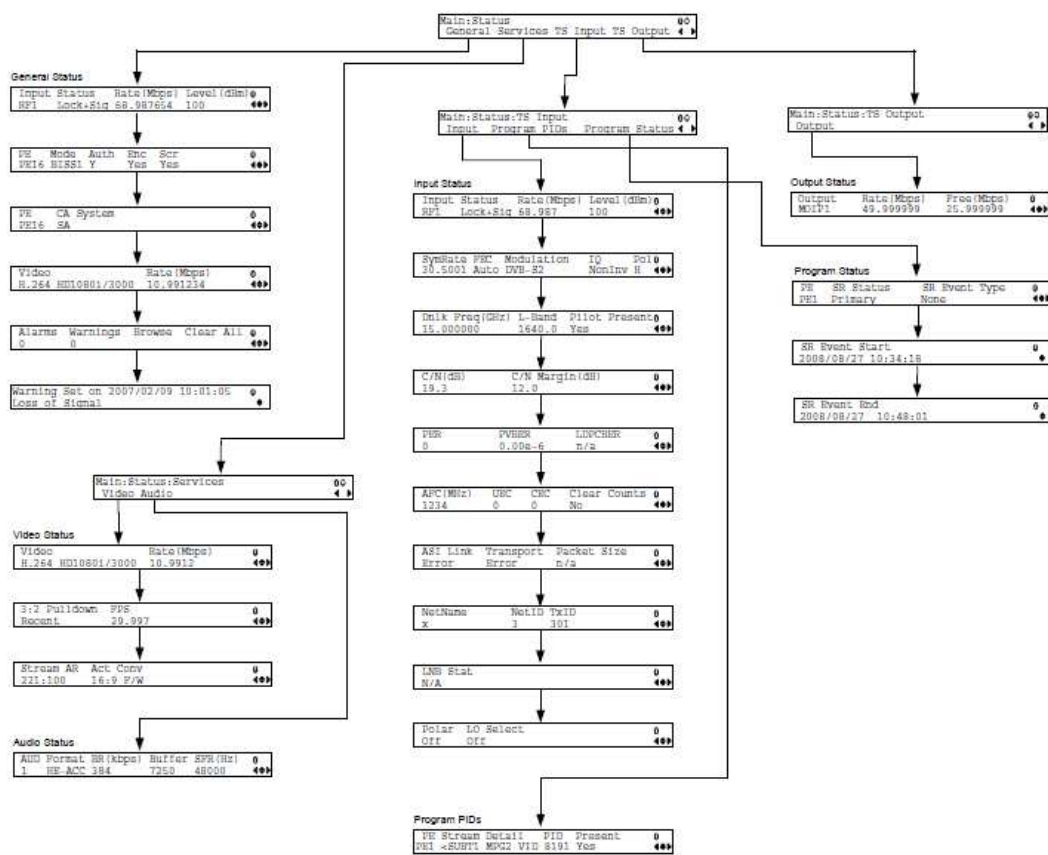


Figura 60

En definitiva se arma una planilla de mediciones con los parámetros tal como se ve en la Tabla 17:

Tabla 17

Señal	IRD	Rate	S/R [Mps]	FEC	C/N [dB]	Sistema/ Modulación	Factor de roll off	Eficiencia Espectral
Animal Planet	D9854	29,154288Mbps	21,09	3/4	14,4	DVB S QPSK	0,35	1,024
TBS	D9854	44,656768Mbps	27,69	7/8	17,1	DVB S QPSK	0,35	1,195
FOX ACTION WEST	D9854	46,0788Mbps	30	5/6	14,8	DVB S QPSK	0,35	1,138
TNT	D9854	44,65752Mbps	27,69	7/8	16,7	DVB S QPSK	0,35	1,195
DISNEY XD	D9858	79,381872Mbps	30	8/9	17,4	DVB S2 8PSK	0,2	2,205
BBC	D9854	44,65752Mbps	27,69	7/8	14,8	DVB S QPSK	0,35	1,195
AMC	D9858	72,668768Mbps	30	5/6	15,3	DVB S2 8PSK	0,2	2,018
ID	D9854	29,154288Mbps	21,09	3/4	15,4	DVB S QPSK	0,35	1,024
DISCOVERY KIDS	D9854	29,154288Mbps	21,09	3/4	15,3	DVB S QPSK	0,35	1,024
TLC	D9854	29,154288Mbps	21,09	3/4	14,3	DVB S QPSK	0,35	1,024
CNN ESPAÑOL	D9854	49,672608Mbps	30,8	7/8	16,6	DVB S QPSK	0,35	1,195
HTV	D9854	44,656768Mbps	27,69	7/8	16,2	DVB S QPSK	0,35	1,195
FOX SPORTS 2	D9854	74,358512Mbps	30	5/6	16,4	DVB S2 8PSK	0,35	1,836
GOLF CHANNEL	D9854	14,260928Mbps	7,2	2/3	14,3	DVB S2 8PSK	0,2	1,65
Fox Cinema	D9854	24,06024Mbps	17,405	3/4	9,7	DVB S QPSK	0,35	1,024
Disney junior	D9858	79,381872Mbps	30	8/9	17,2	DVB S2 8PSK	0,2	2,205
Tru TV HD	D9858-1	41,716448Mbps	15,57	9/10	15,6	DVB S2 8PSK	0,25	2,143
TLC HD	D9858	47,057152Mbps	21,61	9/10	15,7	DVB S2 8PSK	0,2	1,815
SPACE HD	D9858-1	41,715696Mbps	15,57	9/10	15,6	DVB S2 8PSK	0,25	2,143
THE FILM ZONE HD	D9858	52,321904Mbps	21,6	5/6	15,8	DVB S2 8PSK	0,2	2,018
DISCOVERY HD	D9854	72,668768Mbps	30	5/6	17,1	DVB S2 8PSK	0,35	1,794
FOX SPORTS 3	D9858	68,115408Mbps	28,12	5/6	15,2	DVB S2 8PSK	0,35	1,794

Relevamiento de cantidad de señales por sistema de transmisión

Se analiza el espectro de transmisión de la operadora de cable observando por frecuencia central, es decir cada 6 MHz de ancho de banda que cantidad de señales se tiene en los sistemas analógicos y digitales.

Caso sistema de transmisión analógico

En la siguiente Tabla 18 se observa la grilla de canales donde se tiene una señal por frecuencia central en el espectro de la operadora de cable.

Tabla 18

CANAL	Frecuencia Central	SEÑAL
2	57	TELEMAX
3	63	TN
4	69	AMERICA 24
6	85	C5N
14	123	CANAL 9
15	129	ENCUENTRO
16	135	LATINA
17	141	FOX SPORTS
18	147	FOX SPORTS 2
19	153	FOX SPORTS 3
20	159	ESPN
21	165	ESPN+
22	171	TYC SPORTS
7	177	CRONICA
8	183	CANAL 26

Tabla 18

CANAL	Frecuencia Central	SEÑAL
9	189	CN23
10	195	TELEFE
11	201	TV PUBLICA
12	207	CANAL13
13	213	AMERICA
23	219	PAKA PAKA
24	225	DISNEY JUNIOR
25	231	CARTOON
26	237	DISNEY
27	243	NICKELODEON
28	249	BOOMERAN
29	255	DISNEY XD
30	261	DISCOVERY KIDS
31	267	TELESUR
32	273	TVE
33	279	INCAA
34	285	AXN
35	291	A&E
36	297	MUNDO FOX
37	303	FX
38	309	FOX
39	315	UNIVERSAL
40	321	SPACE
41	327	CINECANAL
42	333	TNT
43	339	THE FILM ZONE
44	345	TCM
45	351	WARNER
46	357	SONY
47	363	TBS
48	369	STUDIO UNIVERSAL
49	375	TNT SERIES
50	381	I-SAT
51	387	AMC
54	405	DISCOVERY ID
60	441	TLC
61	447	TRUTV
62	453	NAT GEO
63	459	DISCOVERY
64	465	HISTORY

Tabla 18

CANAL	Frecuencia Central	SEÑAL
65	471	ANIMAL
66	477	E!
67	483	MTV
68	489	DISCOVERY HOME & HEALTH
69	495	FOX LIFE
70	501	GOURMET
71	507	CANAL DE LA CIUDAD

Caso sistema de transmisión digital con sintonización de señales de norma DVB S

En este caso se observa en la Tabla 19 que hay más de una señal por frecuencia central en el espectro de la operadora de cable.

Tabla 19

CANAL	Frecuencia Central	VCH	Señal
98	109	423	TBS
		425	EUROPA
		312	TV5
		9	CN23
		518	DISCOVERY SCIENCE
		516	DISCOVERY CIVILIZATION
		10	G360
		412	CINEMAX
		608	MTV HITS
99	117	300	TELESUR
		200	PAKA PAKA
		309	WOBI
		509	MAS CHIC
		303	CNN ESPAÑOL
		520	FILM & ARTS
		107	ESPN 3
		709	CANAL 21
		109	DISCOVERY TURBO
		304	BBC

Tabla 19

CANAL	Frecuencia Central	VCH	Señal
55	411	508	GOURMET
		15	AMERICA
		7	CRONICA
		12	TELEFE
		205	BOOMERAN
		465	FOX FAMILY O
		406	CINECANAL
		464	FOX MOVIES
		466	FOX CLASSICS
56	417	503	ANIMAL
		14	CANAL 13
		8	CANAL 26
		13	TV PUBLICA
		18	CANAL 9
		202	CARTOON
		11	ARGENTINISIMA
		310	FOX NEWS
		460	FOX 1
		461	FOX 1 O
57	423	451	HBO 2
		454	MAX
		455	MAX O
		302	TVE
		414	TNT SERIES
		415	I-SAT
		206	DISNEY XD
		409	TCM
		602	MTV
		1203	FOR MEN
		452	HBO PLUS
		450	HBO

Tabla 19

CANAL	Frecuencia Central	VCH	Señal
58	429	468	FOX CINEMA
		458	HBO FAMILY
		456	MAX PRIME
		459	HBO SIGNATURE
		501	DISCOVERY
		512	DISCOVERY HOME & HEALTH
		207	DISCOVERY KIDS
		605	MUCH MUSIC
		500	NAT GEO
		204	NICKELODEON
		1200	PLAYBOY
		1201	VENUS
		108	GARAGE
72	513	462	FOX ACTION
		463	FOX COMEDY
		3	TN
		308	RTP
		100	DEPORTV
		467	FOX FAMILY
		703	QM
73	519	2	TELEMAX
		4	AMERICA 24
		203	DISNEY
		601	E!
		208	BABY
		104	ESPN
		105	ESPN 2
		101	FOX SPORTS
		403	FOX
		420	MUNDO FOX

Tabla 19

CANAL	Frecuencia Central	VCH	Señal
74	525	506	RURAL
		702	CANAL DE LA CIUDAD
		311	CNN
		421	A&E
		401	SY FY
		402	FX
		209	TOONCAST
		413	STUDIO UNIVERSAL
		502	HISTORY
		19	ENCUENTRO
75	531	419	TRUTV
		407	TNT
		405	SPACE
		417	AXN
		410	WARNER
		102	FOX SPORTS 2
		404	UNIVERSAL
		507	FOX LIFE
		301	RAI
		411	SONY
76	537	513	TLC
		416	AMC
		20	LATINA
		607	HTV
		418	DISCOVERY ID
		103	FOX SPORTS 3
		517	NAT GEO WILD
		510	GLITZ
		106	TYC SPORTS

Tabla 19

CANAL	Frecuencia Central	VCH	Señal
77	543	22	GUIA USUARIO
		606	VH1
		400	INCAA
		313	TV CHILE
		6	C5N
		408	THE FILM ZONE
		201	DISNEY JUNIOR
		998	QUAD 2
		1202	BRAZZERS TV
78	549	453	HBO PLUS O
		422	COMEDY
		457	MAX PRIME O
		305	DW
		426	LIFETIME
		110	GOLF
		519	H2
		514	CONSTRUIR
		505	CONEXION
		999	Quad
80	561	1002	CANAL 26 HD
		1010	ESPN +
		1030	FOX HD
		1036	AMC HD
		1020	DISNEY HD
81	567	1000	TV PUBLICA HD
		1004	AMERICA HD
		1009	DEPORTV HD
		1031	UNIVERSAL HD

Tabla 19

CANAL	Frecuencia Central	VCH	Señal
82	573	1050	HBO HD
		1033	CINECANAL HD
		1060	FOX 1 HD
		1034	TNT HD
		1090	MTV HD
83	579	1035	SONY HD
		1037	AXN HD
		1038	WARNER HD
		1014	TyC SPORTS HD
		1072	HISTORY HD
84	585	1001	TELEFE HD
		1061	FOX MOVIES HD
		1013	FOX SPORTS HD
		1032	SPACE HD
85	591	1003	CANAL 13 HD
		1053	MAX PRIME O HD
		1012	ESPN 3 HD
		1074	NATGEO WILD HD
		1075	TRUTV HD
86	597	1014	FOX SPORTS 2 HD
		1070	NAT GEO HD

Caso sistema de transmisión digital con sintonización de señales de norma DVB S2

También en este caso se observa en la Tabla 20 que se tiene más de una señal por frecuencia central en el espectro de la operadora de cable.

Tabla 20

CANAL	Frecuencia Central	VCH	Señal
52	393	1014	FOX SPORTS 2 HD
		1040	THE FILM ZONE HD
		1020	DISNEY HD
		1016	TYC SPORTS HD
		1070	NAT GEO HD
		1071	DISCOVERY HD
53	399	1011	ESPN 2 HD
		1021	DISCOVERY KIDS HD
		1042	FX HD
		1052	HBO FAMILY HD
		1063	FOX FAMILY HD
		1051	HBO SIGNATURE HD
59	435	1022	NICKELODEON HD
		1043	PARAMOUNT HD
		1044	ID HD
		1062	FOX ACTION HD
		1078	GOURMET HD
87	603	1000	TV PUBLICA HD
		1005	CANAL 9 HD
		1009	DEPORTV HD
88	609	7	CRONICA
		8	CANAL 26
		10	G360
		15	AMERICA
		22	GUIA USUARIO
		101	FOX SPORTS
		102	FOX SPORTS 2
		405	SPACE
		423	TBS VERY FUNNY
		506	RURAL
		507	FOX LIFE
		514	CONSTRUIR
		20	LATINA
		702	CANAL DE LA CIUDAD
		709	CANAL 21
		1998	SENADO

Tabla 20

CANAL	Frecuencia Central	VCH	Señal
89	615	1012	ESPN 3 HD
		1033	CINECANAL HD
		1034	TNT HD
		1060	FOX 1 HD
		1075	TRUTV HD
90	621	1013	FOX SPORTS HD
		1030	FOX HD
		1031	UNIVERSAL HD
		1032	SPACE HD
		1036	AMC HD
91	627	1002	CANAL 26 HD
		1001	TELEFE HD
		1003	CANAL 13 HD
		1004	AMERICA HD
92	633	12	TELEFE
		13	TV PUBLICA
		402	FX
		406	CINECANAL
		501	DISCOVERY
93	639	1035	SONY HD
		1037	AXN HD
		1038	WARNER HD
		1039	A&E HD
		1041	CINEMAX HD
		1072	HISTORY HD
94	645	105	ESPN 2
		201	DISNEY JUNIOR
		206	DISNEY XD
		208	BABY
		401	SY FY
		420	MUNDO FOX
		426	LIFETIME
		452	HBO PLUS
		453	HBO PLUS O
		455	MAX O
		457	MAX PRIME O
		462	FOX ACTION
		464	FOX MOVIES
		517	NAT GEO WILD
		605	MUCH MUSIC
		607	HTV
		412	CINEMAX

Tabla 20

CANAL	Frecuencia Central	VCH	Señal
100	651	110	GOLF
		312	TV5
		417	AXN
		419	TRUTV
		460	FOX 1
		461	FOX 1 O
		463	FOX COMEDY
		465	FOX FAMILY O
		466	FOX CLASSICS
		467	FOX FAMILY
		468	FOX CINEMA
		508	GOURMET
		519	H2
		1200	PLAYBOY
		1201	VENUS
		1202	BRAZZERS TV
		1203	FOR MEN
101	657	107	ESPN 3
		205	BOOMERAN
		209	TOONCAST
		300	TELESUR
		303	CNN ESPAÑOL
		311	CNN
		309	WOBI
		308	RTP
		310	FOX NEWS
		304	BBC
		305	DW
		313	TV CHILE
		414	TNT SERIES
		416	AMC
		424	PARAMOUNT
		513	TLC
		520	FILM & ARTS
		609	VH1 MEGAHITS

Tabla 20

CANAL	Frecuencia Central	VCH	Señal
102	663	103	FOX SPORTS 3
		109	DISCOVERY TURBO
		207	DISCOVERY KIDS
		408	THE FILM ZONE
		450	HBO
		451	HBO 2
		454	MAX
		456	MAX PRIME
		458	HBO FAMILY
		459	HBO SIGNATURE
		503	ANIMAL
		509	MAS CHIC
		512	DISCOVERY HOME & HEALTH
		516	DISCOVERY CIVILIZATION
		518	DISCOVERY SCIENCE
		608	MTV HITS
103	669	1015	FOX SPORTS 3 HD
		1050	HBO HD
		1053	MAX PRIME O HD
		1061	FOX MOVIES HD
		1090	MTV HD
104	675	3	TN
		18	CANAL 9
		21	HCDN
		104	ESPN
		301	RAI
		302	TVE
		403	FOX
		404	UNIVERSAL
		409	TCM
		415	I-SAT
		500	NAT GEO
		510	GLITZ
		505	CONEXION
		998	QUAD 2

Tabla 20

CANAL	Frecuencia Central	VCH	Señal
105	681	4	AMERICA 24
		6	C5N
		11	ARGENTINISIMA
		14	CANAL 13
		19	ENCUENTRO
		108	GARAGE
		200	PAKA PAKA
		202	CARTOON
		400	INCAA
		411	SONY
		421	A&E
		502	HISTORY
		601	E!
		606	VH1
		999	QUAD
106	687	1010	ESPN +
		1077	THEATER HD
		1073	WORLD HD
		1074	NAT GEO WILD HD
		1076	DISCOVERY HOME & HEALTH HD
107	693	2	TELEMAX
		9	CN23
		100	DEPORTV
		106	TYC SPORTS
		203	DISNEY
		204	NICKELODEON
		407	TNT
		410	WARNER
		418	DISCOVERY ID
		413	STUDIO UNIVERSAL
		425	EUROPA
		422	COMEDY
		515	VIAJAR
		602	MTV
		703	QM

5. Resultados y Conclusiones

De acuerdo a los resultados y análisis de las mediciones se llega a una conclusión.

Cálculo de eficiencia espectral

La eficiencia espectral se define como:

$$\eta = R_u / R_s \text{ [bps/Hz]}$$

R_u : Tasa de bits de la señal en recepción

R_s : Tasa de símbolos de la señal en recepción

Para la comparación entre sistemas DVB S y DVB S2 se tomarán en cuenta el Fr (factor de roll off) con el siguiente cálculo de eficiencia espectral:

$$\eta = R_u / R_s (1 + Fr)$$

5.1 Comparación de mediciones de sistemas DVB S y DVB S2

Para realizar esta comparación de medición en los sistemas de modulación, se graficará la relación eficiencia espectral (tomando en cuenta el factor de roll off) en función de C/N. De esta forma queda el gráfico (Figura 61 con las mediciones tomadas) que muestra la mejora de la eficiencia espectral para el sistema DVB S2:

- Los rombos verdes corresponden al sistema DVB S2.
- Los rombos rojos corresponden al sistema DVB S.
- El eje de abscisas corresponde a C/N [dB] y el eje de ordenadas a la Eficiencia espectral.
- La eficiencia espectral es mayor en el sistema DVB S2.

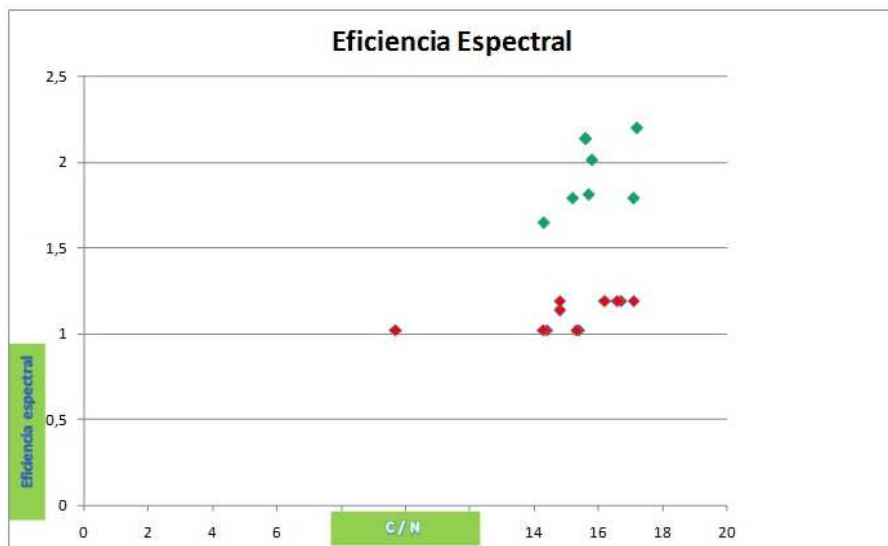


Figura 61

5.2 Comparación en el espectro de la operadora de cable

5.2.1 Sistema Analógico

En un ancho de banda de 6MHz se tiene una señal a transmitir en la operadora de cable.

5.2.2 Sistema DVB S2

En un ancho de banda de 6MHz se tiene más señales a transmitir que en los sistemas analógicos y DVB S.

Lo que se tiene por lo tanto es una evolución de la cantidad de señales a transportar en un mismo ancho de banda por canal en un servicio operador de cable.

De esta forma analizando el espectro de transmisión en la operadora de cable, la cantidad de señales a transmitir aumenta y se lo puede ver en el siguiente gráfico (Figura 62) que muestra cantidad de señales por frecuencia central para los sistemas de transmisión analógico y digital:

- Los rombos azules corresponden a la transmisión digital sintonizando señales de la norma DVB S.
- Los rombos naranjas corresponden a la transmisión analógica.
- El eje de abscisas corresponde a la Frecuencia [MHz] y el eje de ordenadas a la Cantidad de señales.

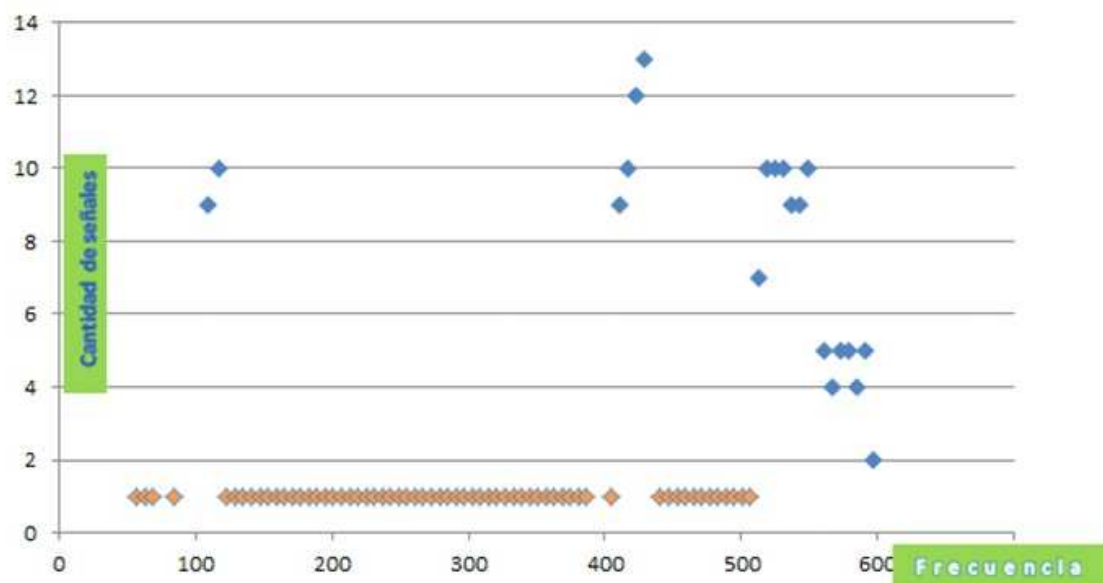


Figura 62

Se concluye que la transmisión digital presenta mayor cantidad de señales por frecuencia central.

Además para concluir con la solución buscada con la norma DVB S2 se realiza otro gráfico (Figura 63) donde se puede observar:

- Los rombos azules corresponden a la transmisión digital sintonizando señales de la norma DVB S.
- Los rombos naranjas corresponden a la transmisión analógica.
- Los rombos verdes corresponde a la transmisión digital sintonizando señales de la norma DVB S2.
- El eje de abscisas corresponde a la Frecuencia [MHz] y el eje de ordenadas a la Cantidad de señales.

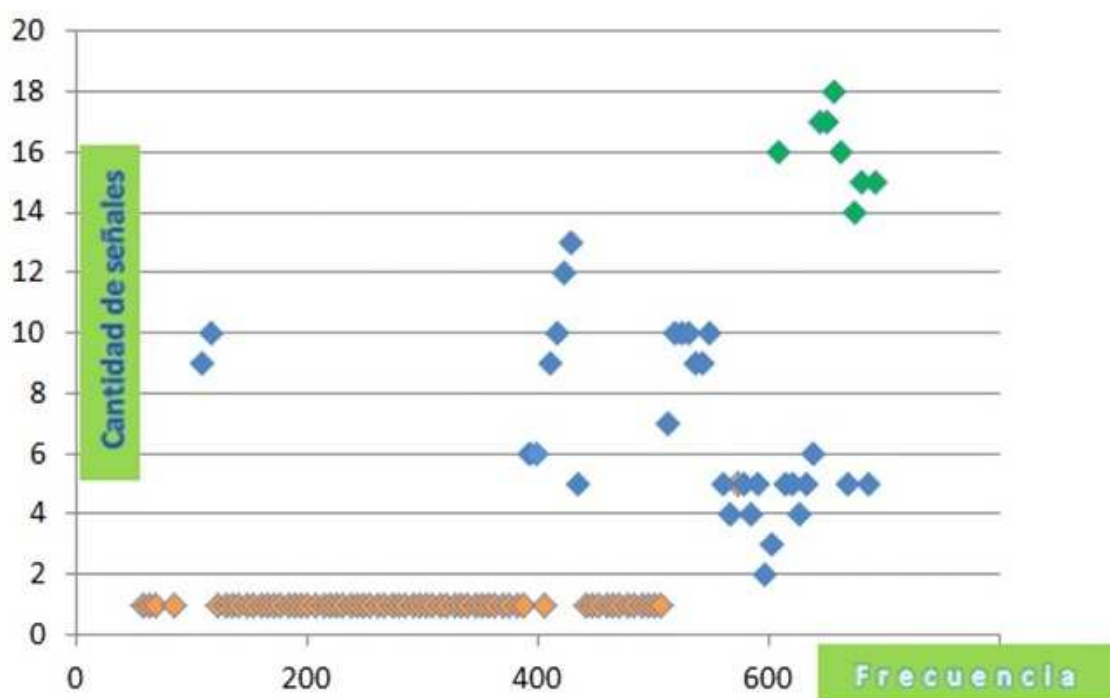


Figura 63

Se concluye que la transmisión digital con señales sintonizadas en la norma DVB S2 presenta mayor cantidad de señales por frecuencia central.

5.3 Comparación de gasto de potencia de transmisión

Con el sistema analógico se tiene un gasto de potencia mayor a comparación del sistema digital, esto se lo puede comparar a partir de las mediciones hechas en los test point, en los valores de niveles de video.

La planilla de medición realizada es como se ve en la Tabla 21:

Tabla 21

ANALOGICO DIGITAL											
ANALÓGICO (vid: 2,5 dBmV y Δ: 17 dBmV)(CH136 vid: 3,5 dBmV)(CH116 y 136 Δ:NA)						DIGITAL (lvl: -2,5, Mer >39)(CH98y99 lvl: -0,5)					
CH	Fcia	Pre CAL		Post CAL		CH	Fcia	LVL	MER	Pre FEC	Post FEC
		Video	Δ	Video	Δ						
2	55.25	2,2	17,1			98*	111	-0,9	41,1		
3	61.25	2,2	17,4			99*	117	-1	39,7		
4	67.25	2,1	17			52	391	-2,4	41		
6	77.25	2	17,3			53	397	-2,4	41,3		
7	175.25	2,3	16,7			55	411	-3,1	40,7		
8	181.25	1,9	16,7			56	417	-3,2	40,6		
9	187.25	2,3	16,3			57	423	-3,2	40,2		
10	193.25	2,2	17,4			58	429	-3,1	40,1		
11	199.25	2,3	17,2			59	435	LIBRE			
12	205.25	2,1	16,9			72	513	-2,9	40,6		
13	211.25	2,5	17,1			73	519	-2,9	40,6		
14	121.25	2,3	16,8			74	525	-2,9	40,6		
15	127.25	2,2	17,4			75	531	-2,8	40,8		
16	133.25	2,5	17,1			76	537	-2,5	40,8		
17	139.25	2,8	16,8			77	543	-2,5	41		
18	145.25	2,5	17,1			78	549	-2,7	40,5		
19	151.25	2,1	17,1			79	555	LIBRE			
20	157.25	2,3	17,3			80	561	-2,4	40,8		
21	163.25	2,2	16,6			81	567	-2,3	40,9		
22	169.25	2	16,8			82	573	-2,3	40,9		
23	217.25	2	16,5			83	579	-2,4	41,2		
24	223.25	2,2	17,1			84	585	-2,5	41		
25	229.25	2	16,3			85	591	-2,5	41,1		
26	235.25	2,1	17,1			86	597	-2,6	41		

Con esto se concluye que se tiene menos gasto de potencia de transmisión en los sistemas de transmisión digital.

6. Futuras líneas de investigación

La mejora en la transmisión en el servicio operador de cable se encuentra con la segunda generación para transmitir por cable, este es el DVB C2 que provee una eficiencia espectral mejorada respecto al DVB C, se trata de una nueva norma que utiliza la modulación COFDM en combinación con técnica de corrección de errores LDPC y BCH.

La demanda de servicios innovadores como VOD y televisión de alta definición hacen que se requiera la mejora en la eficiencia espectral de la transmisión por cable.

Un cuadro comparativo de características de DVB C y DVB C2, se lo puede observar en la Tabla 22 [7]:

Tabla 22

	DVB-C	DVB-C2
Input Interface	Single Transport Stream (TS)	Multiple Transport Stream and Generic Stream Encapsulation (GSE)
Modes	Constant Coding & Modulation	Variable Coding & Modulation and Adaptive Coding & Modulation
FEC	Reed Solomon (RS)	LDPC + BCH
Interleaving	Bit-Interleaving	Bit- Time- and Frequency-Interleaving
Modulation	Single Carrier QAM	COFDM
Pilots	Not Applicable	Scattered and Continual Pilots
Guard Interval	Not Applicable	1/64 or 1/128
Modulation Schemes	16- to 256-QAM	16- to 4096-QAM

Como características principales DVB C2 tiene:

- Entradas flexibles.
- Codificación y modulación variable.
- Codificación y modulación adaptativa.
- Bloque FEC con LDPC y BCH.
- Llega a una modulación 4096 QAM.

Estas características y esencialmente la modulación y codificación hacen que mejore la eficiencia en un 30 % en comparación con DVB C.

Con la nueva norma se llega a esquemas de modulación 1024QAM y 4096QAM que antes no se tenía con DVB C.

En la Figura 64 se puede observar una comparación de DVB C y DVB C2 [7]:

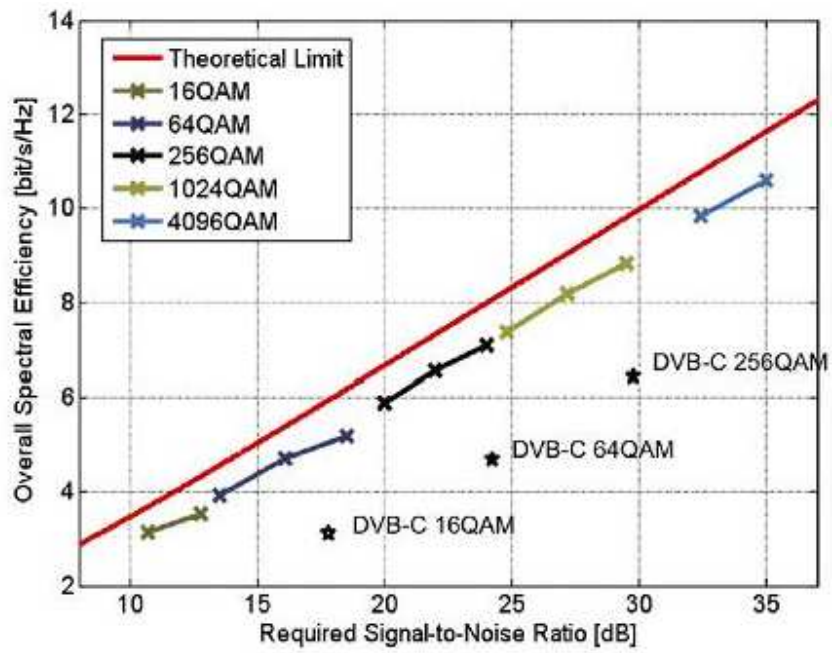


Figura 64

7. Bibliografía

- [1] EN 300 421 Digital Broadcasting Systems for Television, Sound and Data Services; Framing Structure, Channel Coding and Modulation for 11/12 GHz Satellite Services. Norma ETSI. Diciembre, 1994.
- [2] EN 302 307 Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications. Norma ETSI. Marzo, 2005.
- [3] EN 300 429 Digital Broadcasting Systems for Television, Sound and Data Services; Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Cable Systems. Norma ETSI. Diciembre, 1994.
- [4] EN 302 769 Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital transmission system for cable systems (DVB-C2). Norma ETSI. Abril, 2010.
- [5] A/53 ATSC Digital Televisión Standard. Norma ATSC. Enero, 2007.
- [6] ISO/IEC DIS 13818-1 (June 1994): "Coding of moving pictures and associated audio".
- [7] 2nd Generation Cable The World's Most Advanced Digital Cable TV System. DVB Fact Sheet - July 2012
- [8] Portal exploradores de satélites, Septiembre 2016. <http://www.portalled.com>. Página vigente al 08/09/2016.
- [9] Wikipedia, Agosto 2016 . https://es.wikipedia.org/wiki/Tasa_de_Error_de_Modulación. Página vigente al 28/08/2016.
- [10] C.F. Belaustegui Goitia, Septiembre 2005. Comunicaciones Satelitales. Apunte. Unidad 2.
- [11] CISCO, June 2008. Model D9858 Advanced Receiver Transcoder Installation and Operation Guide.

8.Glosario

AC3: Tecnología avanzada de compresión que permite codificar 6 canales separados de audio con tasas de 320 kbps, o más. Es un sinónimo para Dolby Digital.

AGB : Equipo que transforma tráfico de ASI a Gigabit Ethernet IP.

ASI: Asynchronous Serial Interface es una interface que lleva formato de datos que usualmente son los de Transporte MPEG.

ATSC: Advanced Television Systems Committee, es el grupo encargado del desarrollo de los estándares de la televisión digital en los Estados Unidos.

BCH: Familia de códigos de bloques binarios lineales de corrección de errores.

BER: Bit Error Rate. Tasa de Error de Bits.

BSS: Broadcast Satellite Service. Banda de frecuencias destinada a servicios de radiodifusión por satélite.

Código de Gray: Es un tipo especial de código binario que no es ponderado (los dígitos que componen el código no tienen un peso asignado). Código progresivo.

C/N: Carrier to Noise, relación portadora a ruido.

COFDM: Codes Orthogonal Frequency Division Multiplexing, Multiplexación por División en Frecuencia de Portadoras Ortogonales Codificadas.

DTS: Digital Broadcast Test Platform. Herramienta de análisis y monitorización de video digital avanzada compatible con las normas MPEG-2/4, DVB y ATSC.

DSAM: Digital Service Activation Meter. Medidor de activación servicio digital.

DVB: Digital Video Broadcasting. Organismo europeo que tiene como socios a empresas de la industria, programadores, difusores y otros miembros del sector audiovisual. Su objetivo es crear y unificar los estándares relacionados con la Televisión Digital en Europa (expandiéndose al resto del mundo).

DVB S: Especificaciones técnicas aprobadas por el DVB para la emisión de televisión digital por satélite.

DVB S2: Es el estándar de segunda generación de transmisión de televisión digital por satélite desarrollado por el estándar DVB.

DVB C: Especificaciones técnicas aprobadas por el DVB para la emisión de televisión digital por cable.

DVB C2: Es el estándar de segunda generación de transmisión de televisión digital por cable desarrollado por el estándar DVB.

Eb/No: Relación energía por bit / densidad espectral de potencia de ruido. Es un parámetro importante en comunicaciones digitales y transmisión de datos.

FEC: Forward Error Correction. Corrección de errores hacia adelante.

FIFO: First In First Out. Primero en Entrar, Primero en Salir.

FR: Factor de roll off.

FSS: Fixed Satellite System. Banda de frecuencias destinada al servicio fijo por satélite.

GEO: Órbita Geoestacionaria Ecuatorial.

IRD: Integrated receiver decoder. Receptor decodificador integrado.

ITU: International Telecommunication Union. Unión Internacional de Telecomunicaciones.

LDPC: Códigos de Chequeo de Paridad de baja densidad.

LNB: Amplificador de bajo ruido.

LSB: Least Significant Bit. Bit menos significativo.

MER: Tasa de error de modulación.

MPEG: Grupo de expertos de imagen en movimiento. Algoritmo de compresión de video digital.

MPEG-4: Norma de la Organización internacional de estándares (ISO) que abarca muchos aspectos de la presentación multimedia incluida la compresión, la creación y el suministro. MPEG-4 proporciona un mayor ancho de banda de hasta 64 Kbps. El formato de archivo MPEG-4 contiene vídeo codificado con MPEG-4 y audio codificado con Advanced Audio Coding (AAC). Suele utilizar la extensión .mp4.

MSB: Most Significant Bit. Bit más significativo.

NID: Identificador de la red. Valor que identifica la red que está transmitiendo el Transport Stream, siendo este valor único y específico para cada país determinado.

NSS806: Intelsat 806. Satélite artificial.

PRBS: Pseudo Random Binary Sequence.

QAM: Modulación de Amplitud en Cuadratura.

QEF: Quasi Error Free. Significa menos de un error sin corregir por hora de transmisión correspondiendo a un Bit Error Ratio (BER)= 10^{-10} a 10^{-11} en la entrada del demultiplexor MPEG-2.

QPSK: Quaternary Phase Shift Keying.

SD: Standard Definition. Definición Estándar de TV digital.

S/R: Symbol to Rate. Tasa de símbolos.

VOD: Video on Demand. Video Bajo Demanda.

9. Índice de figuras

Figura 1: Etapas de adaptación y transmisión de señal de entrada en DVB S.

Figura 2: Proceso de aleatorización de la señal de entrada.

Figura 3: Paquete de transporte MPEG-2 de 188 bytes.

Figura 4: Paquete de transporte aleatorizado.

Figura 5: Paquete de error protegido.

Figura 6: Entrelazado a los paquetes de errores protegidos.

Figura 7: Trama entrelazada.

Figura 8: Constelación QPSK.

Figura 9: Antena de foco central.

Figura 10: Antena offset.

Figura 11: Dirección de los campos eléctricos. Flechas azules, componentes del campo eléctrico en el plano horizontal. Flechas rojas, componentes del campo eléctrico en el plano horizontal.

Figura 12: Dirección de los campos eléctricos. Flechas azules, componentes del campo eléctrico en el plano vertical. Flechas rojas, componentes del campo eléctrico en el plano vertical.

Figura 13: Dirección de los campos eléctricos. Flechas azules, componentes del campo eléctrico en el plano horizontal. Flechas rojas, componentes del campo eléctrico en el plano vertical.

Figura 14: Dirección de los campos eléctricos. Flechas azules, componentes del campo eléctrico en el plano vertical. Flechas rojas, componentes del campo eléctrico en el plano horizontal.

Figura 15: Dirección de los campos eléctricos. Flecha azul, subida LHCP. Flecha roja, bajada RHCP.

Figura 16: Dirección de los campos eléctricos. Flecha azul, subida RHCP. Flecha roja, bajada LHCP.

Figura 17: Características del satélite Intelsat 21. Transmisiones del satélite. Canales por el tipo de transmisión.

Figura 18: Sistema de transmisión analógico en el Headend.

Figura 19: Diagrama del proceso DVB C.

Figura 20: Mapeo exacto de bytes a símbolos para 64 QAM.

Figura 21: Ejemplo de implementación de conversión de byte a símbolo.

Figura 22: Diagramas del sistema de constelación para 16-QAM, 32-QAM y 64-QAM.

Figura 23: Diagramas de constelación para 128-QAM y 256-QAM.

Figura 24: Sistema de transmisión digital en el Headend.

Figura 25: Sistema de transmisión digital ATSC en el Headend.

Figura 26: Diagrama de mediciones sobre receptores satelitales.

Figura 27: Receptor satelital Modelo Cisco D9854.

Figura 28: Receptor satelital Modelo Cisco D9858.

Figura 29: Diagrama de acceso a Setup mediante el teclado del receptor satelital.

Figura 30: Diagrama de acceso a TS Input mediante el teclado del receptor satelital.

Figura 31: Diagrama de acceso a Input mediante el teclado del receptor satelital.

Figura 32: Diagrama de acceso a RF1, los parámetros a configurar y los más importantes que se tomarán en este trabajo son la frecuencia, FEC y Symbol Rate.

Figura 33: Configuración de Modulación y Factor de roll off.

Figura 34: Configuración de NID.

Figura 35: Configuración de activación LNB.

Figura 36: Acceso a Status de Main Menu.

Figura 37: Acceso a TS Input.

Figura 38: Acceso a lectura de parámetros de RF1, tales como nivel de recepción (Level) y tasa de recepción (Rate).

Figura 39: Acceso a lectura de Symbol Rate, FEC y Sistema de Modulación,

Figura 40: Acceso a lectura de parámetros de RF1, tales como frecuencia de bajada satelital y banda L.

Figura 41: Acceso a lectura de parámetros de RF1, tales como Carrier to Noise y Carrier to Noise Margin.

Figura 42: Diagrama de medición con el analizador de trama.

Figura 43: Medidor DSAM JDSU.

Figura 44: Diagrama de medición de test point en cabecera para sistema analógico y sistema digital.

Figura 45: Acceso a Autotest en el medidor JDSU DSAM.

Figura 46: Acceso a Channel Plan y el Limit Plan correspondiente a los sistemas analógico y digital.

Figura 47: Medición automática.

Figura 48: Guardar la medición automática.

Figura 49: Acceso a Ethernet Synchronize.

Figura 50: DSAM sincronizando con el servidor.

Figura 51: Acceso al navegador web donde se cargaron las mediciones automáticas.

Figura 52: Acceso al sector donde se visualiza las mediciones automáticas.

Figura 53: Muestra listado de mediciones automáticas.

Figura 54: Diagrama de bloques funcional del sistema DVB-S2.

Figura 55: Formato de datos antes del entrelazado ($nldpc = 64\ 800$ bits para una trama normal FECFRAME, $nldpc = 16\ 200$ bits para trama corta FECFRAME)

Figura 56: Mapeo de bits en constelación QPSK.

Figura 57: Mapeo de bits en constelación 8PSK.

Figura 58: Mapeo de bits en la constelación 16APSK.

Figura 59: Mapeo de bits en la constelación 32APSK.

Figura 60: Estructura del Menú Status en el receptor satelital D9854 y D9858.

Figura 61: Gráfico de Eficiencia espectral vs Portadora a ruido. Rombos verdes correspondientes a DVB S2 y rombos rojos correspondientes a DVB S.

Figura 62: Gráfico de Cantidad de señales vs Frecuencia. Rombos azules correspondientes a DVB S y rombos naranjas correspondientes a sistema analógico.

Figura 63: Gráfico de Cantidad de señales vs Frecuencia. Rombos verdes correspondientes a DVB S2, rombos azules correspondientes a DVB S y rombos naranjas correspondientes a sistema analógico.

Figura 64: Gráfico de Eficiencia espectral vs Relación señal a ruido. Distintos esquemas de modulación QAM para DVB C y DVB C2.

10. Índice de tablas

Tabla 1: Sistema delimitado por interfaces.

Tabla 2: Mapeo para diferentes tasas de código.

Tabla 3: Requerimiento de Eb/No para QEF para distintas tasa de código.

Tabla 4: Parámetros de sintonización y cantidad de señales correspondientes al satélite Intelsat 21.

Tabla 5: Parámetros de sintonización y cantidad de señales correspondientes al satélite SES 6.

Tabla 6: Tabla del espectro de transmisión en el Headend del sistema analógico con columnas de número de canal en grilla, frecuencia central y la señal.

Tabla 7: Tabla de conversión de puntos de la constelación del cuadrante 1 a los otros cuadrantes.

Tabla 8: Ejemplos de tasa de bits R_u para diferentes anchos de banda de redes de cable.

Tabla 9: Muestra de planilla de medición diaria de niveles de video y audio correspondientes al sistema analógico del Headend.

Tabla 10: Muestra de planilla de medición diaria de niveles de potencia y tasa de error de modulaciones correspondientes al sistema digital del Headend.

Tabla 11: Configuraciones del sistema DVB-S2 con las distintas áreas de aplicación.

Tabla 12: Parámetros de codificación FEC para $nldpc=64800$ bits.

Tabla 13: Estructura del entrelazador.

Tabla 14: Relación de radios con distintas tasas de código para 16APSK.

Tabla 15: Relación de radios con distintas tasas de código para 32APSK.

Tabla 16: Receptores de distintos modelos de CISCO que sintonizan las señales.

Tabla 17: Planilla de mediciones de recepción en el Headend para los sistemas DVB S y DVB S2.

Tabla 18: Tabla del espectro de transmisión en el Headend del sistema analógico con columnas de número de canal en grilla, frecuencia central y la señal.

Tabla 19: Tabla del espectro de transmisión en el Headend del sistema digital con sintonización de señales DVB S con columnas de número de canal en grilla, VCH (canal virtual o canal digital), frecuencia central y la señal.

Tabla 20: Tabla del espectro de transmisión en el Headend del sistema digital con sintonización de señales DVB S2 con columnas de número de canal en grilla, VCH (canal virtual o canal digital), frecuencia central y la señal.

Tabla 21: Planilla de mediciones usada en el Headend para los sistemas de transmisión analógico y digital.

Tabla 22: Comparación de características entre DVB C y DVB C2.