

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



**NOMBRE DEL SUB-EVENTO**

**XVIII Simposio internacional de Ingeniería Eléctrica “SIE 2019”.**

*Título*

*Radios de banda milimétrica para acceso a la última milla y backhaul LTE*

*Title*

*Radios Millimeter band links for access to the last mile and LTE backhaul*

**Autor: Abdel Izaguirre Calvo. ETECSA. Cuba. [Abdel.Izaguirre@etecsa.cu](mailto:Abdel.Izaguirre@etecsa.cu)**

**Resumen:**

Con el uso de datos en el móvil se abre una gran gama de servicio como la navegación en internet, juego en línea, video streaming, IPTV, tienda virtual, entre muchos otros. Estos servicios van a demandar un gran ancho de banda. Para lograr un despliegue rápido de redes LTE que garanticen dichos servicios es necesario buscar una solución basada en Radio Enlace.

Con el objetivo de encontrar una tecnología que permita resolver esos anchos de banda decidimos realizar un estudio de la banda E como medio de transporte que nos permita su uso en las redes de telecomunicaciones de ETECSA, así como su planificación y diseño.

Para la investigación realizamos la metodología de búsqueda bibliográfica en internet, del estado del arte y usos actuales de los radios enlaces en la Banda E.

Se llegó a la conclusión que el uso de la banda E y la Súper dual band puede ser una solución factible.

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



**Abstract:**

*With the use of data in the mobile a wide range of services is opened such as Internet browsing, online gaming, video streaming, IPTV, virtual store, among many others. These services are going to demand a big bandwidth. To achieve a rapid deployment of LTE networks that guarantee these services, it is necessary to look for a solution based on Radio Enlace.*

*In order to find a technology that allows us to solve these bandwidths, we decided to carry out a study of the E band as a means of transport that allows us to use it in ETECSA's telecommunications networks, as well as its planning and design.*

*For the research, we carried out the bibliographic search methodology on the internet, the state of the art and current uses of the radio links in the E-Band.*

*It was concluded that the use of the E band and the Super dual band can be a feasible solution.*

**Palabras Clave:** Móvil; Inalámbrica; Transporte; Red; LTE, Banda E

**Keywords:** Mobile; Wireless; Transport; Net; LTE, E band

## **1. Introducción**

El aumento de los servicios y del tráfico en redes de acceso LTE hace necesario buscar una solución que permita la satisfacer las necesidades.

Aunque la fibra óptica se muestra como una solución que garantiza una alta disponibilidad y seguridad; es una inversión costosa y de lenta expansión.

Por dichas razones se hace necesario lograr soluciones vía radio enlace que cumpla con las nuevas necesidades de la red de acceso.

Este trabajo centra su atención en la banda E o banda milimétrica y toda su potencialidad para el transporte tanto para radio base como para el backhaul de las redes de acceso LTE.

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



Para ello consultamos los sitios y la bibliografía digital de los sitios de telecomunicaciones.

## **2. Metodología**

El tipo de investigación seleccionado fue el Revisión Bibliográfica. El método de investigación bibliográfica es el conjunto de técnicas y estrategias que se emplean para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contienen la información pertinente para la investigación.

Realizaremos una investigación bibliográfica inmediata y compleja debido a la necesidad de información específicas que requieren la consulta de dos o más obras de referencia (obras que remiten a otras obras) para obtener la respuesta.

Luego de elegido el tema realizamos una primera aproximación para conocerlo más a fondo. De este primer examen se determinó, en primera instancia, la continuidad o no de los trabajos de investigación.

Las primeras búsquedas, una vez establecido el campo general del tema de estudio, fue ampliar los conocimientos sobre él.

Esto se consiguió analizando la situación actual de la red de telecomunicaciones y acceder a los planes de expansión de los servicios de datos y el futuro despliegue de redes LTE.

Se establecieron las primeras líneas de investigación bibliográfica. Una vez conocido el campo del estudio y definidos sus límites de forma más aproximada, estábamos en condiciones de establecer el campo de búsqueda de información bibliográfica: de qué se partirá, dónde se puede encontrar.

Esta etapa comenzó por establecer las fuentes de información y cuáles serán los primeros instrumentos de búsqueda. (Sitios especializados en telecomunicaciones como IEEE, sitios de proveedores, estudios de enlaces en otros países, etc)

El paso inmediato fue la revisión de la literatura. La revisión de la literatura consiste, fundamentalmente en acceder, de la manera más directa posible, a toda aquella información disponible acerca del objeto de nuestro estudio. La revisión de la literatura tiene dos objetivos:

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

Recopilar toda la información posible acerca del objeto de la investigación con el fin de poder establecer una sólida base de trabajo.

Conocer hasta dónde han llegado los trabajos de otras áreas de la empresa con el fin de evitar duplicidades.

Una vez llegado a este punto se poseía ya una considerable información sobre el tema y sus necesidades. A partir de este momento, la búsqueda bibliográfica se especializó y nos dedicamos a encontrar la documentación exhaustiva sobre el particular y sobre aspectos concretos del tema de estudios.

### **3. Resultados y discusión**

Los sistemas de microondas de banda común proporcionan una transmisión altamente confiable de hasta 100 km, Pero sus recursos de espectro son insuficientes y su ancho de banda de transmisión es limitado ( $<1$  G bit / s), lo que hace que la capacidad de expansión cada vez más difícil. La figura 1 muestra la capacidad de un enlace de banda común según su ancho de canal y con modulación de 2048 QAM.

La comunicación en frecuencias de ondas milimétricas representa el desarrollo más reciente que ha cambiado el juego para sistemas inalámbricos, proporcionando un aumento significativo en el ancho de banda para las nuevas capacidades demandadas

El espectro de ondas milimétricas a 30–300 GHz es de Interés creciente para los proveedores de servicios y diseñadores de sistemas debido a los anchos de banda disponibles para transportar comunicaciones en este rango de frecuencia. La Tabla 1 muestra la distribución de bandas de frecuencia

Los anchos de banda anchos son valiosos para soportar aplicaciones como la transmisión de datos a alta velocidad y la distribución de video.

La banda E de onda milimétrica (onda mm) a 60–90 GHz Se asignan en todo el mundo para enlaces de punto a punto de capacidad ultra alta. Los 10 GHz disponibles de espectro pueden habilitar varias velocidades de datos de gigabit por segundo (Gbps), que son necesario para el acceso de última milla y backhaul de redes móviles. La figura 2 muestra la capacidad del enlace en banda E según su ancho de canal y con modulación 64 QAM.

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

La motivación principal para usar la radio de ondas mm es el rápido despliegue, la instalación flexible y la reducción significativa de costos en comparación a la instalación de fibra óptica.

En los sistemas de microondas, la pérdida de transmisión se contabiliza principalmente por la pérdida de espacio libre. Sin embargo, en las bandas de ondas milimétricas otros factores de pérdida adicionales pueden ser las pérdidas gaseosas y la lluvia.

Los enlaces en bandas de frecuencia más bajas pueden propagarse por muchas millas y penetrar más fácilmente a través de edificios, las señales de ondas milimétricas pueden viajar solo unas pocas millas y no penetran muy bien los materiales sólidos

La propagación de microondas y ondas milimétricas a baja latitud es un tema de interés los ingenieros de comunicación Debido a la alta precipitación, humedad y temperatura en latitudes bajas y los severos efectos de propagación pueden ser visto a través de enlaces de radio.

De todos los efectos atmosféricos sobre ondas de microondas y milimétricas, la atenuación por lluvia es un problema serio. Cuando la señal viaja en microondas viaja a través de un medio lluvioso, la intensidad de la señal se debilita por la absorción y dispersión de su amplitud, además, las gotas de lluvia alteran la polarización de la señal transmitida dando como resultado Despolarización y efectos poco fiables en el receptor. La figura 3 muestra la atenuación por la lluvia según el área geográfica lluviosa.

Una solución confiable y de alta capacidad puede ser la combinación de ambas bandas de frecuencia. La figura 4 muestra la combinación de ambas frecuencias en un enlace de radio.

Super Dual Band ofrece una tecnología de agregación y combinación de bandas, con facilidades EPLA, AM, y La QoS permite la integración de microondas de banda común (6 a 42 GHz) y microondas de banda E (71 a 76 y 81 a 86 GHz) en una solución para admitir gran ancho de banda y Transmisión a larga distancia.

Con microondas de banda E, el rendimiento de la interfaz de aire alcanza de 5 Gbps a 10 gbps.

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



La capacidad de la banda común para resistir los medios de atenuación por lluvia en comparación con la disponibilidad en la banda E donde que se puede reducir a 99.9%, permitirá que la combinación logre una transmisión a una Distancia de hasta 10 km. Las tecnologías EPLA, AM y QoS garantizan el 99,999% de disponibilidad de los servicios básicos. La figura 5 muestra la relación de QoS y AM para garantizar la disponibilidad del enlace.

#### **4. Conclusiones**

Con el desarrollo de internet en el móvil se despliega una gran cantidad de servicios los cuales demandan un elevado ancho de banda. El uso de la banda E y la Súper dual band puede ser una solución factible desde el punto de vista técnico y económico para realizar un despliegue rápido de una red LTE que permita un mejor acceso a los servicios de internet en el móvil. La tabla no 2 se muestra una comparación de algunas características de diferentes sistemas de transmisión con respecto a dual band con el fin de evaluar su uso e implementación.

Se recomienda profundizar el estudio y las posibilidades de inserción en la red de los radios banda E así como soluciones dual band con el fin de facilitar un despliegue más rápido de redes móviles dirigidas al servicio de datos LTE.

Se recomienda solicitar al MINCOM se realicen las regulaciones y autorizaciones para el uso de la banda E y los anchos de canal ampliados.

Se recomienda hacer un estudio de los posibles servicios a ofrecer a los usuarios para determinar QoS de cada uno de los mismos.

#### **5. Referencias bibliográficas**

1. Congzheng Han, Shu Duan , Yongheng Bi , The Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, **Rain Rate Retrieval from Millimeter-wave Propagation Measurements in China**
2. *Folleto superdual band. Huawei*
4. [Http://nokia.com/en-int/network](http://nokia.com/en-int/network)
5. [Http://carrier.huawei.com/en/product](http://carrier.huawei.com/en/product)

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



7. *Michel and Bruno Pattan* Millimeter wave propagation: Spectrum Management Implications

## 6. Anexos

### Figuras

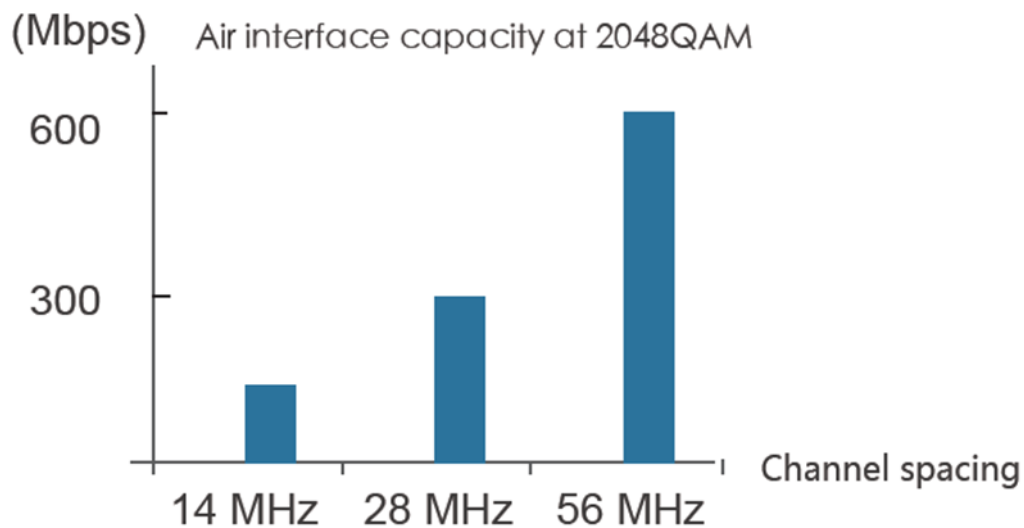


Figura 1 Capacidad de la interfaz aérea a 2048QAM de banda común

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

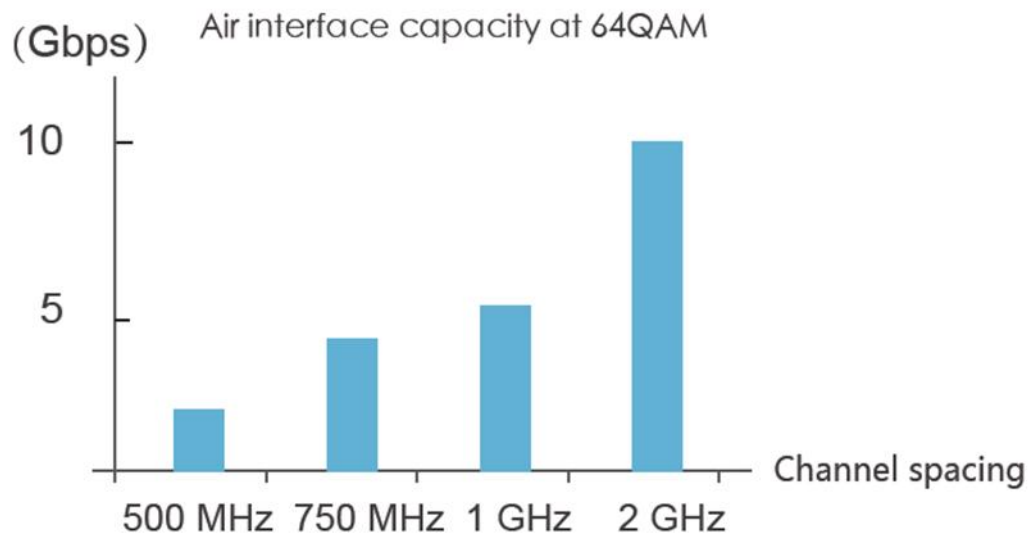


Figura 2 Capacidad de la interfaz aérea a 64 QAM de banda E

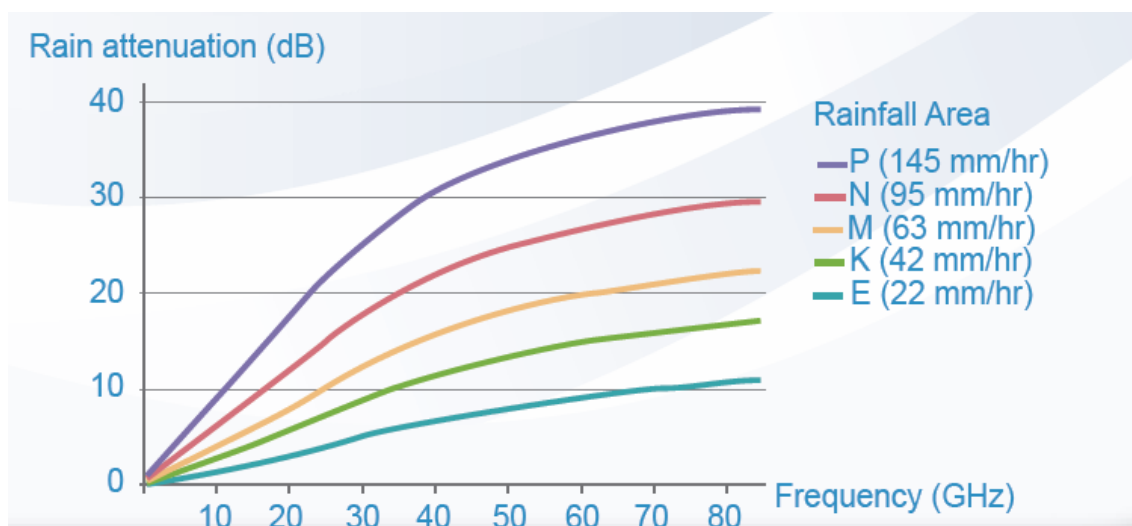


Figura 3 Desvanecimiento por efecto de la lluvia según zona lluviosa



PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

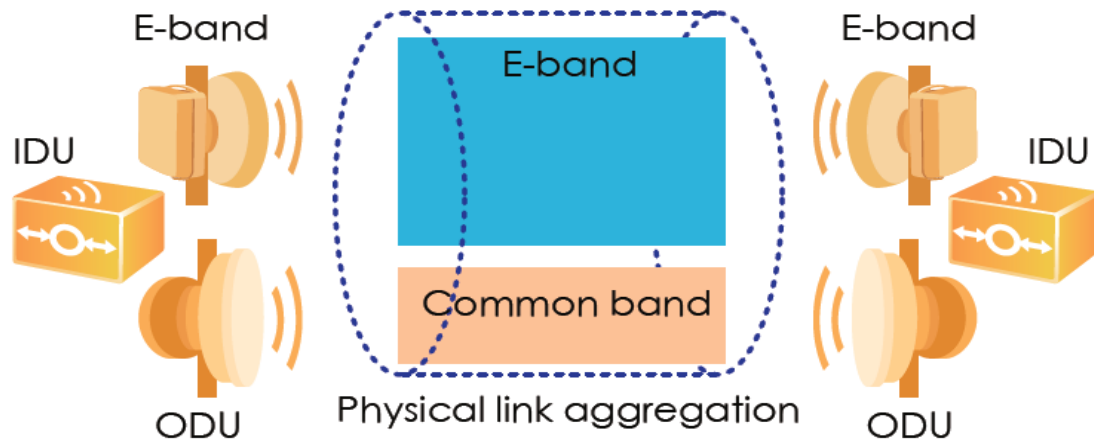


Figura 4 Estructura del canal de radio en solución súper dual band

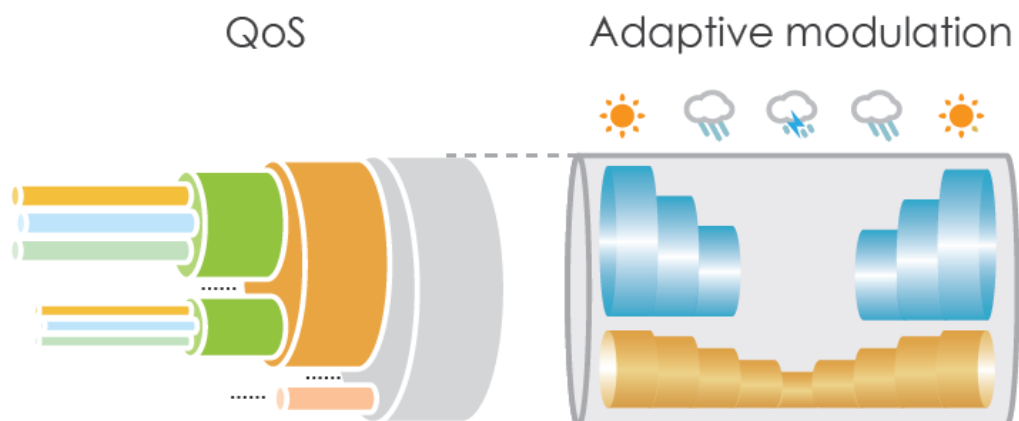


Figura 5 AM garantiza la flexibilidad del enlace mientras QoS garantiza los servicios priorizados.

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



**Tablas**

Banda designada	Frecuencia
Q3	3–50 GHz
U	40–60 GHz
V5	0–75 GHz
E	60–90 GHz
W7	5–110 GHz
F	90–170 GHz
D	110–170 GHz
G1	40–220 GH

La Tabla 1 muestra la distribución de bandas de frecuencia

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



Características	Súper dual band	Banda común	Banda E	Fibra Óptica
Distancia de Transmisión	Medio (de 3 a 10 KM)	Grande ( hasta 100 Km)	Corto (hasta 3 Km)	Largo (más de 100 Km)
Ancho de banda	Grande	Bajo	Medio	Grande
Costo de desarrollo	Medio	Bajo	Bajo	Alto
Periodo de Construcción	Corto	corto	Corto	Largo

La tabla no 2 comparación de diferentes sistemas de transmisión con respecto a dual band.