

Generación y Análisis de Señales LTE-Advanced

Rohde & Schwarz España

Artículo cedido por Alejandro Nieto, Departamento de Instrumentación de Rohde & Schwarz España, S.A.



La estandarización de LTE (Long Term Evolution) en el 3GPP (3rd Generation Partnership Project) ha llegado ya a un estado maduro, donde los cambios de la especificación están limitados a correcciones y solución de fallos. Los sistemas de comunicaciones móviles LTE se desplegarán en 2010 y adelante como una evolución natural de GSM (Global System for Mobile communications) y UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

La ITU (International Telecommunication Union) ha acuñado el término IMT-Advanced para identificar los sistemas móviles cuyas capacidades van más allá de aquellas especificadas en el IMT 2000 (International Mobile Telecommunications). Específicamente, el

requerimiento de velocidad binaria se ha incrementado aún más. Para soportar servicios y aplicaciones avanzadas se requiere obtener 100 Mbps para alta movilidad y 1 Gbps para baja movilidad. Durante 2009 el 3GPP ha estado trabajando para identificar mejoras en LTE para poder cumplir con los requerimientos de IMT-Advanced. En septiembre de 2009 el 3GPP mandó un documento oficial a la ITU proponiendo que LTE release 10 y superiores (LTE-Advanced) sea evaluado como candidato para IMT-Advanced. Aparte de conseguir cumplir con los requerimientos técnicos, una de las mayores razones para alinear LTE con IMT-Advanced es que los sistemas conformes con IMT serán candidatos para nuevas bandas del espectro en el futuro. Esto hace que las redes móviles

LTE desplegadas hoy en día tengan un camino de evolución de forma comercial por muchos años.

Requerimientos de LTE-Advanced

Basándose en los requerimientos de la ITU para IMT-Advanced, el 3GPP ha creado un informe técnico resumiendo los requerimientos de LTE-Advanced. Las funcionalidades clave de IMT-Advanced son las siguientes:

- Un alto grado de funcionamiento en todo el mundo, manteniendo la flexibilidad para soportar un amplio número de servicios y aplicaciones de una forma rentable;
- Compatibilidad con servicios IMT y red fija;

Amplia gama, amplio espectro – su socio en

Analizadores de Audio

Analizadores y conmutadores versátiles de audio que cubren las medidas de audio en una amplia variedad de interfaces analógicas y digitales.

Generadores de Señal

Tanto para banda Base como RF & microondas, CW o el estándar digital más avanzado, siempre tenemos la solución más apta para sus necesidades.

Analizadores de Señal y Espectro

Desde equipos portátiles hasta equipos avanzados de alto rendimiento, desde DC hasta 67 GHz, Rohde & Schwarz ofrece los analizadores más rápidos, precisos y versátiles del mercado y, además, preparados para el futuro.



Rohde & Schwarz España, S.A.
Calle Salcedo, 11
28034 Madrid
Tel. 91 334 10 70 - instrumentacion.spain@rohde-schwarz.com

- Capacidad de interconexión con otros sistemas de acceso radio;
 - Alta calidad de servicios móviles;
 - Equipamiento funcional para uso mundial;
 - Aplicaciones, servicios y equipamientos de fácil uso;
 - Capacidad de roaming mundial;
- y
- Altas capacidades binarias para soportar servicios y aplicaciones avanzadas (los objetivos concretos son 100 Mbps para alta movilidad y 1 Gbps para baja movilidad)

En los requerimientos de LTE-Advanced se detallan a continuación. En general, todos los requerimientos anteriores de IMT-Advanced se cumplen o exceden. Adicionalmente, todos los requerimientos LTE son igualmente aplicables a LTE-Advanced. Para cada categoría se han fijado unos requerimientos.

Tasa binaria de pico

El sistema debe tener una tasa binaria objetivo en descendente de 1 Gbps y una tasa binaria de pico en ascendente de 500 Mbps.

Latencia

Plano de control: el objetivo de tiempo de transición desde modo idl (con dirección IP asignada) a modo conectado debe ser menos de 50 ms, incluyendo el establecimiento del plano de usuario (excluyendo el retardo de transferencia del interfaz S1). El objetivo para la transición desde un estado dormido a un modo conectado (es decir, substrato de recepción (DRX) discontinuo en modo conectado) debe ser menos de 10 ms (excluyendo el retardo de DRX).

Plano de usuario: LTE-Advanced debe permitir una latencia reducida del plano de usuario comparado con LTE rel. 8.

Eficiencia espectral

LTE-Advanced tiene como objetivo soportar en el canal descendente (con una configuración de antena 8x8) una eficiencia espectral de pico de 30 bps/Hz y en ascendente (configuración de antena 4x4) una eficiencia espectral de pico de 15 bps/Hz. Adicionalmente se han fijado objetivos de eficiencia espectral media según la Tabla 1. La eficiencia espectral media se define como la agregación del throughput de

todos los usuarios (el número de bits recibidos correctamente en un periodo concreto de tiempo) normalizado por el ancho de banda de las celdas dividido por el número de celdas.

Throughput de usuario en el borde de la célula

LTE-Advanced debe permitir que el throughput de usuario en el borde de la célula sea el más alto posible. El throughput de usuario en el borde de la célula se define como el punto del 5% de la función acumulativa de densidad del throughput de usuario normalizado por el ancho de banda total de la célula. Los requerimientos para el rendimiento del borde de la célula se dan en la Tabla 2.

Movilidad

Los requerimientos de movilidad han sido reformulados respecto a los de LTE release 8. El sistema debe soportar movilidad a lo largo de la red celular para varias velocidades hasta 350 km/h (o hasta 500 Km/h dependiendo de la banda de frecuencia). En comparación con LTE release 8 el rendimiento del sistema debe ser mejorado de 0 a 10 Km/h.

T&M durante más de 75 años.

Analizadores de Redes

Desde equipos portátiles de dos puertos hasta soluciones avanzadas multipuerto hasta 325 GHz, nuestros analizadores de redes son de fácil manejo e incluyen funciones de medida únicas.



Medidores de Potencia

Equipos extremadamente rápidos, precisos y versátiles de la empresa pionera en sensores USB de potencia.

Soluciones de Medida EMC

Somos líderes en el mercado de medidas EMC – soluciones a la vanguardia, sistemas, receptores de medida, software y todos los accesorios necesarios.



Expertise for free!
Get our book "Fundamentals of Spectrum Analysis" at your local subsidiary while stock lasts!
www.rohde-schwarz.com/ad1pc


ROHDE & SCHWARZ

Tabla 1. Targets for average spectrum efficiency.

	Antenna configuration	Target [bps/Hz/cell]
Uplink	1x2 / 2x4	1.2 / 2.0
Downlink	2x2 / 4x2 / 4x4	2.4 / 2.6 / 3.7

Tabla 2. Targets for cell edge user throughput.

	Antenna configuration	Target [bps/Hz/cell/user]
Uplink	1x2 / 2x4	0.04 / 0.07
Downlink	2x2 / 4x2 / 4x4	0.07 / 0.09 / 0.12

Intra-band contiguous carrier aggregation	
FDD	UL/DL: 40 MHz in Band 3
TDD	UL/DL: 50 MHz in Band 40
Inter-band non-contiguous carrier aggregation	
Region 1 (Europe)	UL/DL: 40 MHz; 20 MHz CC (Band 7) and 20 MHz CC (Band 20)
	UL/DL: 40 MHz; 20 MHz CC (Band 3) and 20 MHz CC (Band 20)
	UL/DL: 40 MHz; 20 MHz CC (Band 7) and 20 MHz CC (Band 3)
Region 2 (US)	UL/DL: 20 MHz; 10 MHz CC (Band 5) and 10 MHz CC (Band 12)
	UL/DL: 10 MHz; 5 MHz CC (Band 17) and 5 MHz CC (Band 4)
Region 3 (Asia)	UL/DL: 20 MHz; 10 MHz CC (Band 1) and 10 MHz CC (Band 18/19)
	UL/DL: 40 MHz; 20 MHz CC (Band 38) and 20 MHz CC (Band 40)
Intra-band non-contiguous carrier aggregation	
FDD/TDD	None

Tabla 3. Carrier aggregation focus scenarios according to 3GPP.

Flexibilidad espectral

Las bandas de frecuencia identificadas aparte de las ya fijadas en LTE release 8 son las siguientes:

- Banda 450-470 MHz
- Banda 698-862 MHz
- Banda 790-862 MHz
- Banda 2,3-2,4 GHz
- Banda 3,4-4,2 GHz
- Banda 4,4-4,99 GHz

LTE-Advanced puede operar en espectros de diferentes tamaños, incluyendo espacios espectrales más grandes que aquellos definidos en LTE release 8. El principal objetivo para soluciones más anchas que 20 MHz debe ser en espectro consecutivo. Aún así, la agregación de espectro para LTE-Advanced debe tener en cuenta una complejidad de equipo de usuario (UE) razonable. Se debe soportar tanto FDD como TDD para bandas emparejadas y sin emparejar, respectivamente.

Figura 1. LTE-Advanced maximum bandwidth in contiguous deployment.

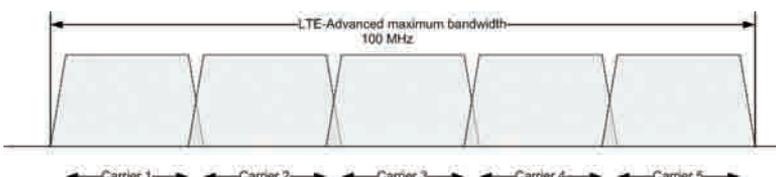
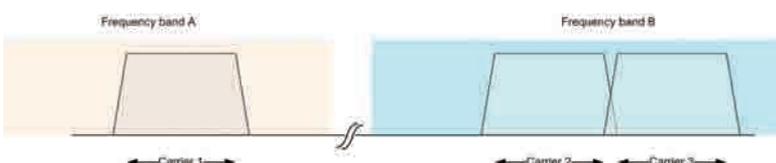


Figura 2. LTE-Advanced non contiguous spectrum deployment.



Componentes tecnológicos de LTE-Advanced

Agregación de ancho de banda

Una posibilidad inmediata para lograr altas tasas binarias requeridas es agregar múltiples portadoras LTE (ver Figura 1). Dos o más portadoras son agregadas para poder soportar anchos de banda de transmisión mayores, de hasta 100 MHz. Sin embargo, los primeros desarrollos LTE-Advanced (3GPP release 10) seguramente estén limitados a dos portadoras, es decir, el ancho de banda de DL/UL será de 40 MHz para FDD. Esto no limita que en se puedan especificar un mayor número de portadoras agregadas en 3GPP release 11 y/o superiores.

Para poder soportar terminales de LTE release 8 es necesario

que cada una de las portadoras se configure como una portadora LTE release 8. Sin embargo no todas las portadoras tienen que se necesariamente compatibles con LTE release 8. Se soportan portadoras adyacentes y no adyacentes (ver Figura 2), lo que permite una alta flexibilidad en el uso del espectro de acuerdo con las necesidades individuales del operador de red.

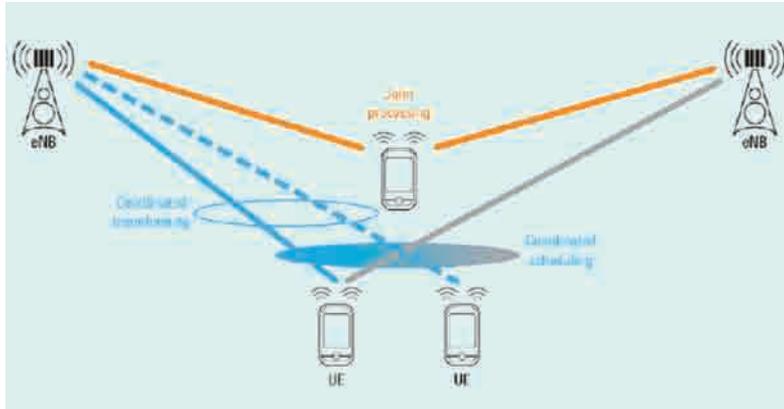
LTE release 8 permite una granularidad de frecuencia de 100 kHz, pudiendo ponerse el canal LTE dentro del ancho de banda asignado al operador. El espaciado entre subportadoras de 15 kHz junto con las portadoras agregadas contiguamente requiere un espaciado entre portadoras de 300 kHz para preservar la ortogonalidad en el esquema de transmisión de bajada. Cada portadora está limitada a un máximo de 110 resource blocks en el dominio de la frecuencia usando la numeración de LTE Release 8. Ciertamente las portadoras transmitidas por el mismo eNodeB necesitan proporcionar la misma cobertura de célula. Está pensado que se definirán diferentes categorías de terminales que soporten la transmisión y recepción de una o más portadoras.

Las diferentes regiones en el mundo tienen distintos desarrollos de frecuencia de tecnologías existentes. La agregación de bandas también se usa en redes WCDMA/HSPA. Consecuentemente hay una gran variedad de escenarios para evolucionar de las tecnologías existentes a LTE / LTE-Advanced. Naturalmente la agregación de bandas en LTE-Advanced empezará con un número limitado de frecuencias. Teniendo en cuenta los requerimientos globales el 3GPP ha identificado cuatro escenarios como se muestra en la Tabla 3.

Plano de usuario

En el caso de agregación de portadoras, tanto el packet data control protocol (PDCP) como el radio link control (RLC) se reusan de LTE release 8. A diferencia de LTE release 8 un UE puede multiplexar a varias portadoras, y habrá un bloque de transporte y un hybrid acknowledge request (HARQ) independiente por cada portadora.

Figura 5. Example of CoMP in a distributed network architecture.



misión simultánea de los datos de usuario a un único UE desde múltiples eNodosB, donde la selección dinámica de célula es transmitida desde un eNodoB único. Para CS o CB los datos se trans-

miten desde un único eNodoB, pero las decisiones de planificación o beamforming se toman con coordinación entre las células.

Los diferentes modos de CoMP se especifican en la tabla 4.

Retransmisores

LTE-Advanced extiende LTE release 8 con el soporte de retransmisión para mejorar la cobertura y la capacidad. En el caso de los retransmisores, los UE se comunican con el nodo retransmisor que a su vez se comunica con el eNodoB también llamado eNodoB ancla. El nodo retransmisor está conectado inalámbricamente con el eNodoB ancla a través del interfaz Un y el UE se conecta al nodo retransmisor a través del interfaz Uu. El eNodoB ancla puede a su vez comunicarse con otros nodos retransmisores o con UEs convencionales según las especificaciones de la release 8.

Tabla 4. Modes of operation in CoMP-transmission (downlink)

CoMP – transmission (downlink)		
Joint Processing		Coordinated Scheduling / Beamforming
Joint transmission	Dynamic cell selection	
Data available at each transmission point	Data available at each transmission point	Data available at serving cell only
Data transmitted simultaneously from multiple transmission points	Data transmitted from one transmission point at a time	Data transmitted from one transmission point but user scheduling / beamforming decisions are made with coordination among cells

Conclusión

Las diferentes características explicadas en este artículo proporcionan distintas ganancias y tienen ciertos impactos en la complejidad y coste del sistema. Por ejemplo, los esquemas de MIMO superiores (8x8) mejoran de forma significativa la tasa máxima de datos y la eficiencia espectral. Al mismo tiempo esta característica tiene un impacto significativo en la parte de red (por ejemplo, instalación de antenas) así como en la complejidad de los UEs (cadenas de transmisión y recepción adicionales). En comparación, la agregación de bandas no tiene impacto en la eficiencia espectral, comportamiento en el borde de célula, cobertura o coste de red. Pero la máxima tasa binaria se mejora dependiendo del número de bandas agregadas, con un impacto significativo en la complejidad del UE. Analizando las mejoras del canal de subida, tienen un impacto limitado en la complejidad del UE, con una mejora moderada en la eficiencia espectral y en el comportamiento del borde de la célula. Una evaluación del coste / beneficio de las características principales se muestran en la siguiente figura, según las especificaciones preliminares de LTE-Advanced.

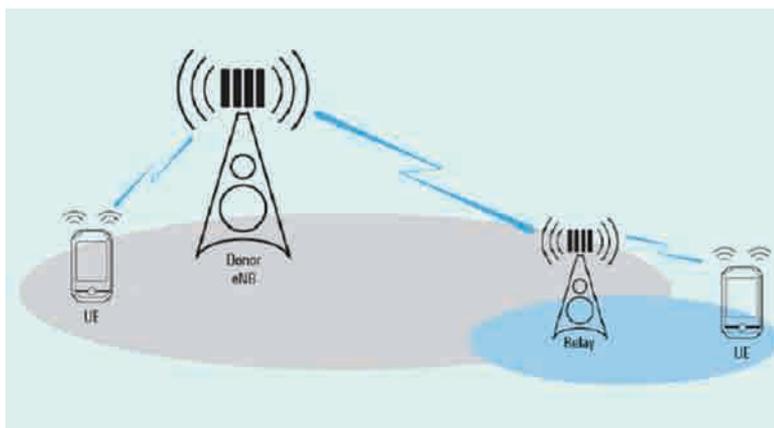


Figura 6. Relaying

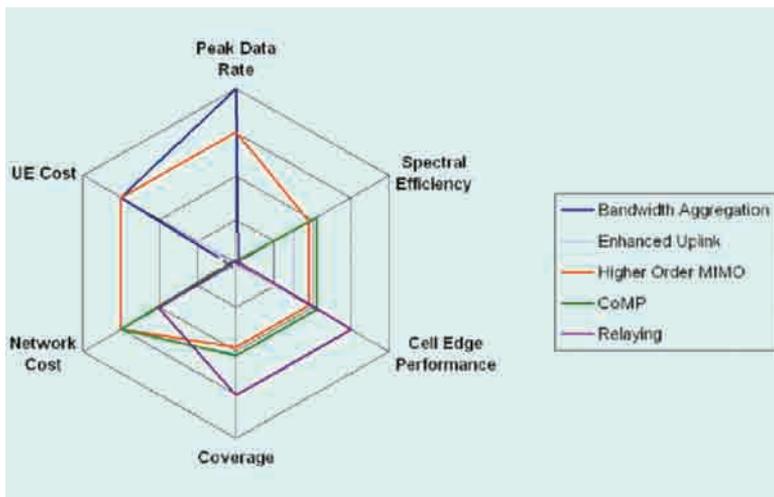


Figura 7. Cost/benefit evaluation of LTE-Advanced Features.