

Analizador de Espectro TEKTRONIX 2711

En todos los ámbitos de estudio de la señal, nos podemos encontrar con diversos tipos de ondas: periódicas, no periódicas, deterministas, estocásticas, portadoras, moduladas, sinusoidales, cuadradas, triangulares, rectificadas de media onda, rectificadas de onda completa, irregulares... Para poder caracterizar una onda, y posteriormente extraer las debidas conclusiones sobre lo que queremos hacer con ella, se dispone de multitud de instrumentos. Si estamos interesados en conocer las características de la señal con respecto al tiempo se dispone de osciloscopios, ya sean analógicos o digitales. De esta forma, podremos ser capaces de obtener características tales como la forma de la señal, su amplitud, su fase, su evolución en el tiempo, el posible retraso respecto a otra señal, etc. Ahora bien, si estamos trabajando con señales periódicas y queremos conocer las componentes en frecuencia de las mismas, sus niveles de potencia, etc..., la representación en el tiempo, por medio de osciloscopios, no nos sirve de gran ayuda. En estos casos se necesitan instrumentos de medida que se denominan analizadores de espectro, tanto analógicos como digitales.

Toda señal periódica se puede descomponer como una suma de ondas senoidales, cuyas amplitudes y frecuencias son obtenidas a partir del *análisis de Fourier*. De esta forma, cualquier señal puede representarse como una suma infinita de sus *armónicos* o componentes en frecuencia. Se denomina *espectro de frecuencias* de una señal a esta descomposición, en frecuencia, de la señal que se expresa como una serie de Fourier. La forma de representar gráficamente este espectro es, mediante los clásicos ejes de coordenadas, asignando el valor de las frecuencias al eje de abscisas y dibujando la amplitud de los mismos en el eje de coordenadas.

Matemáticamente es posible obtener el espectro en frecuencia de señales periódicas relativamente complejas, y es posible representar, gráficamente con papel y lápiz, dichas componentes. Si la complejidad de la señal va en aumento, el cálculo de la serie de Fourier se va haciendo más y más difícil y tedioso. Para evitar este esfuerzo y para

facilitar la representación del espectro de frecuencias de cualquier señal se crearon los analizadores de espectro, los analizadores de fourier y los analizadores de onda.

Un ANALIZADOR DE ESPECTRO realiza el análisis de Fourier empleando un filtro que rechaza todas las frecuencias, excepto una banda muy estrecha de ellas. La señal de entrada al instrumento es desplazada en frecuencia, mediante una senoide –obtenida de un VCO– de una frecuencia que varía continuamente entre un mínimo y un máximo prefijados, de forma que la frecuencia central del filtro sea recorrida por las componentes de frecuencia de interés. En la pantalla del equipo sólo se muestran las componentes de frecuencia, de la señal analizada, que coincidan con la del filtro de barrido. Como dispositivo de pantalla para mostrar la amplitud de cada armónico de la señal se emplea un tubo de rayos catódicos (TRC). Normalmente, se fabrican para mostrar señales en los rangos desde 5 Hz hasta 40 GHz.

El ANALIZADOR DE FOURIER realiza otro estudio espectral. En este caso, la señal de entrada se pasa, en paralelo y simultáneamente, por un gran número (en algunos casos hasta 2048) de filtros digitales. De esta forma, el espectro de frecuencias de una señal se puede obtener muy rápidamente (por este motivo se les conoce también como *analizadores de tiempo real*). En este caso, como elemento de representación gráfica, también se emplea un tubo de rayos catódicos. Normalmente se utilizan en el rango de DC hasta los 100 KHz.

Finalmente, el ANALIZADOR DE ONDAS emplea un filtro sintonizable muy semejante al de un analizador de espectro convencional. Sin embargo, se selecciona y ajusta manualmente la frecuencia de interés. Para indicar la amplitud de los armónicos de interés se emplea un voltímetro de corriente alterna, en lugar de un tubo de rayos catódicos. Este tipo de analizador es práctico desde 15 Hz hasta más de 32 MHz.

Emplear medidas con instrumentación orientadas al dominio de la frecuencia trae consigo una serie de ventajas con respecto a las medidas en el dominio del tiempo. Entre ellas podemos destacar:

- Mayor sensibilidad en la medida en banda estrecha.
- Reducción del ruido introducido en la medida.
- Eliminación de interferencias en frecuencias no deseadas.
- Posibilidad de filtrado de ciertas frecuencias.
- Facilidad para separar distintas señales.
- Medidas del ancho de banda de utilización del circuito estudiando (DUT) y determinación de su función de transferencia en el dominio de la frecuencia.

Ciertos sistemas están orientados al dominio de la frecuencia, como el caso de receptores y estaciones de radio, sistemas FDM ... La medida de la señal a estudiar es tan sencilla de hacer como conectar el analizador a la fuente que genera dicha señal. Si la fuente de señal es el propio ambiente, o el espacio libre, basta con conectar a la entrada del analizador una antena que reciba las distintas señales que existen en el entorno en ese momento. Evidentemente, hay que tener en cuenta todas las posibles interferencias que se pueden inducir en la medida de la señal real de que se dispone (o que se está buscando). Una vez ajustados los parámetros necesarios en el instrumento de análisis, únicamente tendremos que visualizar la representación de la señal en el monitor (o display) del analizador y extraer nuestras conclusiones.

La medida realizada sobre la señal puede ser, en un caso simple, la amplitud, y frecuencia de una determinada línea espectral. En general, el contenido espectral de la señal nos ofrece información sobre los armónicos, bandas de modulación, respuestas espúreas, niveles de ruido,... y todo esto se puede estudiar a partir del analizador de espectros.

En cuanto a la representación, los analizadores de espectro suelen trabajar con una escala logarítmica, en decibelios, para el eje vertical y una escala lineal, para la representación de la frecuencia, en el eje de abscisas. Sin embargo, muchos de estos equipos permiten trabajar con escalas lineales o logarítmicas en ambos ejes o con escala logarítmica en el eje de frecuencias y lineal para el eje vertical.

Tras esta breve descripción del tipo y uso de diferentes instrumentos para el estudio de las características, en frecuencia, de cualquier señal, se pasa al análisis de un analizador de espectro digital, el Tektronix 2711, Figura 1.

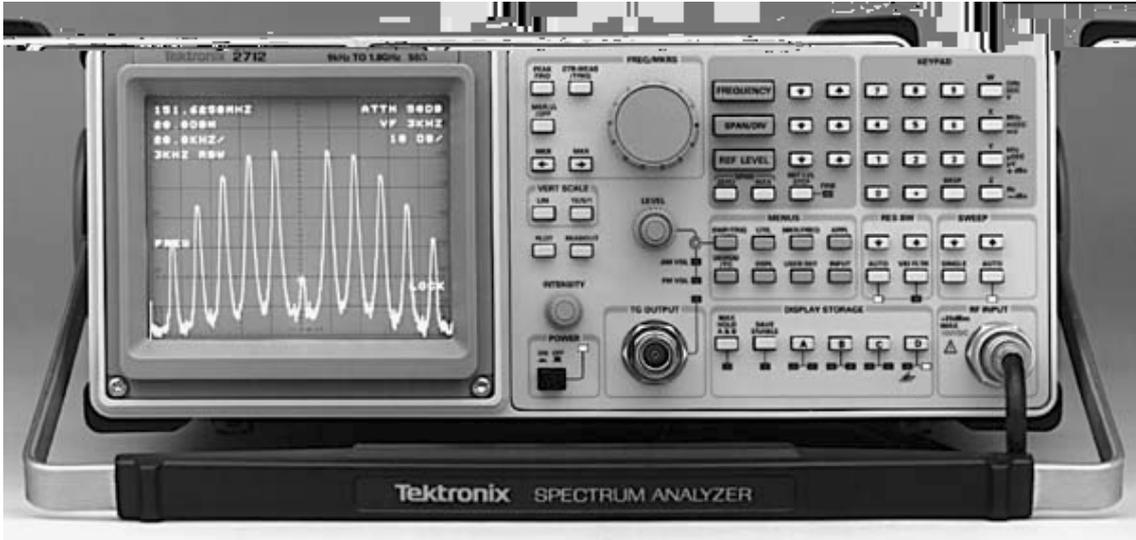


Figura 1. Analizador de espectro digital, Tektronix 2711.

Características Generales de un analizador de espectro

El Analizador Tektronix 2711 es un analizador de espectros digital de tipo heterodino, válido para el rango de frecuencias 9KHz a 1.8GHz.

El funcionamiento de un analizador de espectros heterodino, Figura 2, es el siguiente: La señal de entrada que se desea analizar es trasladada a una frecuencia intermedia (FI) más alta (en el caso del analizador que nos ocupa de 2.11GHz) por medio de un oscilador local interno, senoidal y sintonizable. Es decir, a lo largo de cada barrido se desplaza el espectro de la señal de entrada a la frecuencia FI, que es la frecuencia central de la banda de paso de un amplificador sintonizado a la frecuencia FI. La salida del amplificador de FI se mezcla con un oscilador de cuarzo, generándose una información centrada en 0Hz. Esta información se filtra, por medio de un filtro activo, y la salida es rectificadora y amplificada por un circuito denominado de medición. En la pantalla se

muestra la potencia de salida de la señal asociada a un determinado rango de frecuencias.

La resolución del analizador viene determinada por el ancho de banda del filtro de FI. Sería deseable que el ancho de banda fuese prácticamente nulo para extraer cada componente de frecuencia de la señal, pero esto es imposible. Debido a esta imperfección, si la separación en frecuencia de dos señales es menor que el ancho de banda del filtro FI utilizado el analizador de espectros nos muestra un único armónico de potencia que representa la suma de las potencias de las dos señales. Interesa, por tanto, reducir el ancho de banda del filtro FI lo que conlleva, como ventaja adicional, la disminución de la potencia de ruido introducida.

Al comienzo del diagrama de bloques aparecen un atenuador, un amplificador y un filtro paso de baja. El atenuador y amplificador se introducen con la intención de controlar el nivel de señal aplicado al resto del analizador (si el nivel es demasiado alto, la señal se distorsiona por los circuitos del analizador y, si es demasiado pequeña, la señal puede ser enmascarada por el propio ruido presente en el instrumento) El filtro LP es conocido como *filtro imagen*. Si no se incorporase, podrían entrar en el mezclador frecuencias indeseadas que, posteriormente, serían trasladadas a la FI y provocarían una lectura y medida erróneas.

Para representar la amplitud de los distintos armónicos, se realiza el filtrado paso bajo de la señal proveniente del detector ubicado tras el filtro FI. Este filtro paso bajo es conocido como *filtro de video* y se emplea para suavizar la respuesta que se muestra en el display.

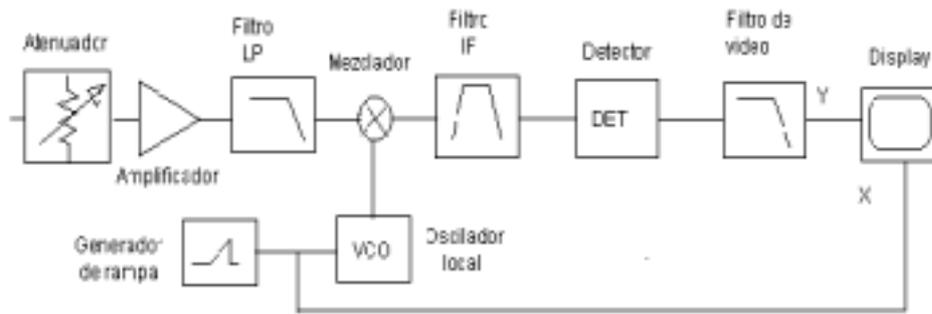


Figura 2. Diagrama de bloques de un analizador de espectro heterodino.

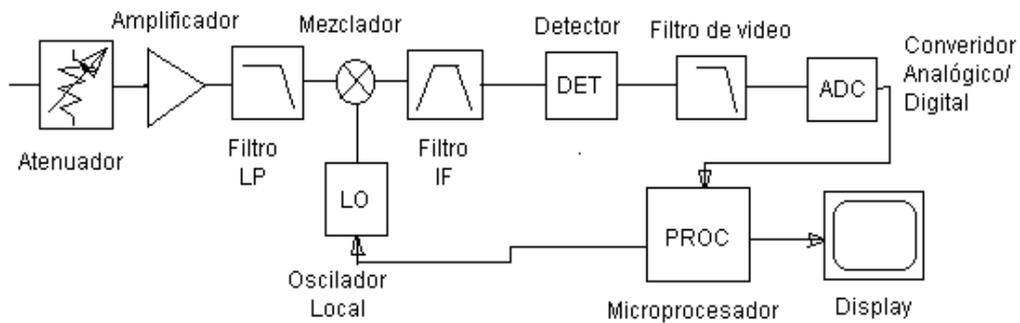


Figura 3. Diagrama de bloques de un analizador de espectro digital, controlado por microprocesador.

El paso de tecnología analógica a digital, Figura 3, implica la utilización de microprocesadores y la introducción de displays digitales. En este caso, la salida del filtro FI (o del detector) se convierte a dígitos binarios con un CAD. Los valores digitales son leídos por un microprocesador que controlará el display digital donde se muestra la imagen y al oscilador local (LO) que gobierna el mezclador del dispositivo.

En la Figura 4 se muestra el diagrama de bloques del analizador de espectros en estudio, el TEKTRONIX 2711. Puesto que el analizador Tektronix 2711 es un analizador de espectro digital, heterodino y de barrido, existen similitudes con el esquema mostrado en la Figura 3. En este caso, se puede apreciar la existencia de 3 conversiones de frecuencia en cascada. Estas conversiones se realizan para trabajar en una frecuencia intermedia, FI, adecuada. Un valor de FI alto facilita la supresión de las frecuencias imagen pero

Se dificulta la realización de filtros estrechos y detectores de FI. Sin embargo, si el valor de FI es bajo, es posible realizar filtros estrechos y detectores de forma más sencillos aunque se dificulta, en gran medida, la supresión de frecuencias imagen.

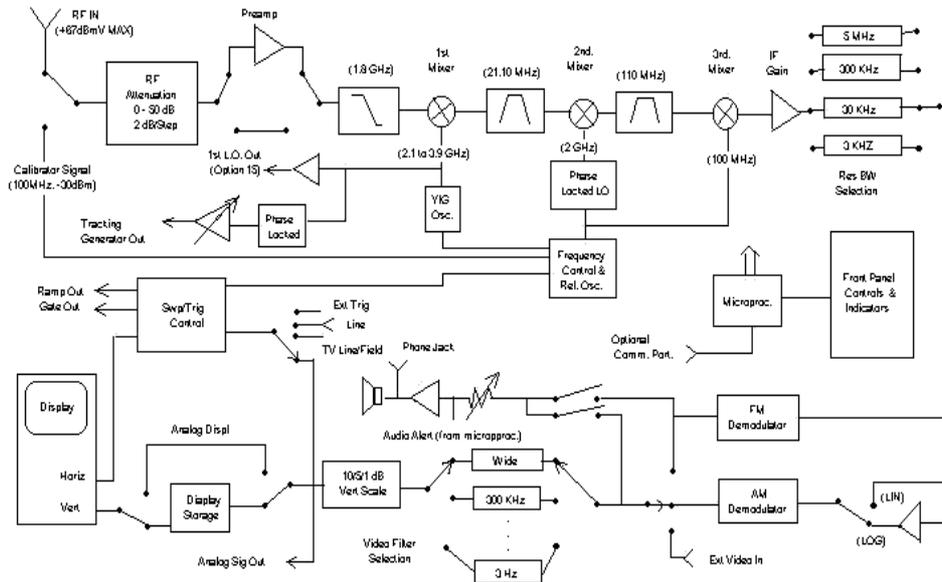


Figura 4. Diagrama de bloques del analizador de espectro TEKTRONIX 2711.

Aspectos generales de uso del analizador Tektronix 2711

En los siguientes apartados vamos a detallar cómo utilizar el analizador de espectros Tektronix 2711.

Antes de empezar a describir el manejo del instrumento, es preciso señalar que **NUNCA SE DEBEN INTRODUCIR SEÑALES AL ANALIZADOR DE NIVELES SUPERIORES A 20dBm (100mW ó 2.2V_{pp}) Y 100V_{DC}**. Por tanto, antes de introducir una señal al analizador de espectro, es preciso asegurarse que ésta no supera los límites admisibles por el equipo.

Por otro lado, todas las características que ofrece el instrumento son válidas a partir de un tiempo de calentamiento del instrumento de, aproximadamente, 15 minutos después de que se hayan realizado todos los pasos de normalización. Estas características son:

- **Rango de frecuencias:** 9 KHz - 1.8 GHz.
- **Precisión:** 10^{-5} de frecuencia central, ± 5 KHz, ± 1 Bit menos significativo.
- **Resolución de lectura:** $\leq 1\%$ del span/div para 100 KHz.
- **Rango de frec. Span/div:** De 100MHz/div a 10KHz/div en secuencias de 1, 2 y 5 con las teclas de flechas de SPAN/DIV (se puede definir un valor arbitrario con el teclado numérico del panel frontal o el menú de utilidades). Valores especiales: 180MHz/div con MAX SPAN ó 0 MHz con ZERO SPAN.
- **Bandas laterales de ruido:** ≥ -70 dBc para anchos de banda ≤ 100 KHz.
- **Ancho de banda de resolución:** 5 MHz, 300KHz, 30KHz y 3 KHz.
- **Filtro de video:** Reduce el ancho de banda de video aproximadamente 1/100 del ancho de banda de resolución, en modo AUTO. A través del menú de utilidades se pueden seleccionar filtros de 3Hz, 10Hz, 30Hz, 100Hz, 300 Hz, 1KHz, 3KHz, 10KHz, 30KHz, 100KHz, 300KHz y WIDE (completo).
- **Marcador (marker):** Marcador de frecuencia y amplitud (las medidas aparecen en pantalla precedidas de una 'M'). Usando el botón FREQ/MKR o las teclas \leftarrow e \rightarrow es posible situar el marcador en cualquier posición del barrido digital.
- **Marcador Delta:** Cuando está activo, aparece un segundo marcador (marcador de referencia) a la misma frecuencia que el primero. La diferencia en frecuencia y amplitud entre los dos marcadores aparece en pantalla precedida de una 'D'. Es posible desplazar el marcador como se indicó anteriormente.
- **Medida central:** Una vez activa permite que se desplace al centro de la pantalla la señal, por encima de cierto umbral, más cercana a él o, si está activo el marcador, la señal, por encima de dicho umbral, más cercana al marcador.
- **Rastreo de señal (Track):** Cuando se activa, el analizador busca continuamente la medida central para mantener dicha señal en el centro de la pantalla.
- **Visualización vertical:** En escala logarítmica, 0 dB/div, 5 dB/div y 1 dB/div, y los valores equivalentes en escala lineal.
- **Nivel de referencia:** Línea superior de la retícula o pantalla. En modo logarítmico, desde -70dBm hasta +20dBm o desde -23dBmV a +66.9dBmV (en pasos de 1 a 10dB). En modo lineal desde 8.84 μ V/div a 280mV/div (en pasos de 1, 2 y 5 desde 10 μ V/div a 280mV/div).

- **Rango dinámico Display:** Máximo 80dB en escala logarítmica (8 divisiones en escala lineal).
- **Rango de Atenuación RF:** De 0 a 50dB en pasos de 2 dB.
- **Entradas RF:** Conector hembra tipo N. Impedancia de entrada de 50 Ω . Nivel Máx aceptable de entrada: +20dBm (100mW) ó 66.9dBmV (2.2V) y 100V_{DC}.
- **Barrido:** 1 μ s a 2s/div en pasos de 1, 2 y 5.
- **Tensión de alimentación:** De 90V_{AC} a 250V_{AC} con frecuencia de entrada de 48Hz a 63Hz y 90V_{AC} a 132V_{AC} con frecuencia de 48Hz a 440Hz.

Además de todas estas características, en el manual del TEKTRONIX 2711 aparecen otras como *sensibilidades* (con y sin preamplificador), *respuestas espúreas*, *productos de intermodulación*, *distorsiones*, *niveles de disparo* (interno y externo), *conectores accesorios* (como RS-232, J103), *niveles de puerta y salida de barrido*, *memoria no volátil*, *tiempo de vida de la batería*, *calibrador interno*, *accesorios opcionales* (contador de frecuencia, conector de 24 pines, generador de tracking, interfaz RS-232, capacidad de monitor de video) y *requerimientos de potencia* (fusible, potencia de entrada y corriente de fugas). En este manual no se van a tratar, para simplificar, estas otras especificaciones.

El analizador de espectro 2711 es bastante robusto, pero puede ser dañado por alguna causa derivada de un manejo inadecuado del instrumento, como puede ser aplicar una señal demasiado grande a la entrada o fuentes de alimentación incorrectas, permitir humedad, suciedad u otros contaminantes en el interior de la carcasa y ventilar inadecuadamente el equipo.

Por otra parte, cada cierto período de tiempo hay que realizar una comprobación del sistema analizador, principalmente las primeras veces de utilización del instrumento y cuando han ocurrido factores como cambios de temperatura, presión, mucho tiempo sin utilización,... Esta comprobación del sistema es conocida como **normalización**.

La primera acción a realizar para trabajar con el analizador de espectro es enchufarlo. Antes de presionar POWER hay que **asegurarse de que no hay ninguna fuente de**

señal conectada al instrumento y que el cable de corriente está conectado. Una vez enchufado, los LEDs indicadores parpadearán y se escucharán una serie de tonos (*bips*) mientras el instrumento realiza un autochequeo de encendido. El analizador inicializa sus controles del panel frontal a los valores almacenados en memoria. Si, previamente, se ha utilizado el instrumento estos valores son los últimos utilizados y pueden ser parámetros definidos por el usuario (almacenados a partir del menú UTIL) o los valores por defecto (valores de fábrica almacenados en ROM interna del analizador) .

Si se emplean los valores predeterminados de fabrica, valores por defecto, se puede empezar a trabajar con el analizador de espectro después del encendido. Si, por el contrario, utiliza una configuración de valores definida por usuario, al comenzar a funcionar aparecen, en pantalla del instrumento, los siguientes mensajes:

- **WAITING FOR USER DEFINED POWERUP** (espera que se cargue la configuración definida por el usuario). El panel frontal permanece bloqueado y no se puede hacer nada hasta que no desaparezca este mensaje. En este intervalo de tiempo, el analizador de espectro modifica los valores de configuración predeterminados de fábrica por aquellos definidos por el usuario.
- **WARMUP TIME 15 MIN** (tiempo de calentamiento 15 min). Se pueden realizar medidas con el analizador tan pronto como se configure el instrumento. Sin embargo, para el correcto funcionamiento (según las especificaciones que fija el fabricante) el aparato necesita un tiempo de calentamiento de 15 min. Si se toman medidas antes de este tiempo de encendido, pueden aparecer errores de medida. El instrumento avisa de este hecho mostrando mensajes en su pantalla, especialmente si se selecciona un intervalo de tiempo –span– o un ancho de banda de resolución del filtro FI más estrecho del que aparece inicialmente en el encendido.

El analizador comienza a funcionar con un valor de **atenuación RF**, por defecto, de **50db**. Este valor suministra al instrumento la mayor protección puesto que toda señal aplicada a la entrada experimenta la máxima atenuación que se puede programar antes de alcanzar el circuito mezclador. Es recomendable que se emplee este valor cuando se conecten señales de amplitud desconocida al analizador.

La anchura (**SPAN**) se encuentra fijada a **180MHz** por división. Este es el máximo valor posible, lo que queda indicado con la palabra **MAX**. Es el valor más adecuado cuando se introducen nuevas señales ya que permite visualizar todo el rango de medida del instrumento (1.8GHz). Si empleamos valores de **SPAN** menores, habrá partes de la señal que quedarán fuera de pantalla. Aún así, es importante recordar que la **potencia total de la señal** (no sólo la que estamos visualizando, sino la suma total de todas las señales que recibe el analizador) debe permanecer **por debajo de +20dBm**. Es posible estudiar un dominio de frecuencia pequeño asociado a la señal de entrada si disminuimos el **SPAN** y la atenuación programadas (esto acarrea el problema de que dicha atenuación se baja para toda la señal de entrada entrante al analizador de manera que podría darse el caso de que, en la parte de la señal que queda fuera del rango de frecuencia visualizado en la pantalla, tengamos un valor de señal demasiado grande que saturare los circuitos mezcladores, introduzca respuestas espúreas y dañe el mezclador). Por todo esto hay que tener muy en cuenta los valores de atenuación introducidos al analizador según sea la señal a medir (por regla general, si desconocemos la señal, impondremos máxima atenuación, 50 dB).

Pantalla del analizador de espectro Tektronix 2711

Los datos que aparecen en la pantalla al encender el analizador de espectro, Figura 5, son:

- **900MHz**. Frecuencia central de la pantalla del analizador.
- **20.0dBm**. Nivel de referencia. Nivel de potencia que se tiene en la parte superior de la pantalla. Cada división vertical hacia abajo significa una disminución de potencia en tantos dB como se especifica con el factor de escala vertical (a la derecha de la pantalla) que, en este caso, es de 10dB.
- **180MHz/MAX**. Factor de escala horizontal. Cada división horizontal representa una variación, en frecuencia, de dicho valor. En este caso, aparece la etiqueta **MAX**

porque se trata del máximo escalado horizontal posible (permite observar todo el rango de medida del instrumento, 1.8GHz).

- **5MHz. RBW.** Ancho de banda de resolución del filtro de FI.
- **ATTN 50DB.** Atenuación de RF. Este valor es que se emplea por defecto (es el que asegura una mayor protección al instrumento). Consigue que, a la entrada del mezclador, no se superen -30dBm, lo que garantiza el óptimo funcionamiento del sistema.
- **VF WIDE.** Ancho de banda del filtro de video (postfiltrado que permite visualizar mejor la señal).
- **10 DB/.** Factor de escala vertical. Cada división vertical representa una variación, en potencia, de dicho valor

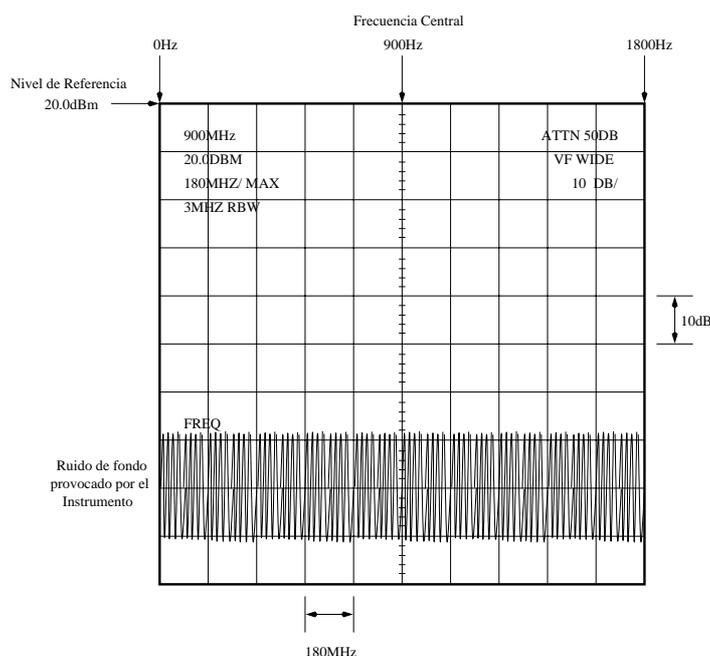


Figura 5. Pantalla inicial del analizador de espectro Tektronix 2711.

El espectro que se muestra, inicialmente, representa el nivel de ruido del analizador. Este nivel de ruido es la amplitud del ruido (que pasa a través del filtro de resolución) generado internamente por el propio instrumento. Si estrechamos el ancho de banda de dicho filtro, el ruido disminuye ya que la potencia de ruido es proporcional al ancho de banda de resolución.

El ruido aparece como una banda ancha e irregular que atraviesa la mitad inferior de la pantalla. El analizador está funcionando en modo digital con presentación de tipo *max/min*. La presentación *max/min* que se hace está destinada a asemejar el funcionamiento digital al analógico (para ver la **presentación analógica, presionar [D]**, lo que deshabilita el registro de almacenamiento D –cuando todos los registros están deshabilitados aparece el modo de funcionamiento analógico–). Para obtener la presentación *max/min* se muestrean, en 256 puntos, las amplitudes máxima y mínima del espectro analógico y se dibujan dos conjuntos, intercalados, de 256 puntos (en total se obtiene una gráfica de 512 puntos del espectro que son los puntos que se visualizan en la pantalla del analizador).

Control de la frecuencia central, el nivel de referencia y el intervalo por división (SPAN/div)

Los parámetros que más vamos a manejar en este analizador son la frecuencia (FREQUENCY), el intervalo por división (SPAN/DIV), el nivel de referencia (REF LEVEL) y el ancho de banda del filtro FI. Estos parámetros se podrán variar con los controles situados en el bloque central (de color gris) y con el menú de utilidades (UTIL MENU).

1. Mandos **FREQ/MKRS**, Figura 6.

- **Peak find.** El cursor (punto luminoso que aparece en la pantalla) se sitúa en el pico de mas potencia que haya en la pantalla. En la parte superior derecha de la misma se muestran la potencia y la frecuencia del pico.
- **MKR / Δ / OFF.**
 - Si se pulsa una vez, aparece un cursor que se puede mover usando la rueda del panel frontal o con las flechas MKR a derecha o izquierda.

- Si se pulsa una segunda vez, aparecen dos cursores, uno fijo y otro variable. En la parte superior derecha aparecerá la medida diferencial entre los dos cursores.
 - Si se pulsa una tercera vez se volverá a la posición inicial en la que, moviendo la rueda del panel, se desplaza el espectro permaneciendo fijo el cursor en el centro de la pantalla.
- **CRT-MEAS / TRKG.**
 - Si se pulsa una vez se situará en el centro de la pantalla el pico más cercano al cursor (*center measure*).
 - Si se pulsa una segunda vez (*tracking*), el pico se mantendrá en el centro de la pantalla aunque sufra fluctuaciones en frecuencia. Esta opción tiene el mismo efecto que si continuamente se repitiera la operación de [*center measure*].

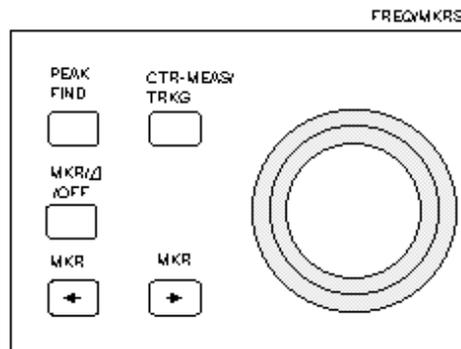


Figura 6. Mandos FREQ/MKRS.

2. Controles fundamentales y mandos del teclado (KEYPAD), Figura 7 y Figura 8.

- **FREQUENCY.** Permite variar la frecuencia central de la pantalla. El nuevo valor se puede introducir de tres formas:
 1. Directamente, utilizando el teclado o panel de números, junto con las unidades en que estemos trabajando. La tecla BKSP (*backspace*) se utiliza para borrar el último carácter escrito. El analizador dispone de un rango de

0Hz a 1.8GHz. Por ejemplo, si queremos introducir 100.2MHz como valor de frecuencia central, se debe pulsar la tecla [FREQUENCY] y, posteriormente, las teclas [1]-[0]-[0]-[.]-[2]-[X] del teclado.

2. Pulsando las flechas que se encuentran ubicadas en el frontal junto a [FREQUENCY]. Cada vez que pulsemos una flecha, se obtiene un desplazamiento en frecuencia igual al escalado horizontal que se haya programado.
3. Moviendo la rueda [FREQ/MKRS]. Cada *click* de la rueda genera un desplazamiento de la frecuencia de 0.02 veces el factor de escalado horizontal. Por ejemplo, si el escalado de frecuencia es de 1MHz por división, cada *click* provoca un desplazamiento de la frecuencia intermedia de 20KHz hacia arriba (si la rueda se gira hacia la derecha) o hacia abajo (si se gira la rueda hacia la izquierda).

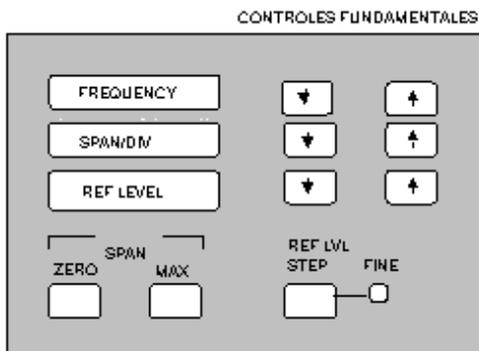


Figura 7. Controles fundamentales.



Figura 8. Teclado alfanumérico.

- **SPAN/DIV.** Varía el escalado horizontal. Se puede hacer de dos formas:
 1. Directamente, utilizando el panel de números, junto con las unidades en que estemos trabajando. La tecla BKSP (*backspace*) se puede utilizar para borrar el último carácter escrito. El analizador dispone de un rango de 10KHz a 180MHz. Por ejemplo, si queremos introducir un escalado horizontal de 10KHz, se debe pulsar [SPAN/DIV] y, posteriormente, las teclas [1]-[0]-[Y].
 2. Pulsando las flechas situadas junto a [SPAN/DIV]. El escalado horizontal varía, en la secuencia 1-2-5, desde 10KHz hasta 180MHz.

Se disponen, además, de dos botones que predefinen el SPAN a su valor máximo o mínimo. Estos botones son:

1. [ZERO]. Si se pulsa una vez se muestra, en el dominio del tiempo, la señal abarcada por el filtro de FI. El cambio de la escala temporal se realiza con las flechas de [RES BW] (se verá posteriormente). Si se pulsa de nuevo, se retorna al dominio de la frecuencia.
 2. [MAX]. Si se pulsa una vez se muestra el espectro completo de la señal (180MHz/div). Si se pulsa otra vez, se vuelve a la situación previa.
- **REF LEVEL.** Varía el nivel de referencia de señal. El nuevo valor se puede introducir de 2 formas:
 1. Directamente, utilizando el panel de números, junto con las unidades en que estemos trabajando (+dBx ó -dBx). La tecla BKSP (backspace) se puede utilizar para borrar el último carácter escrito. El analizador dispone de un rango de +20dBm hasta -70dBm. Este nivel de referencia aparece en el borde superior de la pantalla del analizador. Por ejemplo, si queremos introducir un nivel de referencia de -10dBm, se debe pulsar [REF LEVEL] y, posteriormente, las teclas [1]-[0]-[Y] del teclado.
 2. Además, se dispone del mando [REF LVL STEP] que fija la variación (entre 1dB y 10dB) que se produce al pulsar las flechas asociadas a [REF LEVEL]. El indicador [FINE], ubicado junto a la tecla [REF LVL STEP], se ilumina cuando se selecciona 1dB.
3. Mandos RES BW (ancho de Banda del filtro de FI) y SWEEP CONTROLS (controles de barrido), Figura 9.

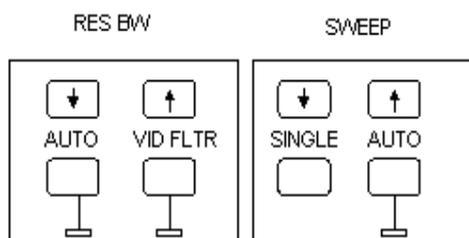


Figura 9. Mandos RES BW y SWEEP CONTROLS.

- El ancho de banda del filtro viene indicado en la columna derecha superior del display. Presionando las teclas [↑] ó [↓] de los mandos [RES BW] es posible cambiar, desde 3Hz hasta 300KHz y en pasos de 1-3, la resolución del ancho de banda del filtro FI. Si se presiona la tecla [AUTO], el analizador selecciona, automáticamente, el ancho de banda de resolución apropiado al SPAN que se ha programado (si se presiona de nuevo se desactiva la función de selección automática del ancho de banda).
- Si se presiona la tecla [VID FLTR] (filtro de video) se observa una señal más nítida. Cuando se activa esta función se hace pasar la señal detectada por un filtro de video cuyo ancho de banda es igual al ancho de banda de resolución. El ancho de banda de este filtro de video se puede determinar mediante el menú de utilidades [Menú UTIL].
- Las teclas [↑] y [↓] de [SWEEP] permiten cambiar, en pasos de 1-2 y 5 desde 2seg./div hasta 1μseg./div, la frecuencia de barrido. En modo analógico, sólo es posible hacer barridos en pasos de menos de 100μseg./div. Si se presiona la tecla [SINGLE], el analizador se configura en modo de barrido único (aparece en la pantalla la indicación SGLSWP MODE y cuando se presiona la tecla es cuando se produce el barrido). Si se programa otros modo de barrido (como puede ser un barrido provocado por alguna señal externa), el barrido comienza con la primera señal de disparo (*trigger*) que recibe el analizador de espectro y, al principio de cada barrido, aparece en pantalla del equipo la indicación SGLSWP ARM. Para salir de estos modos de barrido, incluido el barrido único, hay que presionar la tecla [AUTO] (el analizador selecciona, automáticamente, la frecuencia de barrido de forma apropiada al SPAN que se haya impuesto). Si se presiona, de nuevo, la tecla [AUTO] el analizador deja de seleccionar, automáticamente, la frecuencia de barrido.

Control de pantalla y entrada RF

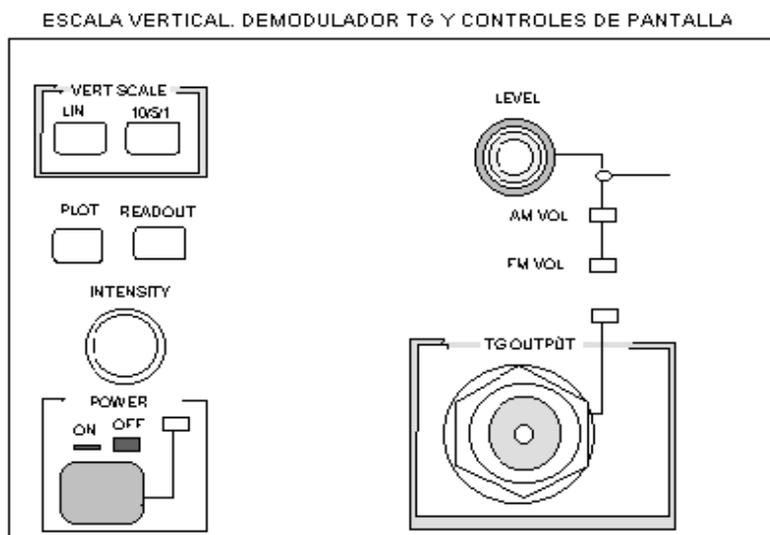


Figura 10. Controles de pantalla.

Los mandos de control de la pantalla son:

1. **LIN.** Cambia el modo de visualización vertical de LOG (logarítmico) a LIN (lineal). El factor de escala se controla con los mandos REF LEVEL en modo lineal y por el botón [10/5/1] en modo LOG.
2. **10/5/1.** Controla el factor de escala vertical en modo logarítmico. Pulsando, repetidamente, esta tecla se cambia la escala vertical en la secuencia 10-5-1dB/div.
3. **PLOT:** Envía, por el bus GPIB o la línea RS-232, el gráfico de pantalla a una impresora o plotter externos. Evidentemente, antes de enviar los datos, es necesario configurar las interfaces correctamente.
4. **READOUT.** Muestra u oculta el texto de la pantalla.
5. **INTENSITY.** Varía el brillo del TRC (tubo de rayos catódicos). Aumenta girando el mando en el sentido de las manecillas del reloj y decrece al girarlo en sentido contrario.
6. **POWER.** Enciende y apaga el instrumento. El LED verde queda iluminado cuando el instrumento está funcionando.

7. **LEVEL.** La rueda interior de este mando configura el nivel de *trigger* (disparo) en modo de disparo interno (INT), externo (EXT) o con la red AC (LINE). La rueda externa controla el volumen de los demoduladores AM y FM.
8. **AM VOL.** LED activo cuando está funcionando el demodulador AM.
9. **FM VOL.** LED activo cuando está funcionando el demodulador FM.
10. **TG OUTPUT.** Salida del generador de tracking (TG). No se encuentra disponible en este analizador de espectro.

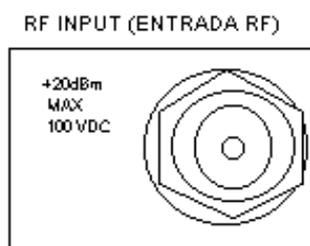


Figura 11. Entrada RF.

El conector de entrada y conexión al DUT es de tipo N y 50 Ω . Hay que tener en cuenta que, los **máximos valores que se pueden aplicar a la entrada del analizador de espectro** son:

Amplitud Máxima	+20dBm
Máxima tensión DC	100V
Rango de Frecuencia	9KHz a 1.8GHz

Registros (DISPLAY STORAGE)

El analizador de espectro dispone de una serie de registros ([A], [B], [C] y [D]) que permiten realizar ciertas funciones de análisis con el diagrama espectral que se está analizando, Figura 12.

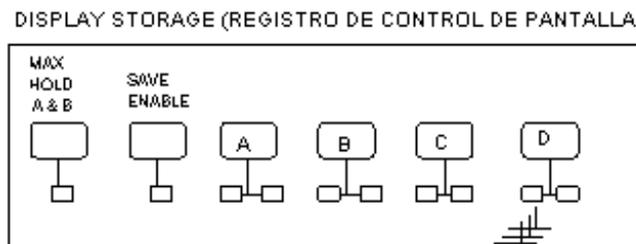


Figura 12. Registros de control de la pantalla.

1. **SAVE ENABLE.** Habilita las funciones de guardar y borrar los registros. Si después de presionar [SAVE ENABLE] se pulsa el botón correspondiente a un registro [A], [B] ó [C], en éste se guarda o borra el gráfico que muestra la pantalla del analizador. El LED que aparece bajo este botón indica si está habilitada (led iluminado) o no (apagado) esta función. Cuando un registro tiene una imagen cargada, tendrá encendido su LED rojo correspondiente (para ver su contenido se pulsará el botón del registro correspondiente –pasa a iluminarse, entonces, el LED verde asociado al registro–). Para borrar el contenido de un registro hay que pulsar [SAVE ENABLE] y, posteriormente, el botón del registro que se desea borrar.

El uso del registro [D] es particular. Para poder ser usado es necesario tener vacíos los otros tres registros puesto que hace uso de ellos. Al salvar este registro, se guardan las señales correspondientes a 4 barridos. Al mostrar, por pantalla, el contenido del registro [D] aparecerán los 4 barridos desplazados una división vertical de pantalla y media división horizontal. La gráfica inferior corresponde al último barrido que se almacenó (el que realmente se ha almacenado en el registro [D]) y la superior al primer barrido tomado (guardado en el registro [A]). Para salir de este modo de funcionamiento, pulsaremos de nuevo [SAVE ENABLE] [D].

2. **MAX HOLD A & B.** Cuando está habilitado, los registros A y B (según elección) almacenan los valores de pico del espectro que se está midiendo. Este modo compara la amplitud del barrido actual, punto a punto, con el máximo valor almacenado de barridos anteriores. Si la amplitud actual es mayor se almacena el valor actual, si no, se retiene el valor anterior. En el registro [D] se almacena el

barrido que tiene la máxima amplitud. El LED bajo este botón indica si está habilitada (led iluminado) o no (apagado) esta función y para salir de este modo hay que pulsar [MAX HOLD A&B] y [A].

Menús del analizador de espectro Tektronix 2711

Se describen, a continuación, los diferentes menús de que dispone el analizador.

1. **Menú de disparo y barrido** (TRIGGER & SWEEP), Figura 13. Las diferentes opciones que aparecen al seleccionar este menú se muestran en la Tabla 1.



Figura 13. Menú de disparo y barrido.

Disparo (trigger)	
0. FREE RUN	Funcionamiento en barrido continuo.
1. INTERNAL	Disparo del barrido desde una señal interna.
2. EXTERNAL	Disparo de barrido a partir de una señal externa.
3. LINE	Disparo de barrido desde la línea AC (220 V _{AC}).
4. TV LINE	Disparo de barrido desde un pulso de sincronización horizontal de TV.
5. TV FIELD	Disparo de barrido desde un pulso de sincronización vertical de TV
Barrido (sweep)	
6. SWEEP RATE	Permite definir el período de barrido.
7. MANUAL SCAN	Deja o no SCAN manual. Si lo hace, LEVEL controla la posición horizontal.
8. SYNC POLARITY	Cambia la polaridad del pulso de sincronismo de vídeo.

Tabla 1. Opciones disponibles en el menú de disparo y barrido.

2. **Menú de utilidades** (UTIL), Figura 14. Las diferentes opciones que aparecen al seleccionar este menú se muestran en la Tabla 2.



Figura 14. Menú de utilidades.

Tabla 2. Opciones disponibles en el menú de utilidades.

0. INITIALIZE INSTR SETTINGS	Reinicializa el analizador de espectro. Se configura con los últimos valores definidos por el usuario o con valores definidos de fábrica.
1. STORED SETTINGS 0. Last Power Down 1. Factory Default Power-Up 2. User-Defined Power Up 3. &UP User-Defined Settings	Cuatro pantallas que permiten al usuario definir los valores con que se configura el equipo al encenderlo. El contenido de los registros se puede guardar junto con los valores definidos.
2. KEYPAD ENTERED SETTINGS	
0. FREQUENCY	Permite definir el valor de la frecuencia central.
1. REFERENCE LEVEL	Permite definir el valor del nivel de referencia.
2. SPAN/DIV	Permite definir el valor de span/div (escala horizontal).
3. RF ATTENUATION	Selecciona entre nivel de atenuación a la entrada FIXED (fijo) o AUTO (automática) y permite la entrada desde teclado del nivel de atenuación fijo.
4. RESOLUTION BW 0. Auto 1. Fixed Scale	Selecciona entre resolución del ancho de banda (RBW) FIXED (fija) o AUTO (automática) y permite la entrada desde teclado del RBW fijo.
5. VIDEO FILTER 0. AUTO 1. FIXED	Selecciona entre ancho de banda del filtro de vídeo fijo (FIXED) o automático (AUTO) y permite la entrada desde teclado del BW fijo del filtro de video. Este es el único método para cambiar, manualmente, el BW del filtro de video.

<p>6. VERTICAL SCALE</p> <p>0. LOG 1 DB/DIV</p> <p>1. LOG 5 DB/DIV</p> <p>2. LOG 10 DB/DIV</p> <p>3. LINEAR</p>	<p>Selecciona un factor de escala vertical entre 1, 5, 10dB/div o escala lineal.</p>
<p>7. SWEEP RATE</p>	<p>Permite definir el período de barrido.</p>
<p>3. NORMALIZATIONS</p> <p>0 ALL PARAMETERS</p> <p>1 FREQUENCY ONLY</p> <p>2 AMPLITUDE ONLY</p>	<p>Habilita la normalización interna de los parámetros amplitud o frecuencia (o ambos, con ALL PARAMETERS) del analizador de espectro.</p>
<p>4.SYSTEM CONFIGURATION</p>	
<p>0. COMMUNICATION PORT CONFIG</p>	<p>Cambia entre manejo de I/O directo o por interrupciones. Muestra mensajes del estado en pantalla. Para configurar el puerto GPIB, seleccionar esta opción.</p>
<p>0. GPIB</p> <p>0. STATUS</p> <p>1. GPIB ADDRESS</p> <p>2. POWER ON SRQ</p> <p>3. EO/LF MODE</p> <p>4. TALK ONLY MODE</p>	<p>Activa o desactiva la línea del puerto GPIB:</p> <p>La opción 0 permite definir la dirección del puerto GPIB. La opción 1, configura la dirección GPIB del instrumento. La opción 2, cambia la generación de petición de servicio en el inicio del analizador (power-up). La opción 3, selecciona el mensaje hardware de terminación (EOI) o software (LF). Todos los instrumentos TEK soportan EOI. Finalmente, la opción 4 se usa cuando se envíen datos a la impresora/plotter desde el analizador y éste funcione en modo GPIB-no controlador.</p>
<p>1. SCREEN PLOT CONFIG</p> <p>0. COMM PORT</p> <p>1. PLOTTER LANGUAGE</p> <p>2. PLOT SPEED</p> <p>3. PLOTS PER PAGE</p> <p>4. PLOT POSITION</p>	<p>Seleccionado para configurar el puerto de comunicaciones para aplicaciones de impresora/plotter:</p> <p>La opción 0 indica los puertos de comunicaciones instalados. La opción 1 selecciona el lenguaje de impresora/plotter (HPGL para plotters, EPSON FX para impresoras). La opción 2 selecciona el rango de velocidades del plotter desde lento (SLOW) a rápido (FASTEST). La opción 3 selecciona entre 1 y 4 plots (gráficos) por página. La opción 4 selecciona la posición, en la página, de cada gráfico.</p>

2. PRINTER CONFIGURATION	Elige la salida de impresora entre el puerto de comunicaciones y pantalla (CRT)
3. INSTRUMENT CONFIG 0. AUDIO ALERT 1. MINIMUM SIGNAL SIZE 2. WAVEFORM TO PRINTER 3. WVFRM OUTPUT FORMAT 5. FREQUENCY CORRECTION 6. SPECTRAL DSPL IN MENUS 7. SWEEP HOLDOFF	La opción 0 cambia el tono de audio para las teclas, los errores o para ambos. La opción 1 habilita la mínima diferencia de amplitud de la señal de entrada necesaria para las funciones de marcado. La opción 2 permite la salida, o no, al puerto de comunicaciones siguiendo cada barrido de los datos de la señal, en formato ASCII o binario. La opción 3 selecciona la salida del puerto de comunicaciones entre ASCII y binario. La opción 5 permite, o no, correcciones de frecuencia. La opción 6 provoca que se vea la señal mientras se trabaja con los menús. La opción 7 selecciona el rechazo de barrido entre NORMAL y SHORT HOLDOFF (pequeño).
4. REAL-TIME CLOCK SETUP	Permite redefinir el reloj del sistema.
5. STORED SETTINGS PROTECT	Previene el borrado de los valores de control. Cuando estos están protegidos, no se pueden borrar.
6, 7. FACTORY TROUBLES. AIDS	Ayudas para la resolución de problemas.
9. INSTALLED OPTIONS DISPLAY	Lista en pantalla las opciones instaladas.
5. INST DIAGNOSTICS /ADJUSTMENTS	
0,1,3,4,6	Ayudas para resolver problemas del equipo.
2. MANUAL ADJUSTMENTS	Ajustes manuales
2. DISPLAY STORAGE CAL	Se emple, junto con los controles del panel posterior, para ajustar la alineación de traza.
5. SERVICE NORMALIZATIONS 0. FREQUENCY NORMALIZAT 1. REFERENCE NORMALIZAT 2. AMPLITUDE NORMALIZAT 4. NORMALIZAT VALUES 5. PRINT ALL NORM VALUES 6. NORM DEBUG TO PRINTER	Las opciones 0, 1 y 3 se usan, junto con señales externas o algún otro equipo, para calibrar los parámetros internos del analizador de espectro. La opción 4, muestra en pantalla los parámetros de normalización. La opción 5, imprime los parámetros de normalización. Finalmente, la opción 6, imprime los mensajes que aparezcan durante la normalización.
7. SERVICE REQUEST	Genera una petición de servicio GPIB (SRQ) con propósitos de testeo.
9. MORE 0. PRINT READOUTS	La opción 0 permite envía los datos de pantalla a la impresora.

3. **Menú del marcador y de la frecuencia** (MKR/FREQ), Figura 15. Las diferentes opciones que aparecen al seleccionar este menú se muestran en la Tabla 3.

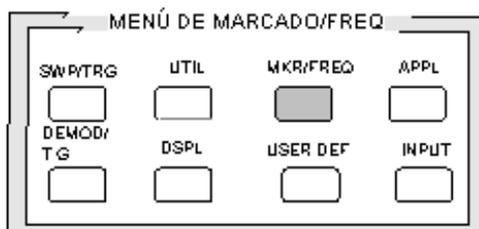


Figura 15. Menú del marcador y de la frecuencia.

Tabla 3. Opciones disponibles en el menú del marcador y de la frecuencia.

0. THRESHOLD	Permite programar la diferencia de amplitud de señales necesaria para las funciones del marcador y del límite de detector.
1. PROGRMD TUNING INC 0. CENTER FREQ 1. MARKER FREQ 2. KEYPAD-ENTERED INC 3. KEYPAD ENTRY 4. RETURN TO AUTO	Seleccionando esta opción se determina si el incremento asociado a la rueda del panel frontal se realiza sobre la frecuencia central, la frecuencia del marcador en uso o la frecuencia introducida por teclado. La opción 4 devuelve a la selección automática (AUTO) del incremento de sintonización (tuning).
2. KNOB FUNCTION 0. FREQUENCY 1. MARKER	Elige la función de la rueda del panel frontal entre control de frecuencia o de marcador.
3. MARKER TO REF LEVL	Cambia el nivel de referencia a la amplitud actual del marcador (si éste está activo).
4. MOV MARKER TO NEXT PEAK	Mueve el marcador al mayor o menor pico espectral más cercano.
5. TRANSPOSE MARKERS	Intercambia los marcadores fijo y desplazable.
6. MARKER START/STOP	Iguala las frecuencias de inicio y fin (start/ stop) de la pantalla a las posiciones actuales de los marcadores.
7. FREQUENCY START/STOP 0. FREQ START ENTRY 1. REQ STOP ENTRY	Permite definir el valor de las frecuencias de inicio y fin en pantalla.
8. TUNING INCREMENT	Selecciona el incrementos de sintonización entre diferentes opciones (AUTO, PROGRMD y TABULAR).

9. SETUP TABLE	
0. CENTER/START FREQUENCY	Cambia el control de la rueda del panel frontal entre frecuencia central y de inicio.
1. COUNTER RESOLN 0. COUNT. OFF WHEN TRKG 1. 1 HZ 2. 1 KHZ	Apaga la lectura del contador en modo de seguimiento de señal (signal track mode) y selecciona la resolución del contador a 1Hz ó 1KHz (sólo si se dispone de un contador de frecuencia).
2. TABULAR TUNING TABLES	Selecciona, de entre una lista de frecuencias estándar de TV de cable o difusión, el incremento de sintonización.
3. FREQ OFFSET	Permite programar un valor con el que se compensa (offset) la frecuencia central en la pantalla.
4. FREQ OFFSET MODE	Determina si el offset de frecuencia (FREQ OFFSET) está en ON PLUS (activado positivo), ON MINUS (activado negativo) u OFF (desactivado). Para que aparezca, el valor de offset debe estar establecido como ON MINUS.

4. **Menú de aplicaciones** (APPL), Figura 16. Las diferentes opciones que aparecen al seleccionar este menú se muestran en la Tabla 4.

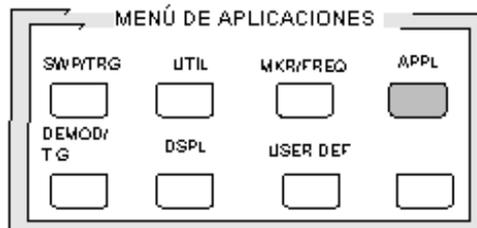


Figura 16. Menú de aplicaciones.

Tabla 4. Opciones disponibles en el menú de aplicaciones.

0. BANDWIDTH MODE	Determina el BW (entre los puntos dados por un cierto número de dBs por debajo del valor máximo) de un pico espectral.
1. CARRIER TO NOISE	Mide la relación portadora a ruido en los puntos indicados por los marcadores.

2. NOISE NORMALIZED	Mide el ruido, en un ancho de banda normalizado, en el punto indicado por el marcador.
3. SIGNAL SEARCH MENU 0. BEGIN FREQ 1. END FREQ 2. START TEST 3. DISPLAY RESULTS	Permite definir los parámetros de búsqueda, en el espectro, de una componente de la señal visualizada. Las opciones 0 y 1 fijan la frecuencia a la que debe empezar y terminar, respectivamente, la búsqueda. La opción 2 inicia la búsqueda y, finalmente, la opción 3 permite seleccionar hacia donde (a la impresora o a la pantalla) se envían los resultados (se elegie cual de los dos por medio de [UTIL][4][2]).
4. OCCUPIED BW	Determina el BW que contiene un porcentaje especificado de energía de la señal.
7. FM DEVIATION MODE	Muestra, en pantalla, la desviación vertical de la FM instantánea en 10, 5 ó 1KHz/div.
9. SETUP TABLE 0. DB DOWN OF BW MODE 1. NORM BW FOR C/N 2. NOISE NORM'D BW 3. PERCENT OCCUPIED BW	Permite la configuración del número de dBs por debajo asociado al BANDWIDTH MODE, del ancho de banda normalizado para medidas de ruido y relación Carrier/Noise y del porcentaje de energía para medidas de BW ocupado.

5. **Menú del demodulador y del generador de tracking** (DEMOD/TG), Figura 17.

Las diferentes opciones que aparecen al seleccionar este menú se muestran en la Tabla 5.

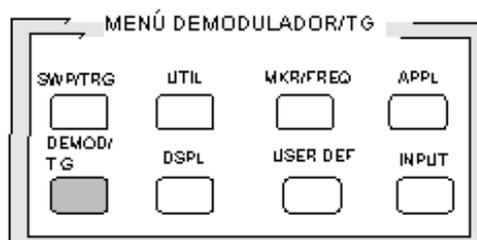


Figura 17. Menú del demodulador y del generador de tracking.

0. OFF	Desconecta la salida, a altavoces, de los demoduladores.
1. AM DEMODULATOR	Conecta la salida del demodulador AM a un altavoz interno o a la salida para auriculares. El volumen se puede controlar con la rueda LEVEL.
2. FM DEMODULATOR	Conecta la salida del demodulador FM a un altavoz interno o a la salida para auriculares. El volumen se puede controlar con la rueda LEVEL.

Tabla 5. Opciones disponibles en el menú del demodulador y del generador de tracking.

6. Menú de pantalla (DSPL), Figura 18. Las diferentes opciones que aparecen al seleccionar este menú se muestran en la Tabla 6.

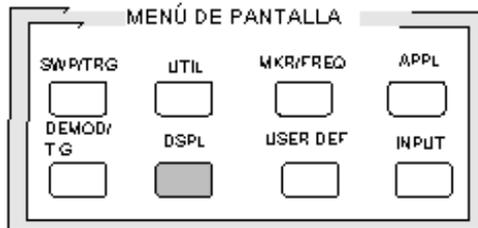


Figura 18. Menú de pantalla.

Tabla 6. Opciones disponibles en el menú de pantalla.

0. DIGITAL / ANALOG	Desactiva todos los registros de pantalla (modo analógico) y activa la configuración de los registros de pantalla (modo digital).
1. ENSEMBLE AVERAGING	
1. INITIATE AVERAGING	Comienza el proceso de promediado.
2. TERMINATE AVERAGING	Termina el proceso de promediado.
3. MAX	Calcula el promedio de los máximos de los valores espectrales.
4. MEAN	Calcula el promedio medio (la mitad entre los puntos máximo y mínimo).

5. MIN	Calcula el promedio de los mínimos de los valores espectrales.
6. MAX/MIN	Encuentra los promedios máximo/mínimo.
7. NUMBER OF AVERAGES	Calcula el promedio desde 1 a 1024 trazas o selecciona promedio continuo.
8. SAVE RESULTS IN DISPL.	Permite seleccionar entre los registros A, B, C para almacenar el promedio calculado.
2. B, C MINUS A	Resta el contenido del registro A de los registros B ó C si están activos.
3. B, C MINUS A OFFSET TO	Desvía (offset) el resultado de la resta definida previamente al nivel de referencia o a la frecuencia central.
4. ACQUISITION MODE	Cambia entre visualización de picos y max/min.
5. TITLE MODE	Habilita la introducción de títulos e información en pantalla.
6. GRATICULATE ILLUMINAT.	Activa o desactiva la iluminación de la retícula.
7. DISPLAY SOURCE	Cambia entre fuente de señal interna (INT) y externa (EXT) e indica el modo (AM ó FM) cuando seleccionamos INT.
8. DISPLAY LINE	Controla la línea de pantalla y del límite del detector (detector limit).
1. ON/OFF	Activa, o desactiva, y ubica la línea horizontal de pantalla a una amplitud determinada.
2. VALUE ENTRY	Permite definir la amplitud de la línea de pantalla.
3. DISPLAY LINE TO MARK.	Fija la amplitud de la línea de pantalla a la amplitud actual del marcador.
4. LIMIT DETECTOR	Configura que suene una alarma audible si la señal está por encima de la línea límite de detector, si está por debajo de ella o si está por debajo de ella pero por encima del umbral. El límite del marcador se impone usando [MKR/FREQ][0].
9. MIN HOLD IN WFM nn	Acumula el valor mínimo del espectro y habilita la selección del registro que almacenará el resultado.

7. **Menú de definiciones de usuario** (USER DEF), Figura 19. Las diferentes opciones que aparecen al seleccionar este menú se muestran en la Tabla 7.

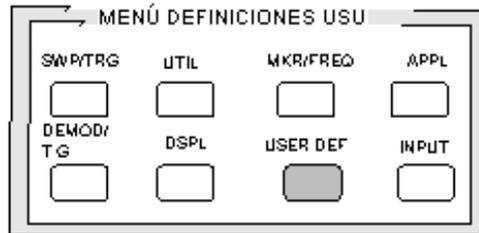


Figura 19. Menú de definiciones de usuario.

0. PROGRAM 0 8. PROGRAM 8	Programas (secuencias de pulsación de teclas) definidos por el usuario (UDPs). Se seleccionan y ejecutan presionando [USER DEF] y [program#].
9. USER DEF PROG UTILITIES	Utilidades preprogramadas para crear UDPs.
0. ACQ/EXIT KEY STROKES	Se utiliza para empezar a definir las teclas (o terminar de definir teclas) sin almacenar el UDP.
1. TITLE EDIT	Crear o modificar el nombre del UDP.
2. WAIT FOR END OF SWEEP	Se emplea para que el UDP espere hasta que finalice el barrido. Muestra, en pantalla, el mensaje "WAIT FOR END OF SWEEP". Es necesario para funciones que utilicen procesado de fin de barrido como cuenta (count), medida de centro (cent meas) ...
3. DISPLAY MESSAGE	Crear, o borrar, mensajes que se mostrarán en pantalla durante la ejecución del UDP.
4. PAUSE FOR "USER DEF" KEY	Empleado para que, en los UDPs, aparezca "PRESS USER DEF KEY TO CONTINUE" (presione la tecla USER DEF para continuar) y para bloquear la ejecución del programa hasta que se presione dicha tecla.
5. CONTINUOUS EXECUTION	Cuando está seleccionado, provoca que se repita continuamente el UDP.
6. STORE	Almacena el UDP seleccionado en la posición (de la 0 a la 8) elegida. Dicha posición debe estar vacía antes de almacenar el UDP. Si el UDP tiene nombre, éste aparece al lado del número de programa.
7. DELETE	Borra los UDPs seleccionados (según su número).
8. PROTECT	Protege de ser borrados los programas almacenados. El carácter # indica la protección.

Tabla 7. Opciones disponibles en el menú de definiciones del usuario.

8. **Menú de entrada** (INPUT), Figura 20. Las diferentes opciones que aparecen al seleccionar este menú se muestran en la Tabla 8.



Figura 20. Menú de entrada.

1. PREAMP	Activa o desactiva el preamplificador interno.
2. 50Ω DBM / 75Ω DBMV	Calcula los factores de conversión para conmutar entre fuentes de 50 W/dBm y fuentes de 75 W/dBV. Sirve para reescalar la pantalla.
3. REF LEVEL UNIT	Selecciona la unidad de referencia tomada.
0. DBM	Referencia en miliwatios.
1. DBMV	Referencia en milivoltios.
2. DBV	Referencia en voltios.
3. DBUV	Referencia en microvoltios.
4. DBUW	Referencia en microvatios.
5. DBUV/M IN WFM X	Referencia en microvoltios por metro. Usar [DSPL] para seleccionar el registro de pantalla.
9. DBUV/M SETUP	Permite definir factores de antena y distancias de test.
4. 1 ST MXR INPUT LVL	Permite definir el valor de la amplitud de entrada al primer mezclador que defleca la pantalla al nivel de referencia.
5. RF ATTENUATION	Permite definir si el analizador selecciona automáticamente (AUTO) o no el nivel de atenuación de RF.
6. EXTERNAL ATTEN/AMPL 0. ON/OFF 1. ATTEN/AMPL ENTRY	Indica si hay presente atenuación o amplificación externa al analizador y permite configurar dicha cantidad.
7. CAL SIGNAL @100MHZ-30DBM	Activa o desactiva la señal de calibración interna.

Tabla 8. Opciones disponibles en el menú de entrada.