

CARGA ÚTIL SATELITAL EN BANDA KA PARTIENDO DE UN REQUERIMIENTO DE ANCHO DE BANDA

Francisco Varela ^{1*} y Ubieda, Aníbal ²

¹ Departamento de Comunicaciones. Escuela de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela

² Gerencia de Operación y Mantenimiento DIGITEL. Email: anibalubieda@gmail.com.

*franmuzzti@gmail.com

RESUMEN

En este artículo se muestra un análisis comparativo de carga útil satelital operando en Banda ka para Venezuela a fines de plantear un dimensionamiento preliminar enfocado en cobertura de haces y distribución de ancho de banda analógico en el territorio nacional. Partiendo de un valor de referencia de requerimiento de ancho de banda se estima el número de transpondedores que conformarían la carga útil del satélite y la distribución a nivel nacional proyectados para el uso de servicio satelital en banda Ka.

Palabras Clave: Banda Ka, Carga útil del Satélite, Cobertura satelital, Comunicación satelital.

ABSTRACT

This article shows a comparative analysis of satellite payload operating in ka Band for Venezuela. In order to propose a dimensioning preliminary with beam coverage according with the distribution of analogue bandwidth in the national territory. Starting from a reference value of bandwidth requirement, the number of transponders for the use of satellite Ka-band fixed-satellite service is estimated.

Keywords: Ka Band, Satellite Payload, Satellite Footprint, Satellite Communication.

INTRODUCCIÓN

El rápido desarrollo de los satélites de telecomunicaciones ha traído la congestión de las bandas de frecuencias por debajo de 20GHz., lo que ha conllevado a la utilización de la banda Ka (20/30GHz), que permite un mejor aprovechamiento del ancho de banda y ofrecer a los usuarios un nivel más alto en los servicios requeridos. En comunicaciones satelitales, la banda Ka es el futuro para el uso de aplicaciones de banda ancha ya que permite brindar una calidad de servicio con mayor velocidad de transferencia de información para las aplicaciones requeridas por los usuarios finales. [1]

Los enlaces satelitales han migrado a la banda Ka debido a las demandas que hay en el mercado, tanto por la capacidad que requieren los usuarios como por el costo que nos proporciona esta tecnología. [1].

En términos generales las comunicaciones satelitales son de retransmisión de radio los cuales usan un grupo de transpondedor, cada uno con un ancho de banda de decenas de mega Hertz enfocados

en un área de gran cobertura. La mayoría de los transpondedores utilizados operan de manera transparente: solo hacen un cambio de la frecuencia del enlace ascendente a la frecuencia del enlace descendente.

Actualmente, una gran cantidad de los nuevos satélites comerciales utilizan múltiples haces estrechos en su área de cobertura en lugar de un amplio haz como tradicionalmente lo hacen los satélites regenerativos o transparentes. El área de cobertura del satélite está dividida en celdas, cada una servida por un haz individual.

El caso de la técnica de multi haces representa un ejemplo de satélites con procesamiento a bordo que actualmente se desarrolla en este sector, donde la dimensión de la cobertura de estos haces están asociados a regiones con específicas demanda y en consecuencia su configuración se orienta a la proporción de requerimientos que pudieran estar cambiando con el tiempo. La implementación de este tipo de sistema satelital permite un esquema de reutilización de frecuencia equivalente al que se hacen en la telefonía móvil celular.

Además del satélite, en el caso de las aplicaciones de banda ka con este medio de comunicación, otro elemento importante en la conformación de la red de telecomunicación es el “Gateway”, una pieza encargada de abastecer de servicio de internet o difusión de la información en toda la cobertura incluida por el satélite. La cantidad de estos dispositivos va a depender de la cantidad de arreglo de haces, para controlar la red, procesar y configurar las solicitudes de tráfico.

El terminal de usuario lo conforma una estación remota, compuesto por una unidad interna, que es el modem y una unidad externa, conformada por la antena y los equipos de transmisión/recepción. La ventaja de operar en la banda Ka con respecto a bandas inferiores, es la disminución del tamaño de antena debido al margen de ganancia que se logra.

Este trabajo presenta una alternativa de configuración de una carga útil para satélites en banda ka que ofrezcan cobertura en Venezuela. Para el diseño se parte de asumir un valor referencial de ancho de banda inicial como requerimiento para ser distribuido en todo el territorio nacional, con la finalidad de asociar estos requerimientos de servicios de telecomunicaciones con la tendencia de diseño de carga útil satelital mencionada.

METODOLOGÍA

Un proyecto satelital debe comenzar con el estudio de las necesidades o requerimientos de parte de los potenciales usuarios del sector. En este trabajo partimos de un valor referencial basado en un diagnóstico de proyección de registros estadísticos realizado en el trabajo de Grado de la escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central de Venezuela en el año 2017 [1] el cual establece que hasta el 2030 se pudiera tener una necesidad de ancho de banda alrededor de 8.432,478 MHz para ser cubiertas por servicio satelital fijo enfocada a usuarios con requerimientos de internet. Partiendo de esta cifra el número de transpondedores de la carga útil, asumiendo un ancho de banda de 500 MHz para cada uno de ellos se obtendría como requerimiento de diseño para el satélite un total de 17 transpondedores, cada uno asociado con una capacidad de soportar hasta 1,401 Gbps. El diseño que se propone está conceptualizado para cubrir todo el territorio venezolano, en este sentido se analizó el diámetro de los haces puntuales y se tomó en consideración el área del territorio venezolano de 916.445 Km² aproximadamente, por lo que se tiene que el área de cada uno de los haces será aproximadamente: $\frac{916.445 \text{ Km}^2}{17 \text{ Beams}} = 53.909 \text{ Km}^2/\text{beam}$.

Considerando el área de un hexágono el radio resultantes es:Radio con la ecuación 33, el cual se basa en el área de un hexágono:

$$R = \sqrt{\frac{2 \cdot A_{Hexagono}}{3\sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{2 (53.909)}{3\sqrt{3}}} = 144,05 \text{ Km} \quad (1)$$

La técnica de reutilización de frecuencia mediante haces, al estar agrupados se solapan por consiguiente se realiza una aproximación basándose en hexágonos como células, como se muestra en la siguiente figura:.

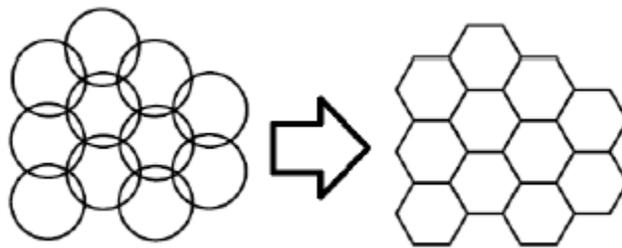
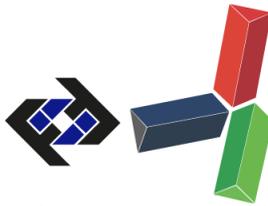


Figura 1. Representación de los Haces puntuales para cubrir el área.

Con estos cálculos iniciales, se ha desarrollado una propuesta de arreglo de haces en el territorio venezolano, sin embargo para poder establecer una determinada configuración se debe generar un plan de frecuencia con su respectivo esquema de reúso y asignación de Gateway asociados a cada grupo de haces representados por colores.

Se puede observar que para configurar una propuesta exacta se requiere del análisis y discusión de elementos tales como el número de Gateway posibles y distribución a lo largo del territorio, así como las limitaciones en términos de peso y compatibilidad del número de reflectores y bocinas (arreglo de antenas) posibles a instalar en la estructura del satélite a diseñar para cumplir con el patrón de reúso. En este trabajo se muestra un ejemplo considerando tres Gateway ubicados en tres regiones del país, cada uno con la función de controlar a un grupo de haces con su respectivo espectro de frecuencias asociado tal como se muestra en la figura 3.



JIF2018
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

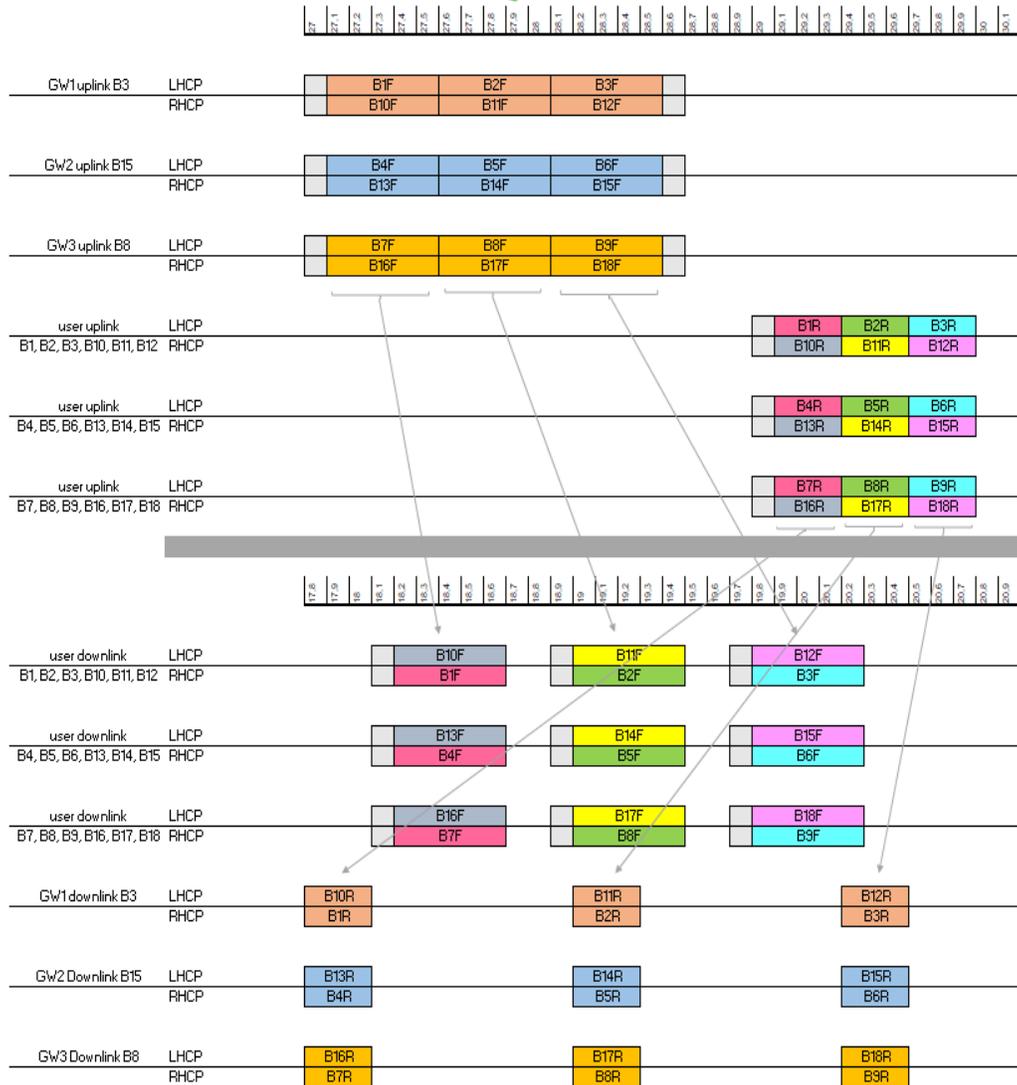


Figura 2. Plan de Frecuencia propuesto

SECRETARÍA DE LAS JORNADAS.

Coordinación de Investigación .Edif. Física Aplicada. Piso 2. Facultad de Ingeniería.
 Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria de Caracas. 1053
 Telf.: +58 212-605 1644 | <http://www.ing.ucv.ve>

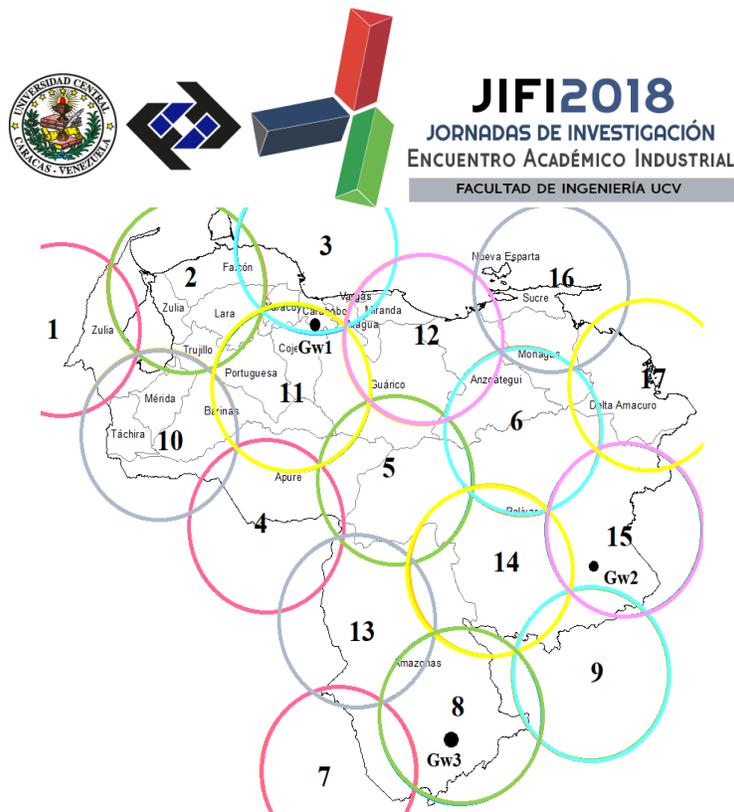


Figura 3. Ejemplo de proyección de 17 spot beams en el territorio venezolano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En un satélite de comunicaciones la configuración de su carga útil incluye elementos como multiplexores de entrada, multiplexores de salida, convertidores ascendentes descendentes, amplificadores de bajo ruido, amplificadores de alta potencia entre otros. Sin embargo, en este trabajo nos limitamos exclusivamente a la conceptualización del arreglo de antenas para lograr la cobertura con el número de haces estipulado que cumpla con lo que inicialmente se ha proyectado en el territorio venezolano como se muestra en la figura 3 y ajustado al plan de reuso de frecuencias mostrado en la figura 2. En este orden de ideas y tomando en cuenta que existen tres arreglos con el patrón de reuso de frecuencias conformado por agrupaciones de 8 haces, cada uno a su vez considera el reuso a través de distinta polarización en este caso circular derecha e izquierda como indica la figura 4 (LHCP y RHCP). En consecuencia se valida que con tres reflectores de antenas se pueden conformar los haces como se agrupan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Reflectores y haces asociados en el patrón de cobertura de la carga útil.

Reflectores	Haces que lo conforman
1	1, 2, 3, 10, 11, 12
2	4, 5, 6, 13, 14, 15
3	7, 8, 9, 16, 17, 18

El satélite deberá contar con reflectores con forma de paraboloide, cada uno con el número de bocinas que generen el patrón de radiación en el espectro de frecuencia establecido y en el área de cobertura indicada (con los valores de PIRE en esa región que garanticen el servicio). El siguiente diagrama de bloques muestra un esquema general de la configuración propuesta a nivel de

recepción y transmisión de la información en el satélite.

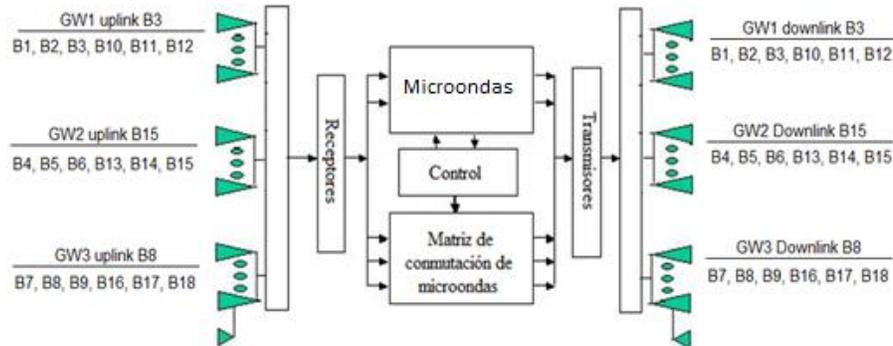


Figura 4. Distribución de la carga útil de 17 spot beams en el territorio venezolano

En el diagrama anterior se cumple con el requerimiento del flujo de tráfico de las telecomunicaciones de los haces de cobertura visto en el plan de frecuencia. Sin embargo, se puede observar que a nivel de diseño se deben considerar premisas para después ser validadas tales como: Los tres reflectores asociados con las bocinas para conformar los haces de cobertura deben diseñarse a nivel de transmisión y recepción. En caso contrario se debe considerar un total de seis reflectores.

Los diagramas de radiación deben mantenerse en un gran rango de frecuencias si se considera que se cumple con tres reflectores, tomando en cuenta que las bandas de transmisión recepción para servicio fijo de satélite está considerada a nivel de regulación y coordinación para operar en 30/20 GHz, tal como se observa en el plan de reuso de frecuencia.

La discriminación por polarización cruzada en el diseño de las antenas proyectadas al área de cobertura en la tierra debe ser alta y cumplir con las exigencias a fin de asegurar el reuso de frecuencia por polarización como se propone en la figura 3.

El enlace del Gateway debe ser diseñado considerando el haz que coincide con su ubicación geográfica y debe filtrarse su espectro de frecuencia a nivel del multiplexor de entrada (IMUX). Aunque en este trabajo no se han considerado estos equipos de microondas que conforman la carga útil, esta premisa es importante al momento del diseño del patrón de radiación de la antena en el rango de frecuencia de operación para incluir la operatividad del Gateway como elemento importante en la organización del tráfico en este tipo de sistemas.

La redundancia a nivel de equipos de microondas y el uso de los conmutadores debe configurarse en función de los niveles de confiabilidad exigidos en el diseño de la carga útil.

CONCLUSIONES

Los resultados del dimensionamiento parten de un análisis a nivel nacional de los suscriptores en Venezuela, por lo que la relación entre la concentración de poblaciones y la cobertura de haces

muestra que hay algunas áreas con sobredimensionamiento por considerarse uniforme el requerimiento.

Para llegar a un diseño preliminar en este tipo de proyectos es realizar un estudio basado en beneficio/costo a fin de evaluar las consideraciones de tamaño, peso y redundancia del satélite y los elementos que conforman el sistema en banda Ka.

La ubicación de los Gateway depende de los puntos de concentración de grandes redes terrestres que permitan la conmutación e intercambio de datos a través de este sistema por lo que el esquema de reúso debe considerar este aspecto.

El trabajo es una propuesta conceptual que debe ser sustentada validando todas las premisas que muestra el diagrama de solución referencial presentado en el artículo.

REFERENCIAS

- [1] Ubieda, A. (2017) Trabajo Especial de Grado: Dimensionamiento de una carga útil satelital en banda ka basada en demandas de usuarios. Universidad Central de Venezuela.
- [2] Gomez, F. (2012) Load Balancing in Multi-Beam. Porto.
- [3] Singarajah, K. (2002) Overview of Ka-band satellite system developments & key regulatory Issues. Avanti Communications Group plc
- [4] Castejón, L. (2016) Conectividad de banda ancha mediante satélites de nueva generación y su contribución al desarrollo digital de América Latina. Uruguay: Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina
- [5] Martínez, R. y Calvo, M. (2008) Sistemas de Comunicaciones por satélite. Universidad Politécnica de Madrid
- [6] Alberto M. and Ulrich R (2004) DVB-S2, the second generation standard for satellite broadcasting and unicasting, Int. Journal of Satellite Communications and Networking p 249–268