

# La Nueva Cara de los Generadores Digitales de Señal RF

Artículo cedido por **IFR**

*Con la llegada de la revolución digital y de la segunda y tercera generaciones de telefonía móvil, las especificaciones pedidas a los generadores de RF se han incrementado dramáticamente. Mientras que muchas aplicaciones, solo requieren controles precisos de frecuencia y nivel, y quizás alguna sencilla modulación senoidal, otras requieren modos de modulación mucho más complejos. El humilde generador de RF se ha complicado tanto como las tecnologías de RF en las que se ve implicado.*

Mientras que se reconoce claramente que los principales atributos de RF de un generador de señal – precisión de nivel, linealidad, ancho de banda de resolución – se han hecho más exigentes, el impacto de estas funciones adicionales tienen en el interfaz con el usuario han pasado prácticamente inadvertidas. La complejidad añadida que proporcionan estas nuevas funciones pueden significar que el generador sea complicado de manejar incluso en las operaciones más sencillas.

Aunque los formatos de modula-

ción son ahora más complicados, los conceptos de medidas que determinan las características de un receptor han permanecido más o menos constantes. Por tanto, desde la perspectiva del ingeniero de RF, resulta de suma importancia que esta funcionalidad añadida no se convierta en una dificultad a la hora de entender y manejar el equipo. El mismo cuidado que se tiene en el diseño de los diversos módulos internos de RF para conseguir unas altas prestaciones, se ha de aplicar al funcionamiento del instrumento.

Los últimos veinte años han supuesto un cambio dramático en el aspecto de los generadores de RF. IFR ha estado siempre en vanguardia de estos cambios y es responsable de la apariencia de los generadores del mercado actual. Este artículo hablará sobre la evolución de los generadores y presentará el primero de una nueva generación de generadores digitales de IFR que aborda la extraordinaria expansión que está teniendo lugar en la tecnología de comunicaciones inalámbricas.

## La Revolución Digital en Generadores de Señal

Hasta finales de los 70, los generadores usaban varios tipos de lógica analógica o cableada como medio de control para el usuario. Las frecuencias portadoras se fijaban mediante mandos giratorios o conmutadores “thumbwheel”. Incluso para un operador experimentado en este tipo de generadores, resultaba tedioso su manejo, el tiempo requerido para establecer con precisión la frecuencia de un canal excedía muchas veces de los 10 segundos. Fijar otros parámetros como nivel y modulación también suponían mucho tiempo sin obtener la mayoría de las veces demasiada resolución.

Los cambios tecnológicos comenzaron a principios de lo 80 con la incorporación del microprocesador. El tiempo consumido en la sintonización era algo del pasado ya que los generadores incorporaron sintonización electrónica mediante VCO (Osciladores con-

trolados por tensión) y PLL (enganche en fase) controlados por hardware programable. Los sistemas de modulación se controlaban completamente usando convertidores analógico digitales. Incluso se redujo en número de ajustes mecánicos, almacenando los datos de calibración en memoria no volátiles.

Con el uso del microprocesador, se rompió la conexión directa entre panel frontal y el hardware de RF. El control analógico y de cableado del panel frontal fue sustituido por un teclado y un display de LCD. Mediante sencillas secuencia de teclas y una representación en pantalla clara se aseguraba una rápida y precisa definición de los parámetros del instrumento.

Al principio, el microprocesador solo era viable en generadores de alta gama. Los primeros productos, incluyendo las series 2018/19, se ofrecieron a centros de producción y desarrollo. Las aplicaciones de mantenimiento e instalación, sujetas a presupuestos más ajustados, seguían dominadas por soluciones de bajo costo. Sin embargo, a medida que el costo de la tecnología se iba haciendo más asequible, se hicieron viables productos más económicos. En 1984, Marconi Instruments, adquirida por IFR en 1998, introdujo la serie 2022 (figura 1).

## Incorporación del panel LCD de matriz de puntos

A finales de los 80 se incorporaron nuevos cambios tecnológicos, la serie 2030 se lanzó en Noviembre de 1989.

Internamente, la arquitectura RF se basó en el primer sistema N-fraccional que no requería corrección analógica. Usaba tecnología de convertidores analógico-digitales de 1 bit e incorporaba técnicas de FM acoplada en continua (patentada) que ofrece una excepcionalmente baja deriva y offset. El sistema N-fraccional continúa usándose hoy en día en IFR y se ha licenciado su uso a otros fabricantes de generadores.

Externamente, la serie 2030 (figura 2) supuso un cambio radical en la

Figura 1. El 2022 usó las lecciones aprendidas en el desarrollo del 2018 para reducir el volumen y el costo de generadores controlados por microprocesador.



Ocupando medio ancho de un rack 3U, utilizaba teclado para entrada de datos y una pantalla de LCD integrada, en lugar de paneles separados como en modelos anteriores. La reducción de tamaño no comprometió las características RF del producto y el 2022 se convirtió en una herramienta clave en mantenimiento y producción de componentes RF.

aparición de los generadores. Se utilizó un gran display iluminado LCD por primera vez en un generador, sustituyendo el sistema tradicional de 7 segmentos. El display, azul y blanco, de 400x200 pixels ofrecía una claridad y versatilidad inigualables. En combinación con las teclas soft, la pantalla permitía al producto reconfigurarse en varios formatos sin necesidad de nuevos diseños del panel frontal. Otros productos derivados fueron los generadores de bajo ruido serie 2040 y la familia de generadores digitales y vectoriales 2050.

Con la serie 2030, se podía visualizar en una sola pantalla la información completa de una tarea – eliminando así la necesidad de ir recorriendo múltiples pantallas para obtener los datos más relevantes. Reaparece el mando giratorio del mundo analógico, debido a la demanda de los usuarios de volver a métodos tradicionales de control.

La estructura de menús ofrecía un acceso fácil a funciones secundarias. Los errores numerados se sustituyeron por textos descriptivos y se añadieron funciones de reajuste de protección para usuarios sin experiencia.

La serie 2030 suponía un nuevo concepto de generadores de RF, incorporando varias prestaciones avanzadas por primera vez. Resultó ser una ruta que otros se vieron forzados a seguir.

### Cuestión de tamaño

La adopción de un gran panel LCD brindó a los usuarios grandes mejoras en cuanto a funcionalidad y facilidad de uso, pero la consecuencia fue que precisaba de un espacio relativamente grande en un rack, 3U. De la misma forma que los técnicos hoy se preocupan de los problemas de equilibrio entre el tamaño del terminal móvil y el tamaño de la pantalla para aplicaciones Internet, había una tendencia a reducir el tamaño y peso de los generadores. La tecnología de montaje superficial ofreció la solución en cuanto al hardware, pero la industria se decidió por dar prioridad a los paneles de gran formato.

En Abril de 1995, se lanzó la serie



Figura 2. La combinación de teclas soft y la pantalla LCD ofreció una buena solución a los problemas de configurar un instrumento de propósito general con aplicaciones específicas.

Un ejemplo puede ser la introducción de la opción de aviónica en 1991. Usando casi el mismo hardware que el instrumento básico, se adaptaba al interfaz de usuario para comprobar sistemas de ayuda a la navegación y sistemas de comunicación usados en la industria aeronáutica.

Los parámetros se muestran en pantalla como los definen las normas de la ICAO (International Civil Aviation Organization) Internacionalmente, para la generación de las señales de aviónica se utiliza un método patentado de síntesis digital directa (DDS), que ofrece una precisión y estabilidad sin rival.

A la vez que ofrece todas las normas de navegación y comunicación requeridas para la prueba de receptores de a bordo, el 2030 conserva todas sus características genéricas. Por lo que el ingeniero de aviónica encontraba ahora prestaciones que antes no se encontraban en el mismo equipo. Tanto el nivel como la frecuencia de la portadora podían ser barridos y la conversión entre micro-voltios (dBm o PD) y micro-volts (EMF) se hace por una simple pulsación de tecla.

de generadores 2023 (figura 3) en un formato 2U y usando un LCD más pequeño. Se cambió el acceso a algunas funciones a utilidades basadas en texto para soportar las variadas funciones secundarias de los modernos generadores. Comparados con las familias anteriores, los elementos de la serie 2023

era mucho más pequeños y ligeros, debido a su arquitectura mecánica el instrumento era suficientemente versátil para diversos conjuntos de opciones como alimentación en DC, salida de alto nivel, modulación rápida de pulsos y capacidad de medida SINAD.

La altura de 2U aportó ventajas a

Figura 3. La serie 2023 acepta un amplio rango de aplicaciones en laboratorio, producción, servicio y mantenimiento.



La serie incluye el primer generador RF en formato VXI, el 3002. Ocupa dos slots C-size VXI, y mantiene las altas prestaciones de la serie 2023.

las aplicaciones en sistemas de prueba donde el espacio en rack es siempre importante y su bajo peso mejora significativamente la portabilidad del generador. Su bajo perfil y profundidad son ventajas para su uso en laboratorios, en particular si se apilan los instrumentos. Los productos competitivos copiaron pronto el éxito del formato mecánico de la serie 2023.

### La nueva cara de los generadores digitales de RF: la serie 3410

Por primera vez, un generador de RF que combina modulación digital, vectorial y analógica en un formato pequeño. La serie 3410 de IFR incorpora

las altas prestaciones de los generadores digitales de RF en un formato rack 2U dirigido a aplicaciones en producción e I+D.

Se basa en una pantalla sensible y ofrece también teclado como alternativa, la serie 3410 brinda un nuevo y sencillo interfaz de usuario capaz de controlar todas las prestaciones avanzadas que requieren la modulación vectorial y digital.

Los usuarios actuales de generadores de RF varían ampliamente en su experiencia y disciplina profesional. Desde ingenieros temporalmente dedicados a hardware RF a nuevos graduados cualificados e incluye ingenieros de software y técnicos. Los usuarios expertos aprecian el método tradicional con controles dedicados, mientras que los de la generación del PC suelen preferir el funcionamiento basado en gráficas. Como consecuencia, el interfaz de usuario, aunque siga intuitivo debe ser versátil en el rango de selecciones que brinde al usuario.

Como consecuencia del desarrollo de la segunda y tercera generaciones de comunicaciones móviles a nivel mundial, los usuarios demandan productos con capacidad de modulación digital. Esto supone nuevas prestaciones para los generadores de RF, que deben manejar mayores anchos de banda de modulación y una mejora de rango dinámico, mayor memoria para el generador arbitrario de forma de onda y funcionar a mayor velocidad.

En la mayoría de formatos inalámbricos con características propias, se deben añadir funciones especiales

para los usuarios. Y, por tanto, soportar cada día mayores demandas en modulación digital y vectorial en el interfaz de usuario de los generadores de RF. Es importante que estas funciones añadidas no redunden en incomodidades o dificultades a la hora de utilizar el equipo.

### La solución compacta en modulación digital y vectorial

Con un arquitectura de sistema nueva en generadores de IFR, la serie 3410 (figura 5) ofrece portadoras RF hasta 4 GHz modulaciones analógicas (FM, AM, fase y pulso) y vectorial de banda ancha de serie. Opcionalmente se puede añadir un generador de forma de onda arbitraria (ARB) de dos canales, que se incorpora en el interior y brinda excelente precisión y linealidad en modulación. El ARB puede generar señales radio de sistemas 2G, 2.5G, 3G y PMR digital.

Sorprendentemente, sus dimensiones son 2U en tamaño rack y utiliza un display LCD del mismo tamaño que el de la serie 2023.

#### Control total con un solo dedo

La serie 3410 combina la pantalla sensible con el teclado convencional. Con ello se eliminan las complicadas estructuras de menús resultando un interfaz de usuario intuitivo y sencillo. Cualquier acción en pantalla tiene su equivalente en teclado permitiendo usar el generador en los ambientes más severos donde se requiera el uso de guantes de protección. El nuevo diseño de IFR ha conseguido que la serie 3410 sea más sencillo de utilizar que productos con pantallas mucho mayores.

Hasta ahora los generadores de RF utilizaban dos métodos de selección de los parámetros principales. El primero consiste en teclas dedicadas que al ser pulsadas hacían aparecer una serie de teclas soft en pantalla. El otro método consiste en el uso exclusivo de teclas soft que al ser pulsadas provocan el cambio de opciones en ellas, la pantalla se utiliza para mostrar los textos de las fun-

Figura 4. El generador 3414 (250 kHz a 4 GHz) combina modulación digital, vectorial y analógica en un formato 2U





Además de AM y FM en banda ancha, la serie 3410 ofrece:

- Hasta 100 MHz RF de ancho de banda de modulación
- Excelente linealidad de modulación con  $-68$  dBc ACP en señales W-CDMA
- ARB de dos canales con creación de archivos en PC con software IQCreator
- Atenuador Electrónico para aplicaciones de alto volumen
- Cambio rápido de frecuencia  $< 5$  ms
- Cambio rápido de nivel  $< 5$  ms
- Nivel de salida alto combinado con bajo ROE de salida.
- Capacidad de modulación rápida de pulsos.
- Resolución de RF 0.01 dB

ciones. Algunos generadores ofrecen ambos métodos de selección, por teclas físicas y por teclas soft.

Usando la pantalla sensible para combinar la selección y el proceso de indicación, la serie 3410 elimina la necesidad de teclas de función dedicadas (figura 6). Para la mayoría de operaciones de pantalla, los parámetros se seleccionan y activan pulsando la correspondiente etiqueta en la pantalla (por ejemplo Freq, Lev, AM1, IQ, W'form). El parámetro elegido quedará resaltado. Dependiendo de la función básica seleccionada, la pantalla reflejará una apariencia apropiada a los parámetros correspondientes.

Una vez seleccionado el parámetro, su valor se podrá modificar de la forma convencional, usando el teclado numérico, las teclas de incremento o el mando giratorio.

La selección y control de cualquier modulación resumida se podrá realizar desde la pantalla sensible. Pulsando el recuadro de la modulación deseada, el

área de la pantalla se reconfigurará mostrando los parámetros correspondientes. Ahora podremos ajustar sus valores tocando la etiqueta de función deseada.

Para aquellos que no deseen utilizar los controles en la pantalla sensible podrán hacerlo por teclado como método alternativo.

#### Sub-menús

Las funciones de sub-menús (figura 7) contienen prestaciones avanzadas y controles adicionales para la mayoría de los parámetros seleccionables del generador. La existencia de sub-menús quedará indicada por el símbolo (...) en la etiqueta de la función y accederemos a él pulsando la tecla [J] [♣].

La disponibilidad de sub-menús se indica en la parte inferior de la pantalla mediante una serie de tabuladores sensibles  $< >$  y se podrán seleccionar tocando en la pantalla. El uso de estos tabuladores  $< >$  elimina la necesidad de complicados árboles de menús con

un solo menú de dos hileras. Así evitaremos las teclas de menú asignadas por el usuario.

Las principales pantallas del generador se pueden volver a mostrar en cualquier momento pulsando la tecla [J] [♣], que quedará indicado por el símbolo  $\emptyset$ , situado junto a la tecla [J] [♣], en la esquina inferior derecha de la pantalla.

#### Los Complejos Modos de Modulación son ahora sencillos

Las pantallas sensibles se han ido incorporando con gran aceptación en todos los ambientes de la vida, desde máquinas ATM a terminales punto de venta en restaurantes. Una de las mayores aplicaciones es cuando se trata de seleccionar un de entre n posibilidades. Con la serie 3410 que ofrece unas 30 combinaciones de modulación diferentes, la pantalla sensible supone la solución ideal a los difíciles problemas de asegurar que el proceso

Figura 5. La serie 3410 de generadores de RF está disponible en tres rangos de frecuencia que cubren 2 GHz, 3 GHz y 4 GHz.

Figura 6. La serie 3410 elimina la necesidad de teclas de función dedicadas



Tanto si están configurados para operación básica con solo portadora o si se requieren esquemas de modulación más complejos, la zona de visualización cambia para asegurar que el escenario de la prueba seleccionada es claramente comprensible por el usuario.



Figura 7. Las funciones de sub-menús contienen prestaciones avanzadas y controles adicionales para la mayoría de los parámetros del generador seleccionables

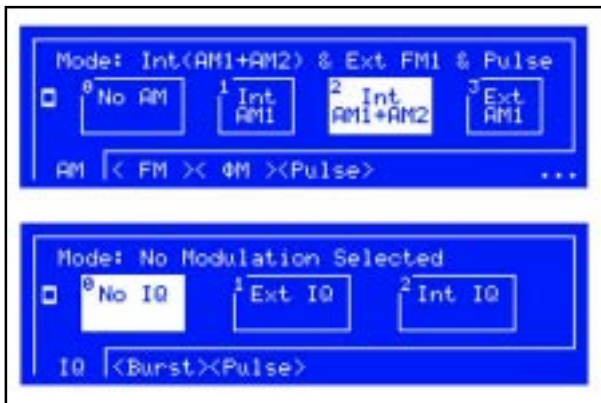


Figura 8. La pantalla ofrece al usuario una selección de posibles configuraciones disponibles específicas del tipo de modulación seleccionado

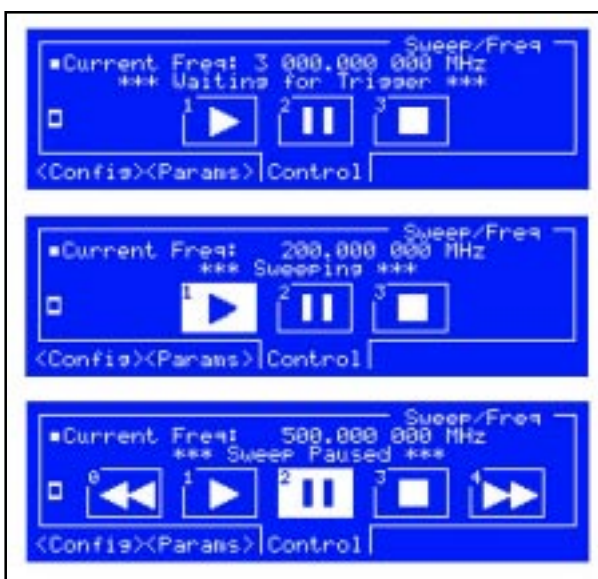


Figura 9. Tocando la zona apropiada de la pantalla el barrido comenzará, entrará en pausa o se inicializará

de selección se haga de una forma tan sencilla como sea posible.

Se usan teclas dedicadas [IQ MOD] y [ANALOG MOD] para definir la configuración de modulación. En ambos casos se aplican los mismos conceptos.

El modo de modulación general (figura 8) se resume en la parte superior de la pantalla. Cada tipo de modulación (IQ, AM, FM,  $\Phi$ M, Pulse) se podrá seleccionar tocando la tabulación < > correspondiente en pantalla. Al seleccionar cada una de ellas, la pantalla ofrecerá al usuario una selección de posibles configuraciones disponibles específicas del tipo de modulación seleccionado. La zona resaltada nos indicará la selección activa en cada momento.

Al pulsar una de las zonas sensibles se producirá una nueva selección. El resumen general del modo de modulación reflejará los cambios y quedará resaltado el parámetro activo.

También se podrá realizar, alternativamente, la selección mediante teclado numérico. Cada posibilidad en pantalla tiene un número asociado que corresponde a una tecla del panel frontal. Por ejemplo, con IQ como tipo de modulación, si pulsamos la tecla 0 será equivalente a seleccionar "No IQ". Se presentará al usuario el mismo formato de pantalla sea cual sea el modo de funcionamiento. Para aplicaciones que no permiten el uso de pantalla sensible, se indicará la tecla equivalente, de esta forma el usuario no tiene por qué recordar la secuencia de teclas a pulsar.

### Aplicación de la Potencia de los Iconos Gráficos al Barrido

Ofrecer un método automatizado de cambio de parámetros, como frecuencia y nivel de portadora de RF, es algo común en generadores de señal. La definición de los requisitos del barrido consiste en:

- Especificar los parámetros – start, stop, step size, step time.
- Configurar el funcionamiento del

barrido – sweep type, trigger mode (single / continuous).

- Control del proceso de barrido – start, pause, continue, reset.

La serie 3410 combina todos estos conceptos para producir un método muy sencillo de configuración de barrido, mientras que al mismo tiempo se introduce un nuevo método de control nunca visto hasta ahora en un generador de señal.

El funcionamiento del barrido se controla pulsando una tecla dedicada [SWEEP]. Se usan iconos reconocidos intuitivamente por ser utilizados en lectores de CD y videos (figura 9). Tocando la zona apropiada de la pantalla el barrido comenzará, entrará en pausa o se inicializará. Al entrar en pausa se mostrarán controles adicionales que permitirán barrer manualmente paso a paso hacia adelante o hacia atrás.

Para la especificación de parámetros se accederá a través de la tabulación de pantalla <Params>. Desde aquí podremos lanzar las funciones de barrido start, stop, step size y step time. De la misma forma accederemos a los parámetros de configuración con la tabulación <Control>. Se podrá definir el parámetro a barrer (por ejemplo, frecuencia de la portadora) y especificar el modo de disparo (single shot / continuous).

### Conclusión

Continuando con la tradición de pionera, IFR está comprometida a cambiar la cara de los generadores de RF para beneficio de los usuarios. Aprovechando las ventajas de la última tecnología en pantallas, la serie 3410 combina el control clásico para funciones básicas con los iconos para prestaciones avanzadas. Ya sea el usuario un novicio o un gran experto, el control completo estará siempre al alcance de sus dedos. □