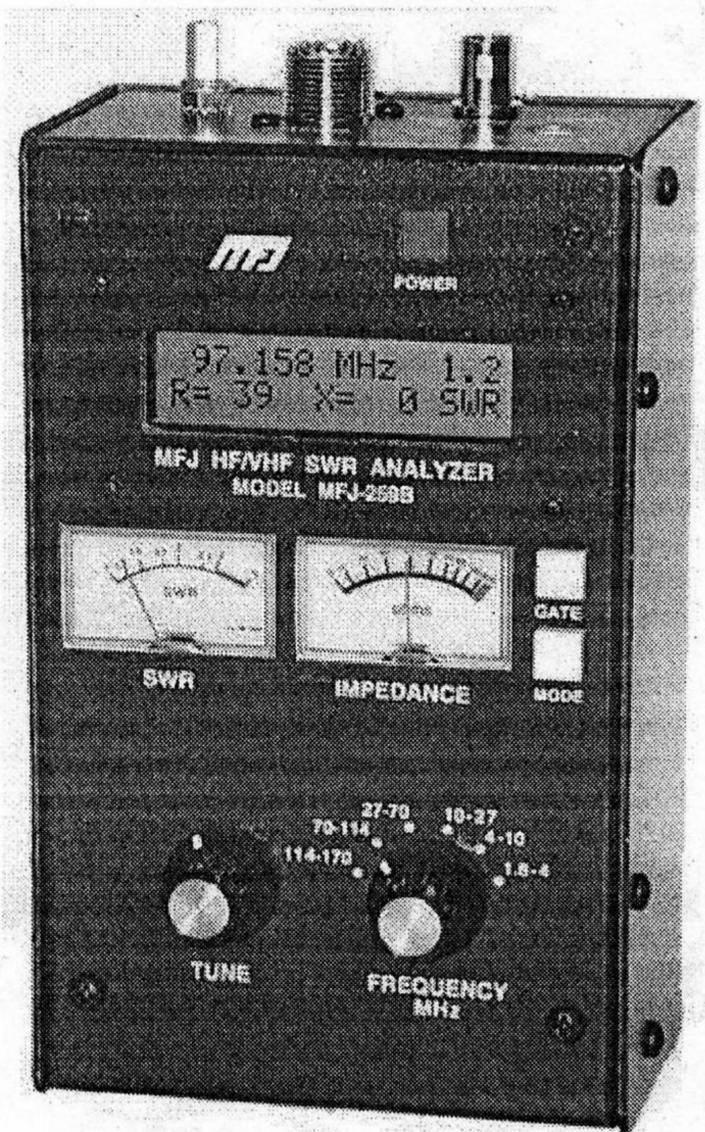


ANALIZADOR DE ANTENA

MFJ259-B



INDICE DE MATERIAS

1.0 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Unas palabras sobre precisión	2
1.2 Utilizaciones típicas	2
1.3 Gama de frecuencias	4
2.0 FUENTES DE ALIMENTACIÓN	4
2.1 Alimentación externa	4
2.2 Uso de baterías internas	4
2.3 Uso de pilas recargables tamaño "AA"	5
2.4 Uso de pilas convencionales tipo "AA"	5
2.5 Modo de ahorro de energía (modo "dormido")	6
3.0 MENU PRINCIPAL Y PANTALLA	6
3.1 Reglas generales de conexión	6
3.2 Pantalla de encendido	7
3.3 Descripciones del modo principal	7
3.4 Señal de aviso parpadeante "Voltage Low" (Tensión baja)	8
4.0 MODO PRINCIPAL (o de arranque)	9
4.1 Reglas generales de conexión	9
4.2 ROE de la antena	9
Algunas ideas sobre antenas y líneas	10
4.3 Pérdidas en el coaxial	11
4.4 Capacitancia	11
4.5 Inductancia	12
5.0 OPERACIÓN AVANZADA	13
5.1 Anticipo	13
5.2 Reglas generales de conexión	14
5.3 Magnitud y ángulo de fase de la impedancia	14
5.4 Pérdidas de retorno y Coeficiente de reflexión	15
5.5 Distancia hasta el punto de fallo	15
5.6 Modo de resonancia	16
5.7 Porcentaje de potencia transmitida	16
6.0 AJUSTE DE ANTENAS SIMPLES	18
6.1 Dipolos	18
6.2 Verticales	18
6.3 Sintonía de una antena sencilla	18
7.0 ENSAYO Y SINTONÍA DE SECCIONES ADAPTADORAS Y LINEAS DE TRANSMISIÓN	19
7.1 Ensayo de secciones adaptadoras	19
7.2 Factor de velocidad de líneas de transmisión	20
7.3 Impedancia de líneas de transmisión o antenas Beverage	21
7.4 Ajuste de sintonizadores	22
7.5 Ajuste de redes de adaptación de amplificadores	22
7.6 Ensayo de transformadores de RF	22
7.7 Ensayo de Baluns	23
7.8 Ensayo de Choques	24
8.0 ASISTENCIA TÉCNICA	24

1.0 INTRODUCCIÓN

Atención: Lea atentamente la Sección 2.0 antes de utilizar este producto. Una alimentación incorrecta o excesiva tensión en el terminal de antena dañaría el aparato.

Descripción

El MFJ-259B es un analizador de impedancias compacto y alimentado a baterías. Este aparato combina cuatro circuitos básicos: un oscilador variable entre 1,8 y 170 MHz, un frecuencímetro, un puente de 50 Ω y un microcontrolador de ocho bits. Este aparato efectúa una amplia variedad de útiles mediciones de antenas o impedancias, incluidas las pérdidas en cables coaxiales y distancia hasta un punto de cortocircuito o circuito abierto.

Designado principalmente para analizar sistemas de antena de 50 Ω y líneas de transmisión, el MFJ-259B mide impedancias de RF entre unos pocos ohmios y varios centenares. Funciona también como una fuente de señal y como frecuencímetro. El margen de frecuencia para la medida de impedancias es de 1,8 hasta 170 MHz, en seis bandas solapadas.

1.1 Unas palabras sobre precisión

Los medidores de impedancia baratos tienen limitaciones. El texto que sigue detalla algunos problemas comunes y las razones de por qué ocurren.

Errores de medición. Las lecturas poco fiables se originan en tres áreas principales:

- 1) Entrada de señales desde fuentes externas de RF, usualmente estaciones de AM potentes.
- 2) Errores de detección y del convertidor A/D.
- 3) Impedancia de los conectores, conexiones y longitud de los cables.

Detectores de tensión de banda ancha. Casi todos los analizadores utilizan detectores de banda ancha. La razón es el coste. Los detectores de banda estrecha son muy caros, dado que el sistema detector debe incorporar un receptor de ganancia estable, lo cual sitúa a estos aparatos a un nivel de precio fuera del alcance de la mayoría de clientes potenciales.

Los detectores de banda ancha son sensibles a las tensiones externas por fuera de la banda, y solucionar la mayoría de interferencias de fuera de la banda no es sencillo. Los filtros corrientes pasabajos o pasabanda se comportan como pequeñas líneas de transmisión de impedancia variable a las distintas frecuencias. Los filtros pasabajos o pasaaltos cambian la impedancia y las mediciones de ROE, tal como si hubiese una sección de transmisión adicional. Esta modificación de la impedancia originada por los filtros limita severamente su utilidad.

Una solución a este problema (a menudo mencionada por los usuarios) es aumentar la potencia del generador interno. Desgraciadamente, la potencia requerida para activar un sistema de frecuencia variable limpio y libre de armónicos reduce enormemente la vida de la batería. En este equipo más del 70% del consumo total de la batería (unos 150 mA) se utiliza para producir la señal de prueba con bajo contenido armónico.

La mayoría de problemas de interferencia por RF ocurren en frecuencias bajas, ya que las estaciones potentes de AM se acoplan bien a las antenas grandes (especialmente a las verticales para 160 metros). MFJ ofrece un filtro ajustable que atenúa todas las señales fuera de banda mientras que no tiene prácticamente ningún efecto en las medidas entre 1,8 y 30 MHz. Adecuadamente utilizado, este filtro ajustable reduce la interferencia externa, con un efecto casi nulo en las mediciones deseadas.

Limitaciones de los componentes. Las limitaciones de los componentes son otra fuente de inexactitudes. Los diodos, cuando detectan tensiones muy reducidas, no son lineales. La precisión del MFJ-259B está mejorada por la utilización de detectores Scottky especiales de polarización cero para microondas con diodos compensadores. Cada unidad es compensada individualmente para proporcionar la mayor linealidad posible tanto con cargas de alta como de baja impedancia, haciendo de la resolución del 0,5 % del convertidor A/D la principal limitación.

Longitudes de las conexiones. Las longitudes de las conexiones entre los componentes del puente y entre éste y el conector de salida son otro problema cuando la impedancia es muy alta o muy baja. El MFJ-259B minimiza este problema utilizando componentes de montaje superficial para microondas con conexiones de longitud prácticamente cero.

Al contrario que otros instrumentos que presentan lecturas por fuera del margen fiable como si fueran números exactos, el MFJ-259B proporciona una señal de aviso. Si aparece en la pantalla ($Z > 650$) la impedancia es mayor de 650 Ω y por fuera del margen fiable del instrumento.

1.2 Utilizaciones típicas

El MFJ-259B puede usarse para ajustar, ensayar o medir lo siguiente:

Antenas:	ROE, impedancia, reactancia, resistencia, frecuencia de resonancia y ancho de banda
Sintonizadores	ROE, ancho de banda, margen de frecuencia
Amplificadores	Redes de acoplamiento, choques, supresores, trampas y componentes
Líneas coaxiales	ROE, longitud, factor de velocidad, Q aproximado y pérdidas, frecuencia de resonancia e impedancia
Filtros	ROE, atenuación y margen de frecuencia
Secciones adaptadoras.....	ROE, Q aproximado, frecuencia de resonancia, ancho de banda, impedancia
Trampas	Frecuencia de resonancia y Q aproximado
Circuitos sintonizados	Frecuencia de resonancia y Q aproximado
Pequeños condensadores	Valor y frecuencia de autoresonancia
Choques de RF y bobinas	Frecuencia de autoresonancia, resonancia serie y valor
Transmisores y osciladores	Frecuencia

El MFJ-259B mide y muestra lo siguiente:

Longitud de un cable (pies)	Fase de la impedancia (grados)	Resonancia (MHz)
Pérdidas de un cable (dB)	Inductancia (μ H)	Pérdidas de retorno (dB)
Capacidad (pF)	Reactancia (X) en ohmios	Frecuencia (MHz)
Impedancia (Z) en ohmios	Resistencia (R) en ohmios	ROE (respecto a 50 Ω)

El MFJ-259B es útil como generador de baja precisión. Pues proporciona una señal relativamente limpia (armónicos por debajo de 25 dB) y de un nivel de 3 Vpp (aproximadamente 20 mW) sobre una carga de 50 Ω . La impedancia interna de la fuente de señal del MFJ-259B es de 50 Ω .

Nota: Una descripción más completa de las características del MFH-259B y los métodos de medición más adecuados pueden encontrarse leyendo las secciones de cada medición en particular que se desee hacer. Consulte en el índice de materias las diversas aplicaciones.

1.3 Margen de frecuencia

El Conmutador **FREQUENCY** selecciona los márgenes de frecuencia del oscilador interno. (Hay un pequeño margen de solapamiento entre cada una de las bandas)

1,8 -4 MHz	4-10 MHz	10-27 MHz	27-70 MHz	70-114 MHz	114-170 MHz
------------	----------	-----------	-----------	------------	-------------

2.0 FUENTES DE ALIMENTACIÓN

ATENCIÓN: Lea esta sección antes de conectar el aparato a cualquier fuente de energía.
¡Las conexiones erróneas o tensiones inadecuadas pueden dañar a este producto!

2.1 Alimentación externa

NOTA: MFJ tiene una fuente de alimentación opcional, la MFJ-1315, que satisface todas las necesidades de alimentación externa. Le recomendamos haga uso de esta fuente.

La tensión debe ser superior a 11 V, y preferiblemente menos de 16 V cuando el aparato está encendido y funcionando. La máxima tensión en reposo (tensión en "OFF") cuando la fuente está débilmente cargada, es de 18 V. La fuente debe estar razonablemente bien filtrada y NO DEBE tener su polo positivo a chasis.

El MFJ-259B puede ser utilizado con un alimentador de ca externo (como el MFJ-1315 recomendado). La tensión ideal es de 14,5 Vcc. pero el aparato funcionará con tensiones entre 11 y 18 V. La demanda de corriente es de 150 mA como máximo. Asegúrese de leer las instrucciones sobre baterías si va a usar este medio.

El aparato tiene un conector de alimentación hembra de 2,1 mm cerca de los conectores de RF, marcado como "POWER 12VDC".

El aro exterior del conector **POWER** es el polo negativo, y el conductor central el positivo.

Insertando un conector macho en el receptáculo **POWER 12 VDC** se inhabilitan las baterías internas como fuente de alimentación. Las baterías internas, aunque estén desconectadas, al insertar el conector de alimentación exterior, reciben una ligera carga de mantenimiento.

CUIDADO: La inversión de polaridad o una tensión excesiva puede dañar o destruir el MFJ-259B. Nunca aplique más de 18 Vcc. Nunca use corriente alterna o cables con el positivo a masa.

2.2 Uso de baterías internas

Cuando se instalan por primera vez las pilas internas, debe posicionarse o comprobar la posición de un pequeño puente en plástico negro. Este puente de las pilas está situado dentro de la unidad, arriba de la placa de circuito impreso y cerca del área del interruptor OFF-ON y del conector de alimentación. Se accede al puente quitando ocho tornillos de ambos lados del MFJ-259B. Tras haber quitado los tornillos, retirar la tapa posterior por completo. El puente ajusta sobre dos de las tres patillas adyacentes y debe ser posicionado según el tipo de pila utilizada (recargable o no recargable).

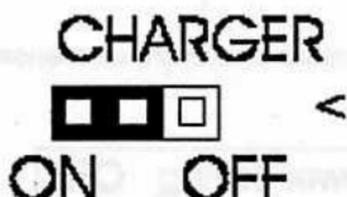
Para reemplazar las pilas se debe quitar un pequeño panel trasero del MFJ-259B, asegurado por medio de dos pequeños tornillos tipo Phillips.

2.3 Uso de pilas recargables tamaño "AA"

CUIDADO: Evite hacer uso de fuentes externas de menos de 13 V si se usan pilas recargables. Si la tensión exterior es demasiado baja, el cargador no funcionará adecuadamente y las pilas podrían descargarse. Recomendamos recargar las pilas con el interruptor de marcha en "OFF" y emplear un tiempo de carga suficiente (por lo menos diez horas) para asegurar la plena recarga de las pilas.

Cuando se usen pilas recargables, debe utilizarse una fuente externa cuya tensión permanezca entre 14 y 18 V. La intensidad típica de carga a través del circuito interno es de unos 10 o 20 mA. El cargador interno proporciona una corriente de mantenimiento cada vez que se aplica una tensión externa adecuada, incluso aunque el MFJ-259B esté apagado. La fuente de alimentación MFJ-1315 cumple con todas las demandas de alimentación.

Cuando se usen pilas recargables, el puente de plástico negro situado dentro de la caja (cerca del conector de alimentación exterior, en la cara trasera de la placa de circuito impreso) debe ser situado en la posición adecuada. Si no se hace así, las pilas no se recargarán. Con este tipo de pilas este puente debe situarse tal como indica el dibujo:



Con el puente insertado en las patillas de la izquierda, el circuito cargador está habilitado (ON).

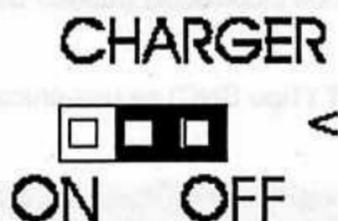
2.4 Uso de pilas convencionales tipo "AA"

Use siempre pilas alcalinas de buena calidad. Las pilas convencionales van bien, pero las alcalinas de buena calidad ofrecen menos riesgo de sufrir pérdida de electrolito que pueda dañar el equipo, además de que tienen una vida útil más larga.

Si hace uso de pilas corrientes no recargables, *quite las gastadas inmediatamente*. Las pilas deben quitarse también antes de guardar el equipo por periodos de tiempo prolongados (más de un mes).

ATENCIÓN: El cargador interno debe ser inhabilitado cuando se usan pilas corrientes no recargables.

Cuando se utilicen pilas corrientes no recargables, el puente interno que se menciona en el párrafo anterior (2.3), DEBE SER SITUADO HACIA EL LADO DERECHO. Ver el dibujo inferior; el puente debe quedar sobre las dos patillas de la derecha (OFF) para que el cargador quede inhabilitado.



Puente del cargador en posición deshabilitado (OFF)

2.5 Ahorro de energía (modo "durmiente")

El consumo de corriente del MFJ-259B es de aproximadamente 150 mA.

La vida las pilas se extiende haciendo uso del modo interno "Power Saving" (Ahorro de energía). Si no hacen cambios en el conmutador **MODE** o no se cambia de frecuencia en más de 50 kHz durante un periodo de dos minutos, se inicia el modo "durmiente". La corriente de descarga de las pilas en modo durmiente es de menos de 15 mA. Esta modalidad está indicada por un mensaje "SLP" en la esquina inferior derecha de la pantalla, tal como muestra el dibujo:

7.1698 MHz 3.7
R= 38 X= 61 SLP

Para "despertar" el equipo, pulsar momentáneamente las teclas **MODE** o **GATE**.

El modo durmiente se desactiva pulsando y manteniendo apretada la tecla **MODE** antes de aplicar la alimentación (pulsando la tecla **POWER**). Mantener pulsada la tecla **MODE** hasta que aparezca el mensaje indicado.

Si la desactivación ha tenido éxito, en la pantalla aparecerá un mensaje como el que se indica:

Power Saving OFF

3.0 MENÚ PRINCIPAL Y PANTALLA

ALERTA: No aplicar nunca RF u otras tensiones externas al conector **ANTENNA** de este equipo. En él hay diodos detectores de polarización nula que podrían dañarse por tensiones externas. Lea la sección 2.0 antes de aplicar alimentación a este equipo. Las tensiones incorrectas pueden dañarlo también.

3.1 Reglas generales de conexión

El conector **ANTENNA**, tipo SO-239 en lo alto del MFJ-259B proporciona la conexión de salida para medidas de RF. Este puerto es el utilizado para mediciones de ROE u otras en RF, con la excepción del frecuencímetro.

El conector **POWER** (de 2,1 mm) está descrito en la sección 2.0. Asegúrese de haber leído esa sección antes de usar el equipo, ya que alimentaciones incorrectas pueden dañarlo.

El conector **FREQUENCY COUNTER INPUT** (Tipo BNC) se usa únicamente para el frecuencímetro.

Nota: Todo lo que sigue es una descripción del menú de apertura (o por omisión) del MFJ-259B. Este equipo tiene asimismo una sección para usuarios adelantados en la sección 4.0

3.2 Pantalla de encendido

Tras haber accionado el interruptor **POWER** o tras aplicar energía externa con el interruptor **POWER** activado, en la pantalla aparece una secuencia de mensajes:

El primer mensaje es la versión del programa, indicando el número de la versión del software.

MFJ-259B
Rev. 2.00

El segundo mensaje es la fecha del copyright (c) del software

MFJ Enterprises
(c) 1998

Nota: Manteniendo pulsada la tecla **MODE** tras aplicar alimentación externa o haber accionado el interruptor **POWER** y manteniéndola pulsada hasta que aparece el mensaje de copyright (c) hace que aparezca el mensaje "POWER SAVING OFF" en cuanto se suelta la tecla **MODE**. Este mensaje aparece justo antes de la verificación de la tensión y confirma que la modalidad de ahorro de batería en modo dormido ha sido desactivada.

El tercer mensaje es la verificación de la tensión. Muestra la tensión de funcionamiento, indicando el estado de carga de la batería o la tensión de la fuente externa.

Voltage Low 9.5V
■

Voltage OK 14.7V
■■■■■■■■■■

El mensaje de la izquierda indicaría tensión baja (9,5 V), mientras que el de la derecha señala un valor conforme de la tensión de servicio.

El mensaje final es el de operación normal (**Impedance R&X**).

IMPEDANCE
R & X

3.3 Descripción del menú principal

Dos instrumentos de panel indican el valor de la ROE y la impedancia de la carga conectada al puerto **ANTENNA**.

Si se pulsa momentáneamente la tecla **MODE**, cambia la modalidad de funcionamiento. Tras soltar la tecla, la pantalla muestra los datos apropiados de la nueva modalidad.

La modalidad inicial tras la puesta en marcha es **IMPEDANCE R&X** (ver el dibujo de encima). En esta modalidad, la pantalla LCD del MFJ-259B muestra la frecuencia en megahercios (MHz), la ROE, la parte resistiva de la impedancia de carga (R=) y la parte reactiva de la impedancia de carga (X=). El instrumento **IMPEDANCE** muestra la impedancia compleja (Z, en ohmios), y el instrumento **SWR**, la ROE.

La segunda modalidad es la de **pérdidas en el coaxial**, que se alcanza pulsando una vez la tecla **MODE**. La pantalla LCD indica la frecuencia de prueba y las pérdidas aproximadas de un cable coaxial de 50 Ω , un atenuador de 50 Ω o un transformador o balun de 50 Ω (para modo de corriente diferencial solamente). En esta modalidad, el dispositivo o cable de 50 Ω no debe ser terminado con ninguna carga en su otro extremo; si se carga ese extremo, las pérdidas medidas serán mayores que las reales.

Capacidad en pF es la tercera modalidad. La pantalla LCD muestra la frecuencia de medida, la reactancia capacitiva (X_C =) en ohmios y la capacidad (C=) en picofaradios (pF). El instrumento **IMPEDANCE** muestra la reactancia en ohmios y el **SWR** muestra la ROE.

Inductancia en μ H es la cuarta modalidad. El dial digital indica la frecuencia de medida, la reactancia inductiva (X_L =) en ohmios y la inductancia (L=) en microhenrios (μ H). El instrumento **IMPEDANCE** muestra la reactancia en ohmios y el **SWR** la ROE.

El **frecuencímetro** es la quinta y última modalidad del modo principal. El conector marcado **FREQUENCY COUNTER INPUT** debe ser conectado a la fuente de RF cuya frecuencia se desee medir. La sensibilidad de este puerto va de 10 milivoltios (mV) en 1,7 MHz hasta 100 mV en 180 MHz. El frecuencímetro no está diseñado para ser usado por debajo de 1 MHz. La tecla GATE controla el tiempo de puerta del frecuencímetro. Con tiempos de puerta más largos (que se acompañan con más dígitos en el dial) se incrementa la resolución del contador.

Freq. Counter

14.15 MHz 0.01s
Freq. Counter

21.324 MHz 0.1s
Freq. Counter

144.2389MHz 1s
Freq. Counter

Tiempo de puerta, 10 mseg.
Resolución: 10 kHz

Tiempo de puerta 100 mseg.
Resolución: 1 kHz

Tiempo de puerta 1 seg
Resolución: 100 Hz

Cuidado: No aplicar nunca más de 2 Vpp o ninguna tensión continua al conector BNC de entrada del frecuencímetro.

3.4 Señal de aviso parpadeante "Voltage Low" (Tensión baja).

Si la tensión de alimentación o de la batería es inferior a 11 V, aparece un aviso "Voltage Low". Pulsando la tecla MODE durante el aviso, éste desaparecerá y se permitirá el funcionamiento con tensión baja. Las lecturas pueden no ser fiables con tensión por debajo de 11 V.

Voltage Low 9.5V

4.0 MODO PRINCIPAL (o de arranque)

CUIDADO: No aplicar nunca RF u otras tensiones externas al puerto de ANTENNA de este equipo. El equipo usa diodos detectores de polarización nula que pueden ser fácilmente dañados. Asegúrese que la alimentación es la correcta, tal como se describe en la Sección 2.0, antes de operar el equipo.

Para una perfecta evaluación de la información proporcionada por el MFJ-259B, es muy importante tener una comprensión básica del comportamiento de las líneas de transmisión y de las antenas. La mayoría de las explicaciones oportunas se encuentran en los *ARRL Handbook* y *ARRL Antenna Handbook*, a un nivel suficiente para las aplicaciones de aficionados. Evite confiar en rumores populares, leyendas urbanas o en informaciones no editadas, o editadas sin garantía o incluso manuales de apuntes o artículos.

4.1 Reglas generales de conexión

El conector **ANTENNA**, tipo SO-239 en lo alto del MFJ-259B proporciona la conexión de salida para medidas de RF. Este puerto es el utilizado para mediciones de ROE u otras en RF, con la excepción del frecuencímetro.

Recuerde usar buenas conexiones de RF. Mantenga los cables tan cortos como sea posible cuando mida componentes u cualquier sistema o dispositivo que no sea un sistema coaxial de 50 Ω . Cuando se midan sistemas coaxiales o antenas de 50 Ω , las líneas de interconexión de impedancias aleatorias pueden modificar la impedancia y la ROE. Use cable coaxial de 50 Ω de calidad reconocida y conectores adecuados de buena clase para evitar errores.

4.2 ROE de antenas

Para medir la ROE de una antena o la entrada de antena de un acoplador:

- a) Si la antena no utiliza un sistema de alimentación puesto a tierra, efectúe un cortocircuito momentáneo entre el vivo y la malla del cable. Ello evitará daños por cargas electrostáticas a los diodos detectores del MF-259B.
- b) Conecte inmediatamente (si se trata de un sistema no puesto a tierra) el cable de antena al conector **ANTENNA** del MFJ-259B.
- c) Sitúe el mando **FREQUENCY** en el margen de frecuencia adecuado.
- d) Accione el interruptor **POWER** del MFJ-259B, mientras observa el dial. La tensión de batería debe ser **OK** e indicar más de 11 V y menos de 16 V.
- e) El menú principal o de arranque mostrará en la pantalla LCD la frecuencia de trabajo, la ROE, la resistencia y la reactancia, además de la ROE y la impedancia en los instrumentos analógicos. En esta modalidad, la resistencia (parte real de la impedancia) y la reactancia (parte imaginaria) aparecen directamente en ohmios.

7.1598 MHz 3.6 R=153 X=62 SWR	14.095 MHz Z>25 R(Z>650) SWR
----------------------------------	---------------------------------

- f) Ajuste el mando **TUNE** hasta que el frecuencímetro muestre la frecuencia deseada o hasta que se alcance la mínima ROE, según convenga.

En la sección 5.0 se describen modalidades avanzadas de mediciones en antenas, pero salvo que las comprenda perfectamente, le sugerimos que las evite. La mayoría de las modalidades avanzadas son distintas maneras de presentar la misma información básica que aparece en el menú principal de arranque.

Algunas ideas sobre antenas y líneas

Las lecturas que proporciona el analizador son la ROE, la impedancia y la frecuencia de resonancia del sistema de antena **en el punto** en el que todo el sistema está conectado al MFJ-259B. La impedancia y la frecuencia de resonancia (punto en el que la reactancia pasa por cero) en el sitio exacto donde está conectado el instrumento puede **no ser** la frecuencia de resonancia de la misma antena.

Este equipo (o cualquier otro dispositivo de medida de impedancias) muestra una impedancia del sistema de antena, una ROE respecto a 50 Ω y una frecuencia de resonancia que pueden verse modificados por el efecto de "transformador" de la línea de transmisión y otros componentes entre la antena real y el MFJ-259B. Si la impedancia de la línea es de 50 Ω , este equipo mostrará la ROE real de la antena, exceptuando una ligera reducción del valor real si la línea es muy larga o tiene pérdidas apreciables a la frecuencia de trabajo.

- 1) La **FRECUENCIA DE RESONANCIA** es aquella donde la *reactancia* es de cero ohmios (o, en algunos casos, lo más próxima a cero ohmios según indique el MFJ-259B). Dado que la *resistencia* de una antena no tiene nada que ver con su frecuencia de resonancia, la frecuencia de resonancia del sistema **NO ES** siempre el punto de mínima ROE (aunque ciertamente podrían coincidir). De todas formas la carga de RF más deseable es casi siempre aquella con la ROE más baja, aunque pudiera no ser necesariamente un punto de resonancia.
- 2) Una **IMPEDANCIA** de 50 Ω puede estar compuesta una combinación de componentes resistivas y reactivas. Si la impedancia es de 50 Ω , pero la ROE no es 1:1, la causa más probable es que la reactancia constituye la mayor parte del total de la impedancia. Contrariamente a la creencia popular (y muy equivocada) es imposible obtener una ROE 1:1 perfecta cuando la carga es reactiva, incluso aunque el valor de la impedancia compleja sea exactamente 50 Ω .

Un buen ejemplo de ello es una carga reactiva casi pura de 50 Ω . La pantalla LCD del MFJ-259B señalaría $R=0$ y $X=50$, porque el medidor de impedancia estaría viendo 50 Ω , pero la ROE sobrepasaría el límite ($ROE>25$) porque una carga reactiva de 50 Ω casi **no absorbe** potencia de la fuente y tiene una ROE cercana a infinito.

- 3) Incluso si una línea de transmisión perfecta es cortada exactamente a media onda eléctrica (o a un múltiplo de la misma) será un múltiplo de media onda exacta *solamente* en una frecuencia de esa banda. A frecuencias ligeramente distintas la línea ya no representa el verdadero punto de alimentación de la antena. La línea es "transparente" a la impedancia de la carga solamente cuando no tiene pérdidas y cuando es un múltiplo exacto de media longitud de onda. Cuando más larga (en términos de longitud de onda) es la línea de transmisión más crítica es la longitud y menos afinadas son las medidas.
- 4) Si la línea **NO ES** un múltiplo exacto de $\frac{1}{4}$ de onda, la frecuencia de resonancia de la antena puede desviarse hacia arriba o abajo bajo los efectos de la línea de transmisión. Una línea desadaptada y distinta de un cuarto de onda añade una reactancia que puede cancelar la reactancia de la propia antena a frecuencias a las cuales ella no resonaría por sí misma.

Por lo común, en los dipolos y por una combinación de antena y línea de transmisión, se dan múltiples resonancias (puntos en que la reactancia pasa por cero) a frecuencias distintas de la de la resonancia real de la antena. Esto es un efecto normal.

- 5) Si la línea es de 50 Ω , no presenta radiación o corrientes en paralelo y tiene unas pérdidas mínimas, al desplazar el analizador a otro punto de la línea **NO CAMBIARÁ** la lectura de ROE. La impedancia y la frecuencia de resonancia pueden cambiar debido a los efectos de transformador de la línea, pero la ROE no cambiará.
- 6) Si la ROE cambia con la longitud de la línea, posicionado de la misma o poniéndola tierra (a cualquier distancia de la antena), la línea tiene uno o más de los siguientes problemas:
 - a) La línea está conduciendo corriente de RF en modo común (por la malla) y radiando.
 - b) La línea no tiene una impedancia de 50 Ω .
 - c) La línea tiene elevadas pérdidas.

4.3 Pérdidas en el coaxial

La segunda modalidad principal (o de inicio) es la de medida de las pérdidas en el cable coaxial (*Coaxial Loss*). Se accede a esta modalidad encendiendo el MFJ-259B y pasando a este menú. En la pantalla, el MFJ-259B indica la frecuencia y las pérdidas del coaxial en dB. El instrumento de impedancia está desactivado en esta modalidad, que fue diseñada para efectuar mediciones en cables de 50 Ω , pero que puede medir asimismo pérdidas en modo diferencial en muchos tipos de transformadores con línea de 50 Ω y balunes tipo choque (bobina), así como las pérdidas en atenuadores de 50 Ω .

CUIDADO: No mida transformadores convencionales, o atenuadores o cables coaxiales con impedancia distinta a 50 Ω . Al efectuar mediciones, el lado opuesto del dispositivo bajo prueba puede presentar un circuito abierto o una reactancia pura terminal. Cualquier resistencia de pérdidas hará que la atenuación sea peor de lo que es en realidad.

Para medir pérdidas:

- 1) Conecte el MFJ a un cable de 50 Ω , atenuador, balun de línea o transformador que se desee medir. Asegúrese de que el extremo distante del componente bajo prueba no está terminado con ninguna resistencia.
- 2) Ponga en marcha el MFJ-259B. Después que la pantalla alcance la función de inicio de medidas, pulse una vez la tecla **MODE**.
- 3) La pantalla parpadeará durante unos momentos con "Coax Loss".
- 4) Lea las pérdidas en dB a cualquier frecuencia de las cubiertas por el aparato.

28.721 MHz
CoaxLoss = 24dB

144.23MHz
CoaxLoss = 0.8 dB

4.4 Capacidad

Nota: El MFJ-259B mide la *reactancia* y la convierte en capacidad, sin poder determinar si esa reactancia es en realidad capacitiva o inductiva. Se puede determinar si es una u otra variando la frecuencia.

Si al **aumentar** la frecuencia **disminuye** la reactancia (X en la pantalla o en el instrumento), la carga es **capacitiva** a la frecuencia de trabajo. Estamos ante un condensador real.

Por el contrario, si al **aumentar** la frecuencia, la reactancia también **aumenta**, estamos ante una carga **inductiva** a la frecuencia de trabajo. Estamos ante una bobina y se deberá emplear el menú "Inductance in uH".

"*Capacitance in pF*" es la tercera modalidad. En éste se miden los valores de capacidad en picofaradios (pF) a una frecuencia a elegir. El margen normal de medida es de unos pocos pF a varios miles de pF. La capacidad se evalúa midiendo la reactancia (X) a la frecuencia de trabajo.

El MFJ-259B no es exacto en la medición de reactancias inferiores a 7 Ω o por encima de 650 Ω . Si la reactancia del componente bajo prueba cae en el margen inexacto en la pantalla aparece "C(X<7) Xc" o bien "C(Z>650) Xc". Los valores de capacidad no se muestran si la precisión es dudosa.

15.814 MHz 5T
C= 197 pF Xc
Capacidad 197 pF

4.0456MHz
C(Z>650) Xc
Impedancia excesiva

4.0456MHz
C(X<7) Xc
Reactancia insuficiente

4.0456MHz
C(X=0) Xc
Reactancia cero

Para medir capacidad:

- 1) Encienda el MFJ-259B y pulse la tecla **MODE** hasta llegar al menú "**Capacitance in pF**" en la pantalla.

Capacitance
in pF

- 2) Conecte el condensador a medir al conector **ANTENNA** con las conexiones lo más cortas posible, o con la longitud real que vaya a usar en el circuito donde trabaje.
- 3) Ajuste la frecuencia lo más próxima al valor de trabajo que no produzca un aviso de fuera de margen "**C(Z>650)**" o "**C(X<7)**". La indicación **C(X=0)** señala que el condensador aparece como un cortocircuito para el MFJ-259B.

Cuando se mide un condensador, el valor indicado en la pantalla puede variar con la frecuencia. Esto ocurre debido a la inductancia parásita del propio condensador o a la longitud de las conexiones del conector **ANTENNA**, que quedan en serie con el condensador. Esto hace que la capacidad efectiva varíe con la frecuencia, de modo que a frecuencias elevadas, la capacidad efectiva parece mayor que a frecuencias muy bajas, alcanzando incluso un valor infinito (reactancia cero) cuando la capacidad y la inductancia de las conexiones entran en resonancia serie.

La frecuencia a la cual la impedancia del condensador combinada con la de las conexiones se hace cero (**X=0**) es la frecuencia de resonancia serie. En ocasiones se eligen para desacoplo condensadores con esta característica, operando en, o cerca de, la frecuencia de resonancia serie, pero por lo general, la frecuencia normal de trabajo cae lejos de la frecuencia de resonancia serie.

El instrumento **IMPEDANCE** indica la reactancia **X** en ohmios del condensador.

4.5 Inductancia

Nota: El MFJ-259B mide la **reactancia** y la convierte en inductancia, sin poder determinar si esa reactancia es en realidad inductiva o capacitiva. Se puede determinar si es una u otra variando la frecuencia.

Si al **aumentar** la frecuencia **aumenta** también la reactancia (**X** en la pantalla o en el instrumento), la carga es **inductiva** a la frecuencia de trabajo. Estamos ante una bobina

Por el contrario, si al **aumentar** la frecuencia, la reactancia **disminuye**, estamos ante una carga **capacitiva** a la frecuencia de trabajo y deberemos usar el menú "**Capacitance in pF**".

"Inductance in uH" es la tercera modalidad, y mide la inductancia de bobinas en microhenrios (μH) a una frecuencia a elegir. Los márgenes normales de medida van de menos de $0,1 \mu\text{H}$ hasta un máximo de $60 \mu\text{H}$. La inductancia se evalúa midiendo la reactancia (**X**) a la frecuencia de trabajo.

El MFJ-259B no es exacto en la medición de reactancias inferiores a 7Ω o por encima de 650Ω . Si la reactancia del componente bajo prueba cae en el margen inexacto en la pantalla aparece "**L(X<7) X_L**" o bien "**L(Z>650) X_L**". Los valores de inductancia no se muestran si la precisión es dudosa.

15.814 MHz 5T
L= 0.513 uH XI

Inductancia $0,513 \mu\text{H}$

144.04 MHz
L(Z>650) XI

Impedancia excesiva

3.5456MHz
L(X<7) XI

Reactancia insuficiente

4.0456MHz
L(X=0) XI

Reactancia cero
Posible cortocircuito

Para medir inductancia:

- 1) Encienda el MFJ-259B y pulse la tecla **MODE** hasta que en la pantalla aparezca "**Inductance in uH**".
- 2) Ajuste la frecuencia lo más cerca posible a la de trabajo, pero sin que se produzca un aviso de fuera de margen, por ejemplo "**L(X<7)**" o "**L(Z>650)**". Una indicación "**L(X=0)**" indicaría que el inductor aparece como un cortocircuito para el MFJ-259B, debido a que la frecuencia de medida o la inductancia son demasiado bajas para producir suficiente reactancia.

Al medir una bobina, la inductancia mostrada puede variar con la frecuencia. Esto es debido a la capacidad parásita de la propia bobina y de las conexiones. El instrumento **IMPEDANCE** indica la reactancia **X** en ohmios de la bobina.

Nota: La longitud de las conexiones, así como el diseño de la bobina puede afectar las lecturas de inductancia y su comportamiento. Al aumentar la frecuencia, por lo general, aumenta la inductancia y a ciertas frecuencias, la bobina parece tener reactancia infinita o cero en otras.

5.0 OPERACIÓN AVANZADA

AVISO: No aplique nunca RF o cualquier tensión al conector de antena de este equipo, porque usa diodos detectores de polarización nula que pueden ser fácilmente dañados por tensiones de incluso unos pocos voltios.

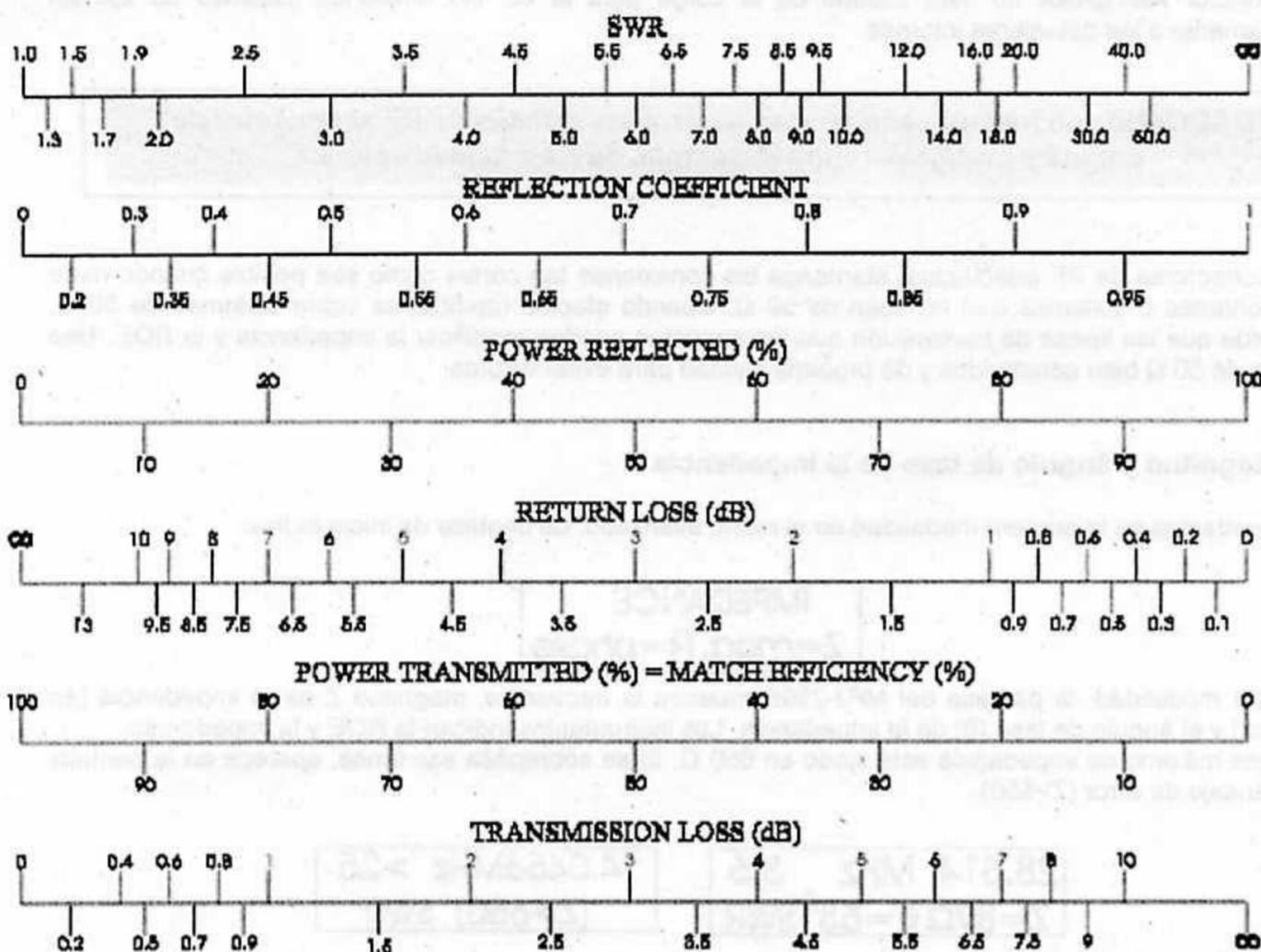
La modalidad avanzada se alcanza pulsando y manteniendo apretadas las teclas **GATE** y **MODE** durante varios segundos. Al soltarlas, aparece un mensaje "ADVANCED". Con los menús de esta modalidad es posible efectuar las siguientes mediciones:

Impedancia	ROE, magnitud y ángulo de fase de la impedancia
Pérdidas de retorno y Coeficiente de reflexión	ROE, pérdidas de retorno y coeficiente de reflexión
Distancia hasta el punto de fallo	ROE, impedancia y distancia hasta el fallo
Resonancia	ROE, resistencia y reactancia
Eficiencia de transmisión	ROE, impedancia y potencia directa como porcentaje de la potencia aparente

5.1 Anticipo

En la modalidad **ADVANCED**, el MFJ-259B mide la distancia hasta un punto de fallo, impedancia, reactancia y relación de ondas estacionarias (ROE),

Mide asimismo y muestra otros términos usados para describir la ROE. Estas descripciones esotéricas de la ROE incluyen las pérdidas de retorno, el coeficiente de reflexión y la potencia transmitida como porcentaje de la potencia aparente en el sistema. Algunos de esos términos pueden ser confusos, ya que su nombre no describe necesariamente lo que está ocurriendo en el sistema. *Nos permitimos recomendar a quienes no estén familiarizados con la información que aparece en esos modos especiales que eviten usarlos.*



El MFJ-259B contiene un puente de 50Ω , con detectores de tensión a través de cada rama. Un microprocesador de ocho bits procesa esas tensiones y aplica las fórmulas oportunas para obtener información útil. Los cálculos básicos son: resistencia, reactancia, ROE e impedancia compleja. En modos de precisión contrastada, el sistema se verifica a sí mismo y saca una media ponderada de la información más fiable. El sistema está limitado por el proceso de conversión analógica-digital A/D a ocho bits, por lo que en los límites ocurre algún salto de datos en el dígito menos significativo de las tensiones detectadas.

Aunque hemos procurado hacer este equipo tan preciso como ha sido posible, algunas de las fórmulas contienen raíces y otras funciones de orden elevado. La resolución de los detectores es del 0,5 % y hacemos el mayor uso posible de cálculos directos, pero aún así, son inevitables algunos errores para ciertos valores de impedancia.

Para comprender la compleja información proporcionada por el MFJ-259B es muy importante tener un conocimiento básico del comportamiento de las antenas y las líneas de transmisión y de la terminología empleada. La mayoría de las explicaciones se encuentran, por ejemplo, en los manuales de la ARRL, que probablemente son suficientes para la mayoría de las aplicaciones de aficionado. Evite manuales o apuntes no editados y artículos no contrastados o compruebe sus afirmaciones con fuentes profesionales. Para preguntas complicadas o información crítica, les recomendamos hagan uso solamente de libros o informaciones escritas, revisadas y editadas por ingenieros profesionales.

5.2 Reglas generales de conexión

El conector **ANTENNA** (tipo SO-239) en la parte alta del MFJ-259B proporciona la conexión de salida para mediciones. Esta conexión se usa para medir la ROE o efectuar otras medidas de impedancia de RF, con excepción de la modalidad de frecuencímetro.

El conector **ANTENNA** tiene un nivel de salida de unos +7 dBm (0,5 Vrms) sobre una carga de 50Ω , y aparece como una fuente de 50Ω de impedancia interna (1 Vrms en circuito abierto). Los armónicos están por lo menos a -25 dB en todo el margen operativo. Aunque el OFV no está estabilizado, es útil como fuente ruda de señal.

El conector **ANTENNA** no está aislado de la carga para la cc; las tensiones externas se aplican directamente a los detectores internos.

CUIDADO: No aplique nunca tensiones externas o señales de RF al conector de antena y protéjalo contra descargas de electricidad estática

Use conectores de RF adecuados. Mantenga las conexiones tan cortas como sea posible cuando mida componentes o sistemas que no sean de 50Ω . Cuando efectúe mediciones sobre sistemas de 50Ω , recuerde que las líneas de transmisión que los conecten pueden modificar la impedancia y la ROE. Use cables de 50Ω bien contruidos y de probada calidad para evitar errores.

5.3 Magnitud y ángulo de fase de la impedancia

La impedancia es la primera modalidad en el menú avanzado. La pantalla de inicio indica:

IMPEDANCE
Z=mag. θ =phase

En esta modalidad, la pantalla del MFJ-259B muestra la frecuencia, magnitud Z de la impedancia (en ohmios) y el ángulo de fase (θ) de la impedancia. Los instrumentos indican la ROE y la impedancia. El límite máximo de impedancia está fijado en 650Ω . Si se sobrepasa ese límite, aparece en la pantalla un mensaje de error ($Z > 650$).

28.814 MHz 3.6
Z=87 Ω θ =53° SWR

4.0456MHz >25
(Z>650) SWR

NOTA: La capacidad parásita del conector (4,4 pF) presenta una reactancia menor de 650Ω a frecuencias superiores a 60 MHz, por lo que no afecta las medidas en HF y produce solamente pequeños errores al leer impedancias bajo unos pocos centenares de ohmios en VHF.

5.4 Pérdidas de Retorno y Coeficiente de Reflexión

La modalidad de Pérdidas de Retorno y Coeficiente de Reflexión es la segunda en el menú avanzado. Esta modalidad se alcanza pulsando y soltando una sola vez la tecla MODE, tras haber entrado en el menú avanzado. También se puede ir a él desde las demás modalidades pulsando paso a paso la tecla MODE hasta que la pantalla muestra el título "Return Loss & Reflection Coeff".

Return Loss &
Reflection Coeff

Las Pérdidas de Retorno y el Coeficiente de Reflexión miden y muestran en la pantalla las pérdidas en dB de la señal de retorno y el coeficiente de reflexión de la tensión en tantos por ciento.

Para usar esta modalidad, conectar la carga a medir al conector **ANTENNA**, ajustar la frecuencia al margen deseado y leer los resultados en la pantalla del MFJ-259B, que pueden ser algo así:

14.159 MHz 1.0
RL=48 dB $\rho=0$ SWR

144.23MHz 1.9
RL=9.6 dB $\rho=32$ SWR

5.5 Distancia hasta el Punto de Fallo

La Distancia hasta el Punto de Fallo es la tercera modalidad de medida del menú avanzado. Esta modalidad es útil para determinar la longitud de un cable o bien la distancia hasta un punto de cortocircuito o circuito abierto. Se llega a esta modalidad pulsando y soltando la tecla MODE dos veces tras haber entrado en el menú avanzado y también puede llegarse a ella pulsando paso a paso la tecla MENU hasta que en la pantalla aparece el título "Distance to fault in feet".

Distance to
fault in feet

Si se usa línea balanceada, operar el MFJ-259B solamente con su batería interna. Mantener el MFJ-259B apartado por lo menos un metro de otros conductores o del suelo y no conectarle ningún otro cable salvo el que se va a medir. Usar el cuerpo del conector de antena para una rama y el contacto central para la otra. Las líneas abiertas balanceadas deben mantenerse suspendidas en línea recta, a un metro de altura del suelo por lo menos y alejadas de objetos metálicos.

Los cables coaxiales pueden ser arrollados y dejados en el suelo. Se puede usar alimentación interna o externa para el MFJ-259B y éste puede ser situado encima o cerca de objetos metálicos grandes sin efectos adversos. Asegurarse que la malla del cable hace un buen contacto eléctrico con el conector de antena.

La medición de la distancia al punto de fallo muestra la *distancia eléctrica* en pies (1 pie = 0,3048 m) hasta el punto de fallo o mala terminación. Para obtener la distancia física en pies, multiplicar el valor hallado por el *factor de velocidad* de la línea y para obtenerla en metros, multiplicar ese último valor por 0,3048. Por ejemplo, si se muestra una distancia de 75 pies y el cable es un coaxial típico RG-8 de dieléctrico sólido, con un factor de velocidad de 0,66, la distancia en metros al conector de antena del MFJ-259B será:

$$75 \times 0,66 \times 0,3048 = 15,0976 \text{ m}$$

Hay algunos límites a esta modalidad, pues el fallo o mala terminación puede no ser periódicamente sensible a la frecuencia. Por ejemplo, esta modalidad encontraría que la distancia a un circuito remoto selectivo (tal como un sintonizador acoplado mediante un eslabón) aparece como un corto o un circuito abierto a todas las frecuencias excepto una. Tampoco sería fiable la medida de la distancia a un filtro pasabajos salvo que la frecuencia de ensayo estuviese por encima de la frecuencia de rechazo del filtro. Esta modalidad funciona bien si la terminación es una resistencia casi pura, pero no es fiable con cargas reactivas.

Para confirmar la fiabilidad, haga dos o más grupos de mediciones a distintas frecuencias, separadas por lo menos una octava. Si las distancias coinciden, casi seguro que son ciertas. Cuantas más frecuencias se usen para confirmar la distancia, mayor seguridad tendremos.

Para medir la distancia al fallo:

- 1) Seleccione una frecuencia en la que el instrumento de Impedancia muestre la mínima deflexión posible y la pantalla muestre la mínima reactancia, o donde la reactancia pase por cero. El punto de cruce por cero de la reactancia es la frecuencia en la que cualquier variación de la misma, hacia arriba o hacia abajo, hace aumentar la lectura de la reactancia.

21.324 MHz 1st DTF X=0

- 2) Pulse la tecla **GATE**. El texto parpadeante "1st" de la pantalla cambiará a "2nd", también parpadeando.

21.324 MHz 2nd DTF X=0	39.756 MHz 2nd DTF X=202
---------------------------	-----------------------------

- 3) Sintonice el analizador arriba y abajo en frecuencia hasta que el instrumento de impedancia muestre el punto más bajo de la misma y la reactancia mostrada en la pantalla pase por cero (o alcance el valor más bajo posible). Es aceptable un mínimo no-cero de unos pocos ohmios.

68.511 MHz 2nd DTF X=1

- 4) Pulse de nuevo la tecla **GATE** y la pantalla mostrará la distancia en pies.

Dist. to fault 10 ft x Vf

Multiplicar la distancia por el factor de velocidad del cable y por 0,3048 para hallar la distancia en metros.

Ejemplo: Si, como en la ilustración, se nos indica 10 pies y el cable es uno con dieléctrico espumoso con un factor de velocidad (Vf) de 0,80, la distancia al punto de fallo será:

$$10 \times 0,8 \times 0,3048 = 2,4384 \text{ m.}$$

5.6 Modo de Resonancia

La modalidad de Resonancia pone atención principal en la reactancia, mostrándola en el instrumento IMPEDANCE. En esta modalidad, el MFJ-259B mide frecuencia, ROE, resistencia (R=), y reactancia (X=).

Resonance mode tune for X=0

Cuando la *reactancia es cero*, se dice que el sistema es *resonante*.

Nota: La reactancia cero o resonancia puede ocurrir también a frecuencias a las que la antena en sí misma no es resonante. Y al contrario, puede ser que la antena tenga algo de reactancia aunque en realidad esté resonando, al alimentarla por medio de una línea de transmisión.

15.814 MHz 2.4 R= 63 [X= 5] SWR	1.8950 MHz Z>25 R(Z>650) [X] SWR
------------------------------------	-------------------------------------

Con una antena y una línea que no estén perfectamente adaptadas y si la línea no es un múltiplo exacto de cuarto de onda ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, etc.) aparecerá una reactancia añadida por la línea de transmisión. Esta reactancia añadida puede ser de un valor tal que cancele la reactancia de la antena, haciendo resonante todo el sistema.

Si la línea es de 50 Ω y de pocas pérdidas y libre de corrientes de malla (modo común), la ROE del sistema no cambiará aunque se varíe la longitud de la línea. Esto es cierto incluso si cambia la frecuencia de resonancia o la reactancia.

Esta modalidad funciona de modo parecido al de otras modalidades de ROE o impedancia, con la excepción que el instrumento **IMPEDANCE** mide la reactancia. Esto permite al operador observar fácilmente a qué frecuencias la reactancia del sistema pasa por cero.

5.7 Porcentaje de potencia transmitida

Esta es la última modalidad ofrecida en el menú avanzado. Esta modalidad se alcanza (tras haber entrado en el menú avanzado) pulsando y soltando la tecla **MODE** cuatro veces. Y también se puede llegar a ella desde otros modos avanzados yendo paso a paso hasta que la pantalla muestre "**% Transmitted Power**".

% Transmitted
Power

El concepto de "porcentaje de potencia transmitida" es otra manera de describir la ROE. Es similar a las pérdidas por desadaptación, pero con la ROE expresada como porcentaje de la potencia transmitida respecto a la potencia total existente en el sistema.

CUIDADO: La expresión "Potencia transmitida" puede confundir a quienes no estén familiarizados con el proceso de transferencia de energía y ROE en un sistema. La potencia "transmitida" o transferida a una carga puede ser próxima al 100 % incluso si la pantalla "**% Transmitted Power**" indica que el sistema tiene *casi cero por ciento de potencia transmitida*. Por el contrario, el "**% Transmitted Power**" puede mostrar un valor próximo a cien y la potencia real transmitida ser muy baja

1.8963 MHz 3.1
Power = 74 % SWR

El porcentaje de energía transmitida es del 74% con una ROE = 3,1

50.097 MHz 1.3
Power = 98% SWR

Porcentaje de energía transmitida del 98 % y una ROE = 1,3

29.538 MHz >25
Power < 15% SWR

El porcentaje de energía transmitida es inferior al 15 % y la ROE está fuera de margen

6.0 Ajuste de antenas simples

Casi todas las antenas pueden ser ajustadas variando la longitud de sus elementos. La mayoría de las antenas caseras son simples verticales o dipolos que se ajustan fácilmente.

6.1 Dipolos

Dado que un dipolo es una antena simétrica o *balanceada*, es una buena idea poner un balun en el punto de alimentación si la vamos a alimentar con un cable coaxial. Este balun puede ser tan sencillo como varias vueltas de cable coaxial de unos decímetros de diámetro o un asunto complicado, con varios devanados sobre un núcleo ferromagnético.

La altura del dipolo, así como sus alrededores, tiene influencia en la impedancia y ROE de la línea de alimentación. Las alturas corrientes y el uso de cable de 50 Ω dan por resultado valores de ROE por debajo de 1,5:1 en la mayoría de instalaciones.

En general, el único ajuste posible es la longitud de las ramas del dipolo. Si la antena es demasiado larga resonará a una frecuencia demasiado baja y, contrariamente, si es corta en exceso lo hará en una frecuencia más alta.

Recordar que la longitud de la línea, cuando la impedancia de la antena no coincide exactamente con la de la línea, modifica la impedancia del punto de alimentación. La ROE permanecerá constante (excepto con una pequeña reducción de la ROE con líneas muy largas), si la línea es un cable de 50 Ω de buena calidad. Si un cambio en la longitud de la línea provoca cambios en la ROE a una misma frecuencia, la línea, o padece corrientes de malla que desintonizan la antena o bien su impedancia no es exactamente de 50 Ω . Las corrientes de malla o corriente en modo común están causadas por la falta de un balun u otros errores de instalación (línea próxima y paralela a la antena, por ejemplo).

6.2 Verticales

Las antenas verticales son, por lo general, sistemas asimétricos o *desbalanceados*. Muchos fabricantes de antenas minusvaloran –incorrectamente– la necesidad de un buen sistema de radiales con una vertical de plano de tierra. Con un buen sistema de tierra, una antena de un cuarto de onda alimentada directamente con un coaxial de 50 Ω presenta una ROE próxima a 2:1.

La ROE a menudo mejora (se reduce) si el sistema de plano de tierra es pobre, lo cual conduce también a un menor rendimiento de la antena.

En las verticales, igual que los dipolos, alargando el elemento radiante se reduce la frecuencia de resonancia y viceversa.

6.3 Sintonía de una antena sencilla

Seleccione una modalidad del MFJ-259B que muestre la ROE (SWR). La sintonía de antenas básicas alimentadas mediante cable coaxial de 50 Ω puede lograrse siguiendo los pasos que siguen:

- 1) Haga un cortocircuito momentáneo entre el vivo y la masa del conector del cable que ha de conectar al MFJ-259B, con el objeto de eliminar cualquier carga electrostática que pudiera estar presente, y conecte luego el conector PL-259 al conector **ANTENNA**.
- 2) Ajuste la frecuencia del MFJ-259B al valor de trabajo en la banda deseada.
- 3) Lea la ROE resultante y reajuste la frecuencia del MFJ-259B hasta hallar el menor valor posible de la ROE.
- 4) Divida la frecuencia medida para mínima ROE por la frecuencia de trabajo deseada.
- 5) Multiplique la longitud actual de la antena por el resultado del paso 4). Esta será aproximadamente la longitud necesaria para que la antena resuene en la frecuencia de trabajo deseada.

Ejemplo: Frecuencia deseada: 7050 kHz
 Longitud actual (total) de la antena dipolo: 20,5 m
 ROE medida a 7050 kHz = 1,7
 Frecuencia a la que la ROE es mínima: 6995 kHz
 $6995 / 7050 = 0,9922$
 $20,5 \times 0,9922 = 20,34$ m.
 Cortaremos, pues: $(20,50 - 20,34) / 2 = 8$ cm de cada rama.

Nota: Este método de sintonía sólo funciona con antenas verticales de tamaño completo o antenas dipolo que no hagan uso de bobinas, trampas, secciones adaptadoras, resistores, condensadores o cargas superiores. Esas antenas deben sintonizarse según indique el fabricante en las instrucciones pertinentes y ser verificadas con el MFJ-259B hasta obtener la deseada ROE.

7.0 ENSAYO Y SINTONÍA DE SECCIONES ADAPTADORAS Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

7.1 Ensayo de secciones adaptadoras

La frecuencia de resonancia de cualquier línea o sección adaptadora puede ser medida. Seleccionar el primer menú (de inicio) del modo principal.

Conecte la sección adaptadora bajo prueba al conector **ANTENNA** del MFJ-259B.

Nota: La línea debe ser *abierto* en su extremo alejado para múltiplos *impares* de $\frac{1}{4}$ de onda (p.ej: $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $1\frac{1}{4}$ etc.) y *cortocircuitada* para longitudes *múltiplo de media onda* (tal como $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, etc.).

Si se usa **línea balanceada**, operar el MFJ-259B solamente con su batería interna. Mantener el MFJ-259B apartado por lo menos un metro de otros conductores o del suelo y no conectarle ningún otro cable salvo el que se va a medir. Usar el cuerpo del conector de antena para una rama y el contacto central para la otra. Las líneas abiertas balanceadas *deben* mantenerse suspendidas en línea recta, a un metro de altura del suelo por lo menos y alejadas de objetos metálicos.

Los **cables coaxiales** pueden ser arrollados y dejados en el suelo. Se puede usar alimentación interna o externa para el MFJ-259B y éste puede ser situado encima o cerca de objetos metálicos grandes sin efectos adversos.

Cuando sintonice secciones de alto Q, haga los ajustes por pasos pequeños. Ajuste la línea o sección adaptadora usando el siguiente método:

- 1) Determine la frecuencia de trabajo y la longitud teórica de la línea o sección adaptadora.
- 2) Corte la línea o sección un 20 % más larga que el valor calculado y cortocircuite su extremo lejano si se trata de una línea de media onda (o múltiplo de media onda). Deje el extremo abierto si es una línea de un cuarto de onda (o de múltiplos impares de cuarto de onda).
- 3) Mida la frecuencia a la que son mínimas la resistencia y la reactancia o impedancia. Para un ajuste fino, observe solamente la indicación "X=???" de la pantalla. Ajuste la frecuencia para X=0 o lo más próxima posible a cero. La frecuencia deberá ser aproximadamente un 20 % inferior a la deseada si se hicieron correctamente los cálculos de longitud.
- 4) Divida la frecuencia medida (inferior) por la frecuencia de trabajo deseada.
- 5) Multiplique el resultado del paso 4 por la longitud real de la línea para hallar la longitud necesaria.
- 6) Corte la línea a la longitud calculada en el paso anterior y confirme que X es mínima a la frecuencia de trabajo.

Nota: Dado que es posible que en la determinación de la frecuencia de resonancia influyan factores desconocidos (incluyendo el maléfico Murphy), es una medida prudente cortar algo menos de lo que resulte del paso 5 y repetir el proceso, si es necesario.

7.2 Factor de velocidad de líneas de transmisión

El MFJ-259B puede determinar con precisión el factor de velocidad de cualquier línea de transmisión. Seleccione la modalidad de Distancia al punto de Fallo, la tercera en el menú avanzado. A esta modalidad se llega pulsando y soltando la tecla **MODE** dos veces después de entrar en el menú avanzado. O se puede alcanzar pulsando paso a paso la tecla **MODE** hasta que en la pantalla aparezca la indicación:

Distance to
fault in feet

Si se usa **línea balanceada**, operar el MFJ-259B solamente con sus batería interna. Mantener el MFJ-259B apartado por lo menos un metro de otros conductores o del suelo y no conectarle ningún otro cable salvo el que se va a medir. Usar el cuerpo del conector de antena para una rama y el contacto central para la otra. Las líneas abiertas balanceadas *deben* mantenerse suspendidas en línea recta, a un metro de altura del suelo por lo menos y alejadas de objetos metálicos.

Los **cables coaxiales** pueden ser arrollados y dejados en el suelo. Se puede usar alimentación interna o externa para el MFJ-259B y éste puede ser situado encima o cerca de objetos metálicos grandes sin efectos adversos.

La modalidad de Distancia hasta el Punto de Fallo muestra la *longitud eléctrica* de una línea. Para obtener el factor de velocidad se debe conocer la longitud física de la línea. Dado que el MFJ-259B opera en pies (1 pie = 0,3048 m) deberemos efectuar la correspondiente conversión a esa unidad. Mida la línea en metros y multiplique ese valor por 3,2808 que es una aproximación suficiente del "número de pies que hay en un metro". Ahora divida ese valor (dimensión real en pies) por el valor que muestra la pantalla, y que será siempre *superior*, para hallar el factor de velocidad.

Ejemplo: Supongamos que la longitud *física* de nuestro cable es de 15,1 m y la longitud *eléctrica* que muestra la pantalla es 75 pies. 15,1 m equivalen a: $15,1 \times 3,2808 = 49,54$ pies; con lo que el factor de velocidad será: $49,54 / 75 = 0,66$.

Nota: El extremo final del cable puede estar tanto *abierto* como *cortocircuitado*. Lo único importante es que no esté terminado con ninguna impedancia, salvo cero o infinito.

Para medir el factor de velocidad:

- 1) Seleccione una frecuencia en la cual el instrumento de impedancia muestre la menor deflexión posible y aparezca la mínima reactancia en la pantalla del MFJ-259B o donde la reactancia pase por cero. El punto de pase por cero es aquél en que cualquier cambio en la frecuencia, hacia arriba o hacia abajo, hace que la reactancia aumente.

21.324 MHz 1st
DTF X=0

- 2) Pulse la tecla **GATE**. La indicación parpadeante "1st" cambiará a "2nd".

21.324 MHz 2nd
DTF X=0

39.756 MHz 2nd
DTF X=202

- 3) Sintonice el analizador a una frecuencia superior o inferior hasta que el instrumento de Impedancia muestre un *auténtico mínimo* de lectura y en que la reactancia mostrada en la pantalla LCD pase por cero. Es aceptable un no-cero de unos pocos ohmios.

68.511 MHz 2nd
DTF X=1

- 4) Pulse de nuevo la tecla **GATE** y en la pantalla aparecerá la distancia en pies

Dist. to fault
TO ft x Vf

- 5) Mida la longitud física (en pies) de la línea. Si solo dispone de una cinta métrica, aplique la fórmula:

$$\text{Pies} = \text{metros} \times 3,2808$$

- 6) Divida la distancia indicada en la pantalla por la longitud real de la línea en pies.

Ejemplo: Longitud física 27 pies (8,230 m), dividida por 33,7 pies (longitud eléctrica) = 0,80.

7.3 Impedancia de líneas de transmisión o antenas Beverage

La impedancia de líneas de transmisión, entre unos pocos ohmios y 650, puede medirse directamente con el MFJ-259B. Las líneas de impedancia más alta pueden medirse si se hace uso de un transformador de banda ancha o resistores para extender el margen de trabajo del MFJ-259B. Seleccionar cualquier modalidad de medida que presente los valores de resistencia (R=) y reactancia (X=).

Si se usa **línea balanceada**, operar el MFJ-259B solamente con sus batería interna. Mantener el MFJ-259B apartado por lo menos un metro de otros conductores o del suelo y no conectarle ningún otro cable salvo el que se va a medir. Usar el cuerpo del conector de antena para una rama y el contacto central para la otra. Las líneas abiertas balanceadas *deben* mantenerse suspendidas en línea recta, a un metro de altura del suelo por lo menos y alejadas de objetos metálicos.

Los **cables coaxiales** pueden ser arrollados y dejados en el suelo. Se puede usar alimentación interna o externa para el MFJ-259B y éste puede ser situado encima o cerca de objetos metálicos grandes sin efectos adversos. Las líneas coaxiales normalmente funcionan con su malla puesta a tierra.

Las **antenas Beverage** deben ser conectadas directamente al MFJ-259B.

Uso de resistores fijos

- 1) Cargar la línea o antena con un resistor no inductivo de un valor alrededor del esperado.
- 2) Conectar la línea de transmisión o la antena directamente al conector ANTENNA del MFJ-259B. Ajustar la frecuencia a un valor cercano al de trabajo hasta que se mida el menos valor de resistencia y reactancia.
- 3) Anotar el valor de la impedancia
- 4) Ajustar la frecuencia hasta que se mida la *mayor* resistencia con la *menor* reactancia.
- 5) Multiplicar la mayor resistencia por la mínima resistencia y hallar la raíz cuadrada del valor obtenido.

Ejemplo: La mayor resistencia es 600 Ω , la menor resistencia es 400 Ω $\sqrt{600 \times 400} = 490$
La impedancia de la línea es de 490 Ω .

Uso de un potenciómetro o de una caja de década de resistores:

- 1) Conectar el MFJ-259B a un extremo del sistema (en este caso usaremos un transformador acoplador de banda ancha).
- 2) Ajustar la frecuencia y anotar solo los cambios de ROE,
- 3) Ajustar el valor de la resistencia de carga hasta que la ROE permanezca lo más constante posible con grandes cambios de frecuencia alrededor del margen operativo.
- 4) El valor de la resistencia de carga hallado es la impedancia característica del sistema.

7.4 Ajuste de sintonizadores

El MFJ-259B puede usarse para ajustar sintonizadores. Conectar el conector **ANTENNA** a la entrada de 50 Ω del amplificador y la antena deseada a la toma de salida normal del sintonizador. Esta conexión puede hacerse con un conmutador manual de RF para facilitar un cambio rápido, siempre que tenga un aislamiento entre puertos superior a 50 dB.

CUIDADO: Conecte siempre el contacto móvil del conmutador al sintonizador. El conmutador debe poder seleccionar ya sea el MFJ-259B o el equipo de la estación al sintonizador.
¡No conecte NUNCA el equipo transmisor al MFJ-259B!

- 1) Conecte el MFJ-259B a la entrada del sintonizador
- 2) Ponga en marcha el MFJ-259B y ajústelo a la frecuencia deseada
- 3) Ajuste el sintonizador hasta que la ROE sea 1:1
- 4) Apague el MFJ-259B y rehaga las conexiones originales

7.5 Ajuste de redes de adaptación de amplificadores

El MFJ-259B puede utilizarse para ajustar las redes de adaptación de amplificadores u otros dispositivos sin necesidad de aplicar tensiones a los mismos.

Las válvulas y demás componentes deben ser puestas en su lugar y conectadas para que las capacidades parásitas no se vean alteradas.

Para medir los circuitos de entrada, se debe situar un resistor no inductivo y de valor aproximado a la impedancia de excitación de las válvulas individuales entre cátodo y masa de cada una de las válvulas.

Para medir el circuito tanque de salida, se debe conectar un resistor no inductivo y de un valor igual a la impedancia de carga de la válvula o válvulas entre la placa y chasis con conexiones cortas. El relé de antena (si es interno) debe activarse mediante una fuente auxiliar pequeña, de esa manera, los conectores de entrada y salida quedan conectados a los circuitos de adaptación de la entrada y salida. Ahora se pueden ajustar las redes apropiadas. Cuando el analizador muestre 50 Ω y ROE 1:1 a cada una de las frecuencias de trabajo con los valores de capacidad para fijar un Q adecuado, las redes serán funcionales.

CUIDADO: La impedancia de excitación de la mayoría de amplificadores cambia cuando varía el nivel de excitación. No intente ajustar la red de adaptación con las válvulas en condición de funcionamiento normal usando el bajo nivel de excitación del MFJ-259B.

7.6 Ensayo de transformadores de RF

Los transformadores diseñados para operar con una impedancia de carga entre 25 y 100 Ω en uno de sus bobinados pueden ser ensayados con el MFJ-259B.

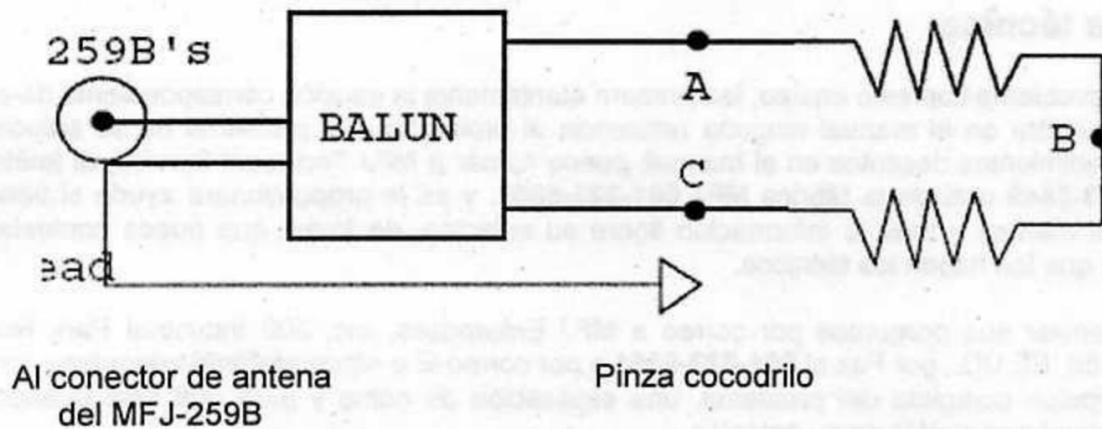
El bobinado de 25 a 100 Ω se conecta por medio de conexiones muy cortas (menos de 1 grado eléctrico de largo) de cable coaxial de 50 Ω al conector **ANTENNA** del MFJ-259B. El otro u otros bobinados se cargan con un resistor de baja inductancia igual a la impedancia de carga deseada. El MFJ-259B puede entonces aplicar RF a lo largo del margen de frecuencias deseado para el transformador y se pueden medir la impedancia y el ancho de banda del transformador.

La eficiencia del transformador puede ser evaluada comparando la tensión de la fuente del MFJ-259C con la tensión sobre la carga, haciendo uso de las oportunas conversiones de nivel de potencia en función de la impedancia.

7.7 Ensayo de Baluns

Los baluns pueden ser ensayados conectando el lado asimétrico (desbalanceado) al conector ANTENNA del MFJ-259B y cargando el lado simétrico con dos resistores de igual valor conectados en serie. La combinación de esos resistores debe ofrecer un valor igual a la impedancia de carga del balun. Por ejemplo, para un balun corriente de relación 1:4 se requieren dos resistores iguales de $100\ \Omega$ para que el secundario quede cargado con una impedancia total de 200, igual a cuatro veces la de la entrada ($50\ \Omega$).

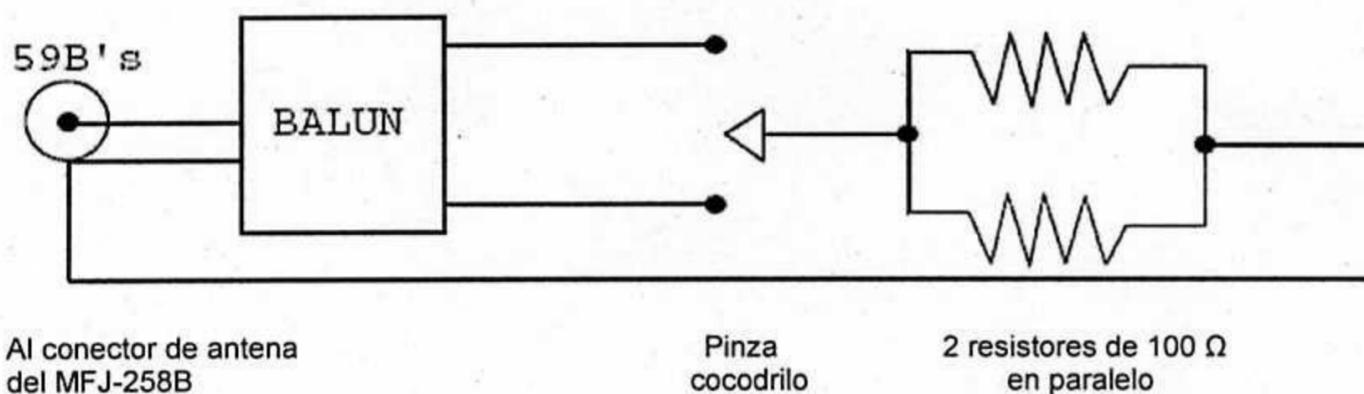
Prepare un cable con una pinza cocodrilo y empalme el extremo libre del cable al terminal de masa del primario del balun. Esta pinza servirá para poner a tierra las partes del circuito señaladas "A", "B" y "C" y efectuar las medidas correspondientes.



Un balun de corriente adecuadamente diseñado es el tipo más efectivo para mantener un buen balance de corriente. Debe tener una adecuada capacidad de potencia y las menores pérdidas posibles en sus materiales. Debe mostrar una baja ROE a lo ancho de su margen de operación con la pinza cocodrilo situada en ninguna de los tres puntos señalados del circuito.

Un balun bien diseñado mostrará una baja ROE en todo su margen operativo con la pinza en la posición "B", pero presentará una elevada ROE con la pinza en "A" o "C" y sensiblemente igual en ambas condiciones.

Un balun de tensión puede ser asimismo ensayado montando en paralelo los resistores mencionados y conectándolos alternativamente a uno u otro terminal del secundario, como sugiere la ilustración. Si el balun está bien diseñado, ofrecerá una baja ROE con uno de los terminales cargados con los $50\ \Omega$ resultantes.



7.8 Ensayo de choques de RF

Los grandes choques usualmente tienen frecuencias en las que la capacidad distribuida y la inductancia resuenan en serie, formando un circuito de baja impedancia. Esto causa tres problemas:

Primero, la impedancia entre extremos se hace muy baja a esas frecuencias
 Segundo, la tensión en el centro del choque es muy elevada, originando a menudo chispas.
 Tercero, la corriente en el devanado se hace muy alta, con calentamiento severo en ocasiones.

Las perniciosas resonancias serie se pueden detectar instalando el choque en su lugar de trabajo y conectándolo al MFJ-259B con un trozo corto de cable coaxial de 50 Ω. Recorriendo despacio el margen de frecuencias de trabajo del choque, las caídas de impedancia revelarán las resonancias serie. Moviendo la hoja de un destornillador aislado pequeño a lo largo del choque descubriremos el punto en que se produce un cambio brusco de la resonancia serie. Ésta es el área en que se producirá mayor tensión y en la que añadiendo o quitando un poco de capacidad se obtiene el mayor efecto. Quitando algunas espiras o reduciendo la capacidad distribuida (o acaso añadiendo una carga capacitiva en ese punto) podremos desviar la resonancia serie indeseable fuera del margen de frecuencia.

Un pequeño cambio en la capacidad tiene mucho mayor efecto que un pequeño cambio en inductancia, debido a la elevada relación L/C del choque.

8.0 Asistencia técnica

Si experimenta un problema con este equipo, lea primero atentamente la sección correspondiente de este manual. Si no encuentra en el manual ninguna referencia al problema o el problema no se soluciona aplicando los procedimientos descritos en el manual, puede llamar a *MFJ Technical Service*, al teléfono de EE.UU. 601-323-0549 o al de la fábrica MFJ 601-323-5869, y se le proporcionará ayuda si tiene a mano el equipo, el manual y toda la información sobre su estación, de forma que pueda contestar a cualquier pregunta que lea hagan los técnicos.

Puede asimismo enviar sus preguntas por correo a MFJ Enterprises, Inc. 300 Industrial Park Road, Starkville, MS, 39759, EE.UU., por Fax al 601-323-6551 o por correo-E a <techinfo@mfjenterprises.com>. Remita una descripción completa del problema, una explicación de cómo y para qué está usando el equipo y una descripción completa de su estación.

