

Optimización de las Redes UMTS (*PN Scanner* de R&S)

Madrid, mayo de 2004.- Los *PN Scanners* (Escáner de señales UMTS PN \cong Pseudo Random Noise) resuelven los problemas de las redes UMTS (3GPP), ya que se emplean para analizar con detalle las condiciones de recepción de dichas redes. Por medio de los datos medidos, los operadores de red pueden detectar errores en planificación y configuración así como eliminarlos, además de depurar y optimizar sus herramientas de planificación. El efecto de Pilot Pollution (Fig 1) puede venir provocado por varios factores como un terreno desigual, puentes y desniveles cubiertos por demasiadas estaciones transmisoras al mismo tiempo y en el mismo canal de RF (Fig 1).

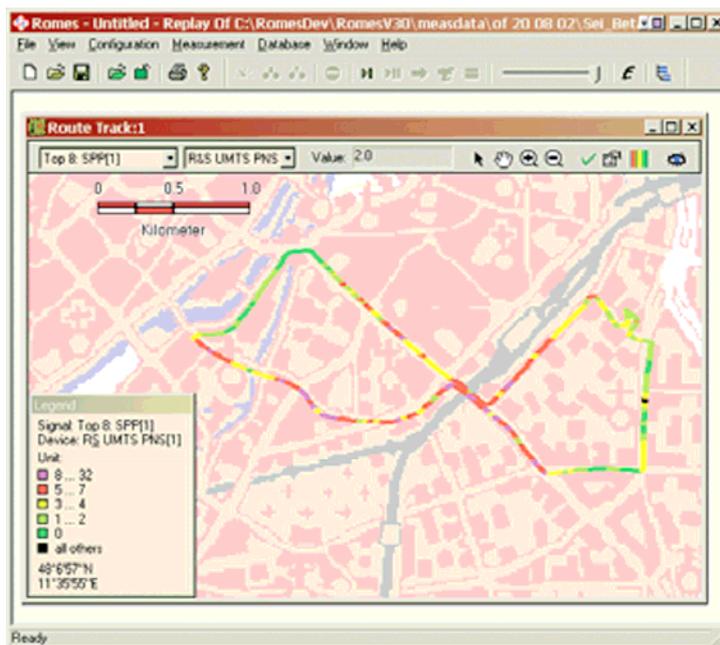


Fig1.- El mapa de análisis de *Pilot pollution* muestra el número de señales piloto ($HPP \cong$ Hard Pilot Pollution ó $SPP \cong$ Soft Pilot Pollution, parámetros calculados a partir de la relación $(RSCP_{bestserver}/RSCP_n)$), de las estaciones base dentro de un canal, que exceden un valor umbral de potencia configurable.

A pesar de recibir un nivel de campo alto, la comunicación puede ser pobre a causa del efecto de interferencia. En estas situaciones, UMTS es más tolerante que GSM y la interferencia, en lugar de producir una desconexión en la comunicación, conduce a una reducción de la tasa de transmisión. Esto, sin embargo, produce una carga adicional en el canal radio. Para mantener la tasa de transmisión mínima requerida, se incrementa la

potencia de transmisión y se llevan a cabo “*handovers*” a las estaciones base con las mejores condiciones de recepción de esa área. Puesto que las características deseadas, es decir, *best server* (célula de servicio), se dan durante un período de tiempo muy corto en condiciones de *pilot pollution*, se producen *handovers* frecuentemente lo que supone saturar más aún los recursos del canal. Ajustando los parámetros de las celdas o alineando unas pocas antenas, se puede eliminar el efecto de *pilot pollution* por medio de los datos medidos con los *PN Scanners*, de este modo se incrementa la eficiencia espectral y la tasa de transmisión de datos promedio.

En las comunicaciones UMTS, tanto la propagación multicamino (*multipath propagation*) como los desvanecimientos rápidos (*fading*) son fuentes de interferencia similares (Fig 2).

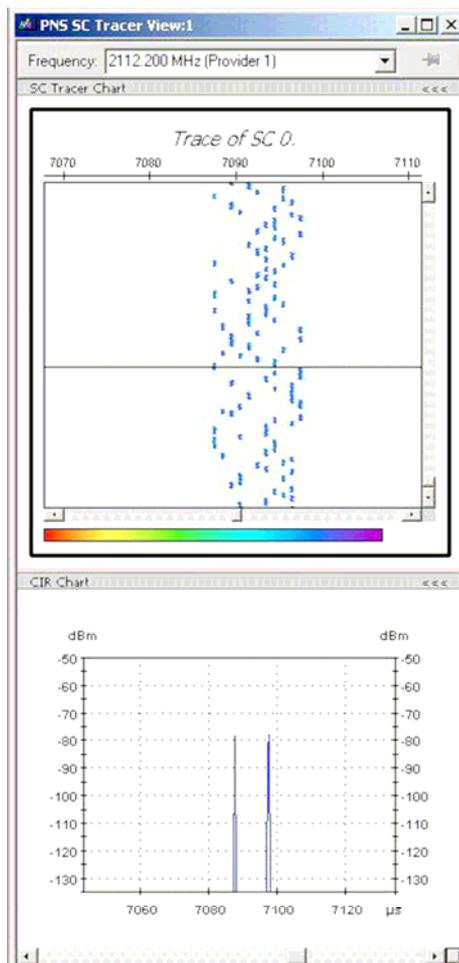


Fig2.- *Fading "Birth death" 3GPP*, especificado en los *conformance tests* de móviles, generado por el generador de señales R&S SMU200A y medido con el *PN Scanner* R&S TSMU. Modo de representación Tracer SC View (Respuesta impulsiva y diagrama *waterfall* para hacer un seguimiento de un código de *scrambling*)

En estos casos, la potencia de RF recibida en el móvil también es suficiente en primera instancia. Sin embargo, la potencia se divide en diferentes caminos (*paths*) los cuales, dependiendo de la calidad del teléfono móvil, proporcionan un mayor o menor número de componentes de señal. En el caso de obtener diferentes retardos de señal (*delays*), la ortogonalidad de los códigos transmitidos por una estación base se desvanece. Esto causa en todas las señales enviadas por la estación, y en particular en las señales de otros abonados, una interferencia muy fuerte en móviles que soportan recepción multicamino. Este efecto específico de la tecnología CDMA, el cual no está presente en el caso de FDMA y TDMA, hace un llamamiento al análisis cuidadoso de las condiciones de propagación multicamino cuando se configura y optimiza una red UMTS.

Los *PN Scanners* permiten un análisis en mayor profundidad que los móviles de prueba UMTS

Los operadores de red encaran el desafío del uso completo de las características proporcionadas por la tecnología UMTS. Al igual que en las redes GSM, los móviles de prueba se emplean en UMTS para determinar la calidad de la cobertura. Sin embargo, no pueden determinar adecuadamente las causas de una calidad pobre en la comunicación. Los *PN Scanners* son mucho mejores para estas tareas porque tienen características superiores a las de un terminal y pueden mantener un seguimiento de conjunto, especialmente en áreas problemáticas.

A diferencia de los teléfonos móviles de UMTS, que procesan únicamente unas pocas señales de los distintos caminos con niveles de señal más fuertes de una o dos estaciones base simultáneamente, los *PN Scanners* deben ser capaces de medir los canales piloto de cualquier número de estaciones base en tantos caminos (*paths*) como sea posible para que las interferencias como el *pilot pollution*, propagación multicamino y *fading* se puedan detectar de manera fidedigna. Esta capacidad la incorpora el *PN Scanner* por medio de un receptor *rake* innovador. La diferencia con respecto a un receptor móvil UMTS convencional radica en que puede sincronizar con canales piloto de estaciones base de E_c/I_0 más bajos (mayor sensibilidad) y tiene un número de receptores *rake* mucho mayor, lo cual asegura la recepción simultánea de numerosas señales útiles y espúreas.

Una tecnología sofisticada asegura una sincronización segura

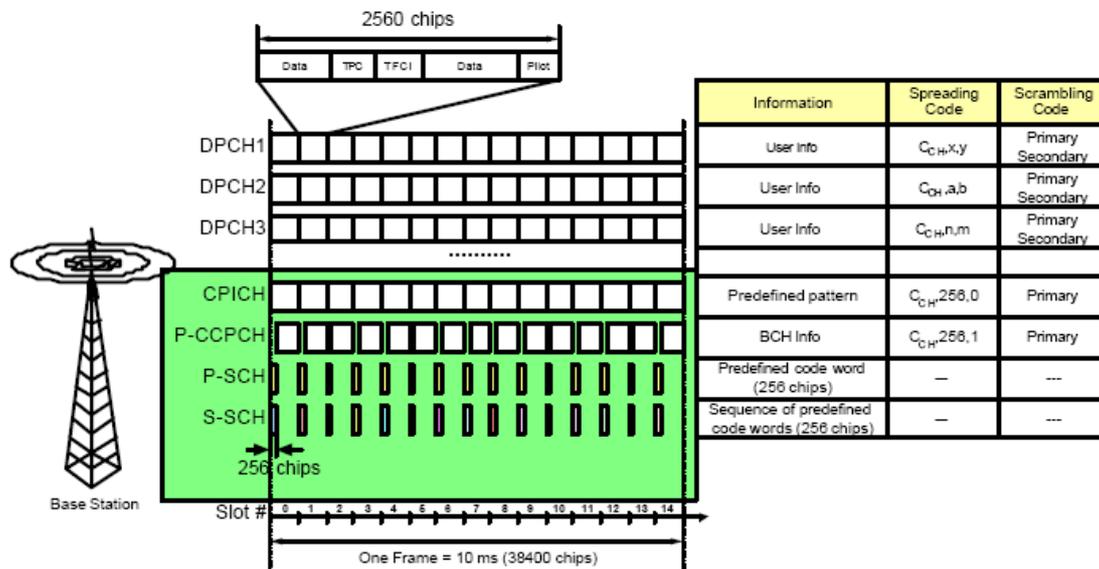
Cuando un receptor UMTS sincroniza con una estación base, busca el canal piloto que es específico de esa estación y que está modulado en QPSK con una tasa de chip de 3.84 Mcps. Su contenido se repite cada 10 ms. Puesto que la secuencia de chip de los canales piloto difiere dependiendo del código de *scrambling* (SC), y ya que se utilizan 512 SCs, existen casi cuatro millones de configuraciones posibles de canales piloto en cualquier sección de señal UMTS con una resolución temporal de medio chip de duración.

Estas señales son medidas mediante el *PN Scanner*. En la práctica, sin embargo, comprobar las cuatro millones de configuraciones posibles conlleva mucho tiempo, incluso disponiendo del hardware más rápido y del algoritmo más optimizado. Para encontrar de una manera más rápida los canales pilotos, el scanner de Rohde&Schwarz, primero busca las secuencias de sincronización primaria (sincronización *slot*) y secundaria (sincronización trama, 15 slots) incluidas en una señal UMTS. Una vez que estas secuencias han sido encontradas, el número de posibles configuraciones de código de *scrambling* primario se reduce tan sólo a ocho.

Procedimiento de Búsqueda de Célula y Sincronización. Canales Físicos Requeridos para la Sincronización

Nada más encenderse, un teléfono móvil debe buscar una estación base idónea del operador requerido. Así pues, lo primero que debe hacer el móvil es buscar señales UMTS. Después de sincronizar con dicha señal, ha de leer la información del sistema para identificar al operador de red. Para la identificación de señales UMTS se requieren algunos canales de sincronización. La señal transmitida por la estación base en UMTS incluye de este modo un canal de sincronización primario (P-SCH) y un canal de sincronización secundario (S-SCH), los cuales no están ni ensanchados ni encriptados (*spreaded/scrambled*), ya que el código de *scrambling* de la estación base no es conocido aún por el móvil.

Los canales de sincronización permiten sincronización en tiempo con una señal UMTS, límites trama radio y slots temporales. Otro canal, el canal piloto común (CPICH), que se encuentra ensanchado y encriptado, permite la detección del código de *scrambling* primario. De este modo, la información de transmisión, la información del canal físico de control común primaria (P-CCPCH) se puede decodificar y analizar.



Physical channels used for synchronisation

UMTS_PHL_PHC_37.V8D

Fig3.- Canales empleados en el procedimiento de búsqueda de célula

Como los canales piloto se transmiten continuamente y se pueden medir con valores considerablemente más bajos de E_c/I_0 que en el caso de las secuencias de sincronización (contienen sólo 256 chips), una correcta sincronización depende en gran parte de las medidas de las secuencias de sincronización. La figura 4a muestra el resultado del filtro de correlación estándar para canales de sincronización primaria (P-SCH) mientras que la figura 4b muestra el resultado de un filtro mejorado aplicado en el *PN Scanner* de Rohde&Schwarz (Equipos de Rohde&Schwarz que soportan función PN Scanner UMTS: FSP/ESPI/TSMU).

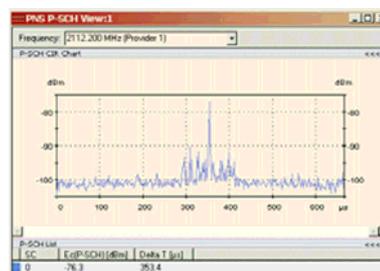
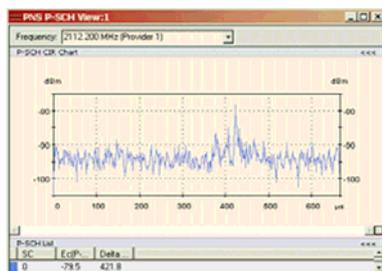


Fig4a.- Secuencia de sincronización primaria filtrada de una señal UMTS por medio de un correlador estándar

Fig4b.- El filtro empleado en el *PN Scanner* de Rohde&Schwarz conduce a un resultado de correlación del P-SCH mejorado en 10 dB

Con excepción de la correlación cruzada, este filtro suprime el resto de señales espúreas aproximadamente 10 dB más que un filtro estándar y, de este modo, permite la sincronización con un rango mejorado en 10 dB. Cuando se utiliza con un filtro optimizado, el *PN Scanner* de Rohde&Schwarz, a diferencia de los teléfonos móviles u otros *PN Scanners* basados en tecnología móvil, es capaz de sincronizar con canales piloto de estaciones base que, a pesar de ser demasiado débiles para la transmisión de datos, todavía interfieren con las comunicaciones existentes.

El propósito principal de un *PN Scanner* es detectar señales no deseadas y sincronizar con ellas. El *PN Scanner* de Rohde&Schwarz cumple esta tarea empleando un método que ha sido depurado ampliamente en comparación con los receptores móviles. Los móviles UMTS toleran canales pilotos que fueron determinados incorrectamente durante la sincronización porque son eliminados durante la posterior demodulación. Básicamente, las señales no deseadas débiles o que fluctúan no se pueden demodular. El escáner de UMTS modifica las medidas ya que analiza varias secciones largas de señal piloto y tiene en consideración los efectos Doppler. De este modo consigue una ganancia de correlación superior a la de un móvil. Además, a diferencia de otras soluciones, se asegura una sincronización correcta, detectando y eliminando los códigos incorrectos o códigos “fantasma” (ghost codes) que ocurren durante los primeros pasos de sincronización.

Receptores *Rake* de Alta Eficiencia para canales Pilotos Medidos

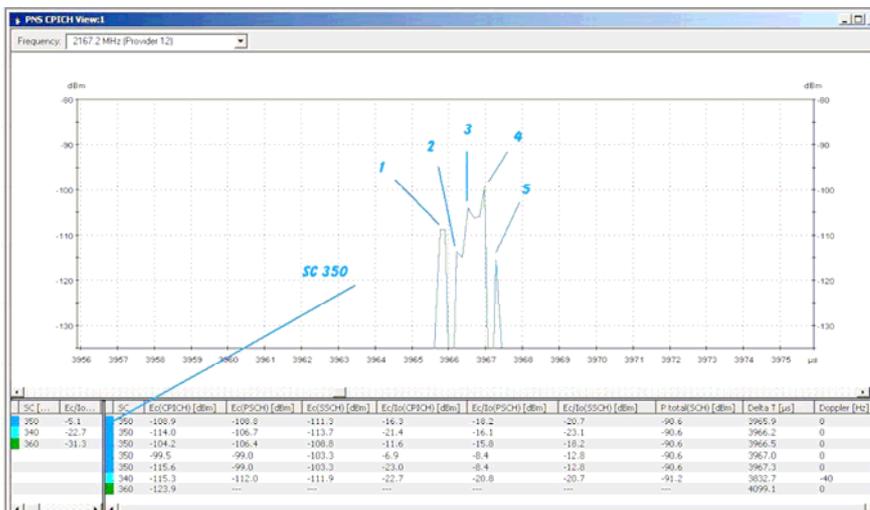


Fig5.- Medida del canal CPICH (*Common Pilot Channel*), respuesta impulsiva en la parte superior, 3 nodos B detectados en la parte inferior izquierda (con identificación del SC en formato decimal o hexadecimal) y multipath en la región inferior derecha.

La potencia del canal piloto se mide por medio de un receptor *rake* innovador que presenta 2x2500 dedos o “*fingers*” que operan en paralelo. Gracias al trabajo independiente de cada uno de ellos, estos *fingers* dividen las señales compuestas medidas de todas las estaciones base relevantes para filtrar las señales piloto de los distintos paths recibidos. Los fingers de los receptores *rake* de Rohde&Schwarz intercambian los resultados intermedios cuando generan productos escalares, de este modo se multiplica la eficiencia de receptor.

Los cálculos requeridos para la recepción se llevan a cabo mediante un procesador Pentium, lo cual proporciona otra ventaja respecto a las implementaciones típicas de DSP así como una buena base para la expansión y mejora del *PN Scanner*.

Además de la medida de la potencia de cada uno de los *paths* de las estaciones base, se miden la desviación de frecuencia entre el transmisor y el receptor (*frequency shift*) y la desviación temporal de las estaciones base en relación a la base de tiempos interna. Esta última se puede sincronizar por medio de la precisión alta de la base de tiempos de los satélites GPS. Ambos valores medidos son parámetros de calidad fundamentales de las estaciones base en UMTS para los procedimientos de sincronización y *handover* de un teléfono móvil.

Análisis de Espectro en Downlink y Uplink

Incluso una red UMTS con una configuración perfecta experimenta pérdidas significantes en la calidad si está sujeta a interferencias externas. Para detectar tales interferencias por medio del *PN Scanner*, se miden los espectros tanto en el enlace *uplink* como en el enlace *downlink*, se visualizan y graban en paralelo a las medidas de códigos PN. La densidad de potencia espectral, la cual cambia en el tiempo, se representa en gráficas de color de dos dimensiones (Figura 6); la característica de tiempo/frecuencia ayuda a determinar directamente la fuente de la interferencia externa. El análisis de espectro se lleva a cabo por medio de filtros de banda estrecha analógicos en el analizador de espectro. Comparado con los métodos digitales basados en FFT, **el método analógico aumenta el rango dinámico de medida el cual se requiere para las medidas móviles de varias bandas UMTS.**

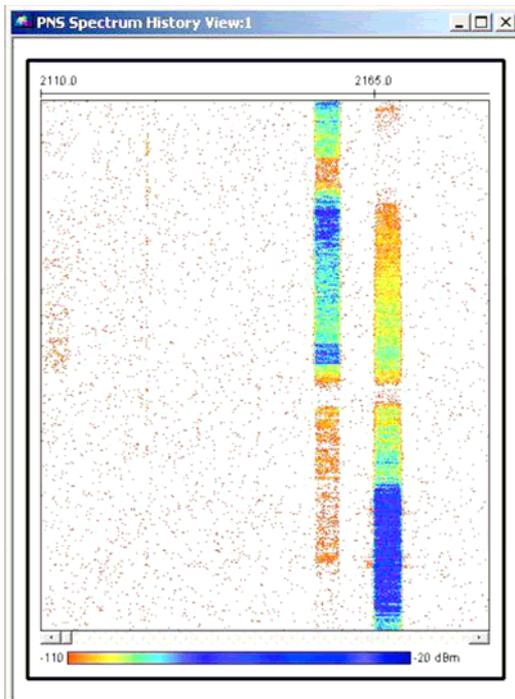


Fig6.- Característica temporal de la densidad de potencia espectral en la banda Downlink en UMTS. Se pueden ver 3 canales UMTS activos y una interferencia CW transitoria.

Configuración y Aplicaciones del *PN Scanner*

El *PN Scanner* para UMTS se puede configurar para una versión “*notebook*”, como una solución “*high-performance*” de prestaciones más altas o como una solución compacta. La elección de la solución del sistema depende del campo de aplicación.

La versión notebook es para aplicaciones flexibles como en el caso de medidas en *in-door* o en necesidad de un sistema portátil. Los componentes del sistema se pueden emplear como dispositivos autónomos; se emplean antenas magnéticas y la alimentación se toma a través de una vía de 12 V DC en el vehículo.

La solución mediante sistema *high-performance* está indicada como una solución de seguridad de altas prestaciones para la instalación en un vehículo de prueba. La construcción fuerte y robusta asegura medidas y tests fiables aún bajo las condiciones medioambientales más adversas.

El sistema compacto está basado en el instrumento de medida R&S **TSMU**, la solución deseada para minimizar las dimensiones del dispositivo de medida.

El sistema se puede configurar bien como un *PN Scanner* para medidas en UMTS, como un GSM Scanner para medidas en GSM o como un sistema de medidas de nivel para CW. Los dispositivos que se emplean como RF *front-end* y analizador de espectros y que forman parte de la última gama de equipos de última tecnología de Rohde&Schwarz son FSP/ESPI/TSMU.



Fig7.- FSP/ESPI

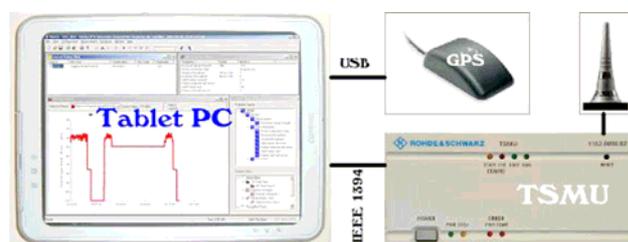


Fig8.-TSMU

Plataforma Software **R&S Romes**

El software de medida empleado, **R&S ROMES**, es una herramienta versátil y potente. Se emplea en todos los sistemas de medida de cobertura de Rohde&Schwarz y es parte del *PN Scanner*. Controla receptores de test, sistemas GPS y móviles UMTS/GSM/GPRS, y almacena y analiza los datos de medida. El software **R&S ROMES** permite una operación amigable e intuitiva gracias a su interfaz windows. Gracias al concepto de software modular se puede adaptar a cualquier tipo de aplicación mediante una configuración flexible de los drivers apropiados. Esta **característica** es de particular importancia cuando se integran diferentes tipos de móviles de prueba o para aplicaciones compuestas de diferentes tecnologías tales como GSM/GPRS, UMTS, IS-95, CDMA2000, etc.

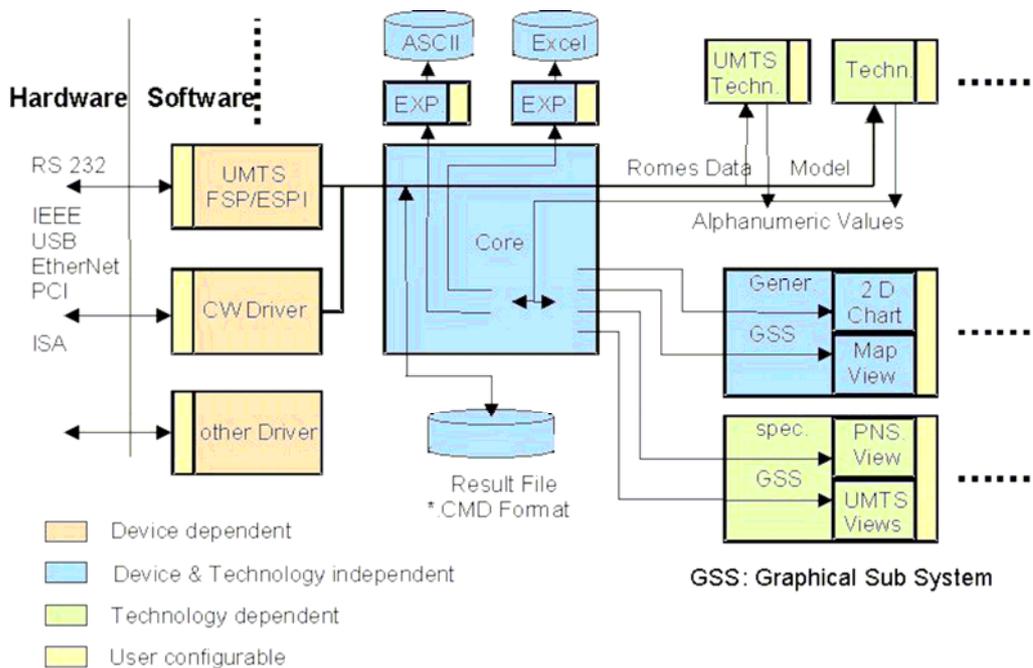


Fig9.- Concepto software medida R&S ROMES

Conclusión

El *PN Scanner* de precisión alta de Rohde&Schwarz permite el análisis de las señales espúreas de la red UMTS y, en combinación con los diferentes terminales móviles de los distintos fabricantes, se adapta para determinar la calidad del servicio de la red (QoS). El *PN Scanner* cubre aplicaciones de planificación de red, configuración de red, optimización, calidad del servicio mediante sistemas que se han optimizado tanto en función como en tamaño.