

Verificación del cumplimiento de la especificación 25.141 del 3GPP durante la instalación y aceptación de Nodos B de 3G para FFD UMTS

Jesús Bolumburu
Aeroflex Technologies,
www.aeroflex.com

El presente artículo presenta una visión general de los requisitos de prueba in-situ de los Nodos B de 3G para modo FDD UMTS. Específicamente, este artículo examina la necesidad de asegurar que un Nodo B cumple los requisitos fijados en la especificación 25.141 del 3GPP y que un determinado operador no interfiera con otro, mientras mantiene los requisitos para ofrecer una adecuada calidad de servicio a sus abonados.

El método y la filosofía se basan en la amplia experiencia de Racal Instruments Wireless Solutions en la solución a las necesidades planteadas por los fabricantes de equipos y operadores de redes GSM y 3G. Nuestra empresa es reconocida como líder mundial en equipos de prueba de instalación y aceptación en redes GSM. A fecha de hoy existen más de 2.000 equipos de prueba de estaciones base GSM en uso, prácticamente usados por todos los fabricantes de infraestructura y operadores de redes GSM en todo el mundo.

Prueba a diferentes niveles de la vida de un Nodo B

Para asegurar que las características de un Nodo B cumplen las especificaciones fijadas en el 3GPP, y en particular la especificación 25.141, es necesario llevar a cabo pruebas detalladas del Nodo B durante el diseño, fabricación, instalación y aceptación.

Pruebas en diseño y "type approval"

Las pruebas más detalladas se llevan a cabo en la etapa de diseño. Resulta esencial asegurar que las decisiones que se toman en la fase de diseño tanto del transmisor como del receptor no solo permiten que el Nodo B cumpla las especificaciones requeridas sino que también aseguren que el Nodo B será fácil de fabricar y mantener.



Para probar completamente el diseño de un Nodo B, se precisa de una gran cantidad de equipos, no solo para probar los parámetros RF sino también para confirmar que los protocolos funcionan correctamente. Los equipos necesarios suponen un coste de varios millones de euros. Una prueba completa durará varias semanas hasta que finalice.

Debido al costo y al tiempo requeridos en las pruebas de conformidad, los fabricantes diseñan los Nodos B de tal forma que las pruebas de especificaciones en producción e instalación se puedan verificar usando parte de esas pruebas completas.

Pruebas de producción

Muchos de los parámetros en las especificaciones se fijan durante el diseño del Nodo B, por tanto, una vez finalizado y probado el diseño, ya no hay necesidad de probarlos de nuevo, debido a que no se verán afectados por las varianzas de fabricación o por los cambios en las especificaciones debidos a las derivas de la estación base. Esto no significa que el Nodo B nunca falle en las pruebas, sino que el fallo sería el resultado de un problema más serio y se muestra-

rá como un fallo en otra prueba incluida en el proceso de fabricación. De esta forma, tal como ha quedado expuesto anteriormente, un subconjunto de la prueba completa es suficiente para verificar completamente el rendimiento del Nodo B.

Como ejemplo, solo un subconjunto de las características especificadas en la 25.141 se probarán en fabricación debido a que ningún fallo importante aparecerá en las pruebas del nivel de sensibilidad de referencia.

Las pruebas de fabricación se diseñan para probar la calidad del ensamblaje y del proceso de fabricación. Un Nodo B ya montado y probado en su fase de fabricación, no precisa de pruebas adicionales. Sin embargo, pocos Nodos B serán ensamblados completamente en fábrica o instalados inmediatamente después de su fabricación.

Instalación y aceptación

Las características del Nodo B habrán sido probadas completamente durante el proceso de fabricación. En el transporte existe el riesgo de deterioro o bien la configuración puede no ser la correcta para la red en la que será instalado, en estos

casos resulta vital comprobarlo antes de conectarlo a la red, para evitar que el Nodo B pudiera interferir con otros operadores u ofrecer una calidad de servicio pobre para los abonados.

Algunos fabricantes no realizan pruebas del Nodo B en su configuración final, sino que realizan pruebas sobre los módulos individuales y el Nodo B no se ensambla completamente hasta que se instala en el emplazamiento.

Si se produjese algún daño durante el transporte, por ejemplo fallo en un componente o un módulo, o se rompe una conexión, se reflejará con certeza como un fallo en varias pruebas. Por tanto, únicamente es necesario realizar un conjunto de las pruebas de producción para verificar que el Nodo B no haya resultado dañado durante su transporte. Otra consideración importante es que al encontrarse muchos Nodos B ubicados en las azoteas de edificios o en las cimas de montes, los ingenieros de instalación prefieren utilizar sólo uno o dos equipos fáciles de transportar como máximo. Asimismo también resulta de interés para los presupuestos.

Por ello, es poco frecuente que se realicen pruebas durante la instalación de selectividad de canal adyacente, bloqueo o intermodulación en receptor. Cualquier problema que afecte al receptor se revelará con casi total seguridad como un fallo en el nivel de sensibilidad de referencia. De igual forma, las emisiones espúreas no se suelen comprobar puesto que aparecerán como fallo en la máscara del espectro de emisión

Para las pruebas de instalación y aceptación, hay una serie de requerimientos adicionales que no se abarcan con las pruebas 3GPP habituales. Por ejemplo, cada operador deseará que el Nodo B tenga una configuración específica. Para garantizar que una configuración incorrecta (tal vez porque dos módulos estén intercambiados) no cause problemas de red, es aconsejable realizar pruebas

funcionales antes de conectar el Nodo B a la red. De la misma manera, deberían efectuarse pruebas de ROE y de distancia a fallo en los alimentadores de las antenas para confirmar que estén funcionando correctamente.

Interferencia con otras redes

Debido a la complejidad de las medidas necesarias, las pruebas de intermodulación suelen realizarse únicamente durante las etapas de diseño. Una vez que el diseño ha sido probado, es bastante difícil que la intermodulación falle, salvo que falle también algún otro parámetro (como el nivel de sensibilidad de referencia o emisiones del espectro).

Lejos del laboratorio, en una instalación real, aparecen otros componentes conectados al Nodo B como conectores, cables y antenas que, en caso de presentar algún problema, pueden causar productos de intermodulación que conduzcan a interferencias con otras redes. Las pruebas referidas en 25.141 no detectarán esta situación. El mejor método para identificar estos problemas es la utilización de un sistema de análisis de interferencias específico, capaz de caracterizar el comportamiento en aire de la red e identificar cualquier fuente de interferencia. Este tipo de comprobación no se realizaría generalmente durante las pruebas de instalación y aceptación, sino como parte de la monitorización y mantenimiento de la red, bien por el operador de la misma o por el organismo regulador.

Pruebas en Nodo B en la práctica

La tabla adjunta muestra las pruebas fundamentales que se suelen realizar en cada etapa. Las conformidades exigen bastantes comprobaciones, mientras que la instalación y aceptación requieren un menor número – aunque se añaden en la tabla algunas pruebas adicionales que no se encuentran en 3GPP 25.141.

Pruebas Requeridas	Conformidad 25.141	Pruebas	Instalación & Aceptación
1. Pruebas Transmisor Nodo B			
Máxima potencia de salida	✓	✓	✓
Magnitud Vector Error	✓	✓	✓
Pruebas Potencia CPE II	✓	✓	✓
Error de Frecuencia	✓	✓	✓
Sistema Control de Potencia	✓	✓	✓
Rango Dinámico de Control de Potencia	✓	✓	✓
Rango Dinámico Potencia Total	✓	✓	✓
Ancho de Banda Ocupado	✓	✓	✓
Máscara Espectro de Emisión	✓	✓	✓
AULB	✓	✓	✓
Emisiones Espurias	✓	subconjunto	✓
Error Plano Dinámico Código	✓	✓	✓
Intermodulación Transmisor	✓	✓	✓
2. Pruebas Receptor Nodo B			
Nivel de Sensibilidad de Referencia	✓	✓	✓
Rango Dinámico	✓	✓	✓
Selectividad Canal Adyacente	✓	✓	✓
Características de Dispersión	✓	subconjunto	✓
Características de Intermodulación	✓	✓	✓
Emisiones Espurias	✓	✓	✓
3. Propiedades de Cable y Antena			
VSWR (RUE)	✗		✓
Distancia a Reflexiones	✗		Requeridas
4. Pruebas Funcionales			
Edice Job	✗	✓	✓
Configuración	✗	✓	✓

Las listas anteriores se han confeccionado basándose en la experiencia de Racal Instruments Wireless Solutions en el trato con operadores y fabricantes de GSM así como en discusiones con fabricantes y operadores de Nodos B.

La importancia de las pruebas funcionales y de recepción

Desde el punto de vista del regulador, se podría argumentar que únicamente es necesaria la realización de pruebas en el transmisor puesto que es lo que con mayor probabilidad causará interferencias a otros usuarios del espectro de radio.

Sin embargo, en algunos países, la responsabilidad del regulador se extiende también para asegurar que los abonados a los servicios móviles obtengan un nivel de funcionamiento de red satisfactorio de su operador y que la red funciona de manera fiable. Por esta razón, es necesario llevar a cabo tanto pruebas de recepción como pruebas funcionales en el Nodo B.

Además, en 3G, el funcionamiento del transmisor y receptor están estrechamente relacionados. Cualquier problema en el receptor



Figura 3. Configuración genérica de equipamiento para la prueba de transmisión de Nodo B

tendrá probablemente repercusión sobre el rendimiento operacional del transmisor.

Por ejemplo, si el receptor del Nodo B pierde la sensibilidad, el lazo de control de potencia indicará a cada móvil que incremente su potencia de salida para mantener la tasa de error de bit del enlace ascendente.

Puesto que cada móvil constituye una fuente de interferencia para todos los demás móviles, y que el sistema de acceso múltiple opera compartiendo la potencia en el dominio del código, el resultado es una reducción de la capacidad del enlace ascendente, de modo que el rendimiento de la red se degrada para todos los usuarios.

La prueba de la sensibilidad de referencia proporciona un único canal ascendente con una potencia mínima para el receptor del Nodo B, simulando así un móvil en el límite de la celda, en condiciones ideales de propagación. Si el nodo B es capaz de decodificar la señal y cumplir los requerimientos de BER, el rendimiento para señales pequeñas es bueno.

La prueba de rango dinámico simula un escenario en el que varios móviles están activos, mediante la configuración de un canal ascenden-

te para un único móvil (la señal deseada), junto con un Ruido Blanco Gaussiano superpuesto que representa la interferencia de todos los demás móviles. El ruido no deseado tiene una potencia total mucho mayor que la señal deseada, de modo que la prueba mide la capacidad del Nodo B para extraer la señal deseada de la interferencia con mayor potencia total en el receptor del Nodo B.

Para los operadores de red, probar el rendimiento del receptor es crítico para garantizar que el servicio que se ofrece a los abonados es suficientemente bueno.

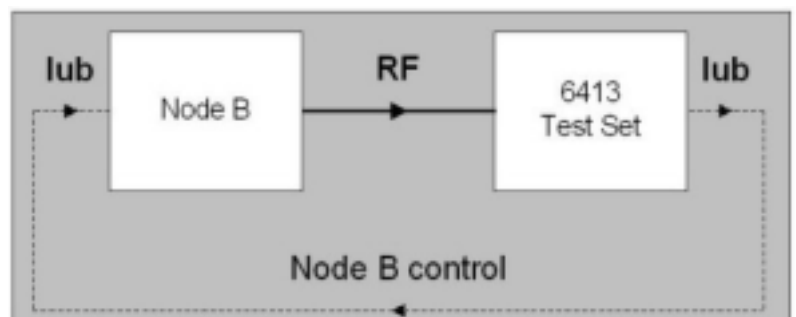
La realización de las pruebas de sensibilidad de Referencia y rango dinámico es generalmente adecuado para verificar el buen rendimiento del receptor.

Metodología en las pruebas de Instalación

Esta sección describe la configuración del equipo y las pruebas que Racal Instruments Wireless Solutions recomienda para la prueba en campo de los Nodos B.

Configuración de prueba genérica de transmisión

La realización de pruebas puede simplificarse considerablemente empleando instrumentos que puedan controlar la estación base mediante la interfaz lub para configurar de forma automática la estación base al modelo de prueba y parámetros requeridos. Esto asegura que las pruebas se realizan de forma precisa y consistente. Si el instrumento de prueba permite además la conexión directa al Puerto RF del Nodo B, la configuración de las pruebas se simplifica y se reducen los errores de medida. Todo equipo de prueba debería poder aceptar entradas del transmisor del Nodo B hasta 40W, y tener especificaciones completas para medidas de transmisores hasta este nivel. Para algunas pruebas de transmisión, el estándar de conformidad 25.141 varía el modelo de prueba según la capacidad del canal del nodo B. Idealmente, el equipo de prueba debería ser capaz de establecer el modelo de prueba correcto a partir del conocimiento del tipo de Nodo B. Las principales pruebas de instalación del transmisor se pueden realizar con la siguiente configuración directa (ver fig. 3).





Para la verificación del rendimiento de un Nodo B se recomiendan las siguientes pruebas de transmisión:

- Máxima potencia de salida
- Magnitud del vector error
- Precisión de Potencia CPICH
- Error de Frecuencia
- Pasos de control de Potencia
- Máscara de Emisión de Espectro
- ACLR
- Peak Code Domain Error

Configuración de prueba genérica de recepción

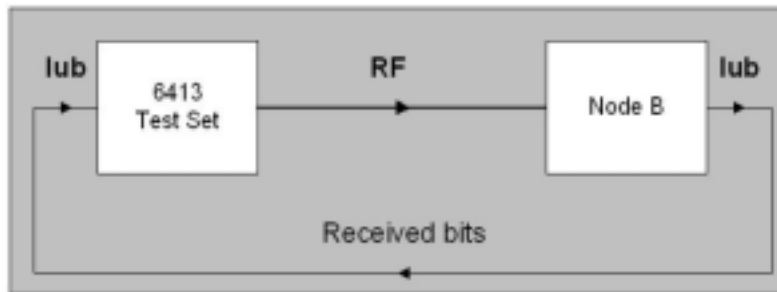
La clave de realizar cualquier prueba de recepción es medir la tasa de error de bit en la señal demodulada. En caso de prueba de móviles, esto se hace generalmente puentear la señal internamente (loopback) y demodulándola en el equipo de prueba.

Esto permite la realización de medidas de BER combinada para transmisor y receptor. Comprobando que se encuentra dentro de unos límites aceptables es posible confirmar que el receptor funciona correctamente.

Sin embargo, esto supone desarrollar en el móvil la capacidad de "loopback". También evita tener que probar el receptor de forma independiente. Los Nodos B no necesitan incluir una capacidad de "loopback", por lo que se hace necesario encontrar los medios para extraer los datos demodulados y medir la tasa de error de bit.

La mejor solución es incluir un código en el equipo de prueba que

permita controlar directamente el Nodo B. Esto permite al instrumento de prueba indicar al Nodo B el estado requerido y, después, enviar los datos demodulados al equipo de prueba a través de la interfaz IUB. A partir de ahí, es relativamente directo medir la BER y, por tanto, obtener medidas precisas de recepción. La configuración para la prueba es la indicada en la figura 5.



Para la verificación del rendimiento del Nodo B se recomiendan las siguientes pruebas de recepción:

- Nivel de Sensibilidad de Referencia
- Rango Dinámico

Otras pruebas

Además de comprobar el transmisor y el receptor, resulta también de utilidad la realización de algunas pruebas funcionales para comprobar la correcta operación y configuración, previa a la conexión a la red:

- Prueba enlace IUB
- Comprobación de configuración
- VSWR-ROE en alimentadores de antena (posiblemente con distancia a fallo para ayudar al diagnóstico)

Beneficios del control IUB

La utilización de equipos de comprobación que controlen el Nodo B bajo prueba directamente a través de la interfaz IUB tiene una serie de ventajas:

- Facilidad de uso – puesto que la estación base se controla desde el comprobador, la configuración de las pruebas es mucho más rápida y fácil. Cuestiones como la descarga del software y configuración del Nodo B se abordan automáticamente, dejando que el usuario concentre sus acciones en la realización de las pruebas más que en cómo utilizar la instrumentación.
- Independencia – el equipo no se basa en rutinas de autocomproba-

Configuración de equipos para prueba de móviles

Configuración para la prueba de recepción

seguro de que cualquier fallo se descubrirá antes de que pueda causar mayores problemas con otras partes de la red.

- Método probado – este método fue desarrollado por Racal Instruments Wireless Solutions por primera vez con el Comprobador de estaciones base GSM, y posteriormente con el 6113. Con más de dos mil unidades en uso actualmente por todo el mundo, y adoptado por

prácticamente todos los fabricantes y operadores de red, ha sido exhaustivamente probado, resultando ser el medio ideal para la prueba de estaciones base.

Resumen

Este artículo presenta la visión de Racal Instruments Wireless Solutions, en base a su experiencia, sobre la necesidad de la comprobación de los Nodos B durante su instalación y

aceptación. Establece la necesidad de la realización de una serie de pruebas funcionales, de transmisión y de recepción con el fin de garantizar que el Nodo B no provoca interferencias con otros usuarios del espectro de radio y que los abonados reciben la calidad de servicio que han contratado. El artículo también indica la serie de pruebas que necesitan realizarse en campo para garantizar que el Nodo B sigue cumpliendo especificaciones. □