

Medidas de los componentes del módulo de FI del Receptor en banda X del Radiotelescopio de 40 m del CAY

M. Azuaga, J. M. Serna, A. Miguel

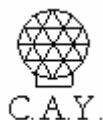
Informe Técnico IT-OAN 2006-13

*Centro Astronómico de Yebes
Apdo. 148 19080 Guadalajara
SPAIN*

Phone: +34 949 29 03 11 ext.208

Fax: +34 949 29 00 63

Medidas de los componentes del receptor en banda X:
Parámetros S, consumo y lógica de cada uno.
Conclusiones y posibles mejoras. Esquemático del
módulo. Hojas de características.



1	Introducción.....	2
2	Medidas de los componentes del módulo de FI.....	5
2.1	Submódulo de RF.	6
2.1.1	Aislador 4915, NARDA.	6
2.1.2	Amplificador AFS3-08001200-14-ULN, MITEQ	8
2.1.3	Filtro paso banda, 3B3305-U170-7AA, LARK ENG.	9
2.1.4	Mezclador DMX0418L, MITEQ.....	12
2.1.5	Divisor RLC Elect. D-4080-2.....	24
2.1.6	Conclusiones.....	26
2.2	Submódulo OL.	27
2.2.1	Oscilador CTI XPDRO-7349 (7650 MHz)	27
2.2.2	Oscilador CTI PCRO-4217 (450 MHz)	29
2.2.3	Divisor Minicircuits ZFSC-2-4	31
2.2.4	Conclusiones.....	34
2.3	Submódulo FI	35
2.3.1	Filtro SLP-1650, Minicircuits	35
2.3.2	Amplificador ZJL-3G, Minicircuits	37
2.3.3	Acoplador direccional ZFDC-20-5, Minicircuits.	40
2.3.4	Atenuador variable 3201-1-1, Weinschel.	43
2.3.5	Divisor Narda 4321B-2	47
2.3.6	Filtro paso banda 7BP7-1165/A330-S, Lorch.....	50
2.3.7	Mezclador ZX05-5, Minicircuits	52
2.3.8	Filtro paso banda 7BP7-750/A500-S, Lorch.....	64
2.3.9	Atenuador fijo BW-S10W2, Minicircuits.	66
2.3.10	Divisor Minicircuits ZFSC-2-1	69
2.3.11	Conclusiones.....	71
2.4	Submódulo de Ruido.	73
2.4.1	Diodo de ruido NC3206, Noise Com.	73
2.4.2	Aislador 4915, Narda.....	76
2.4.3	Atenuador variable 150T-11-3, Weinschel.	77
2.4.4	Divisor Narda 4456-2	80
2.4.5	Switch Narda SS123DHS-80	83
	Referencias	86
	Anexo A. Esquema de la FI del receptor X.....	87
	Anexo B. Hojas de características de los elementos.....	90

1 Introducción

El receptor X del Radiotelescopio de 40m del CAY es un receptor de doble polarización circular (RCP y LCP), que permite realizar observaciones en antena única.

Se trata de un receptor superheterodino que puede realizar una simple o doble conversión de frecuencia. Ofrece por lo tanto una salida estándar, a la que le corresponde una sola conversión de frecuencia, y una salida expandida, que resulta de una doble conversión.

La banda de frecuencias de cielo que recibe abarca desde 8180 MHz hasta 8980 MHz, lo que corresponde a una banda de 800 MHz centrada en la frecuencia de 8580 MHz. La banda imagen (que se extiende desde 6320 a 7120 MHz) se elimina mediante un filtro paso banda previo al primer mezclador (en el submódulo de RF), que selecciona la banda de frecuencia de interés.

La primera conversión en frecuencia se realiza en el submódulo de RF, en el que se dispone de un mezclador al que se introduce una señal de OL de 7650 MHz, para ofrecer como resultado una banda en FI comprendida entre 530 y 1330 MHz. El esquema de frecuencias es el siguiente:

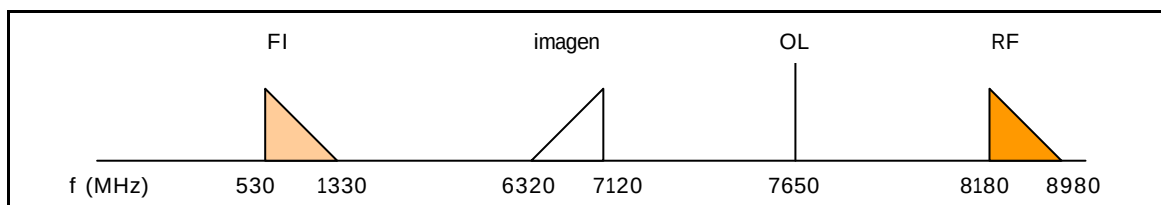


Figura 1. Primera conversión en frecuencia del receptor en banda X, realizada en el submódulo de RF

Posteriormente, en el submódulo de IF, se divide la señal en dos ramas paralelas. Por un lado, en una de ellas se realiza un filtrado de la banda de FI entre 500 y 1000 MHz, ofreciendo a la salida por lo tanto una banda de frecuencias de la señal de FI de 530 a 1000 MHz. Ésta corresponde a las frecuencias de cielo entre 8180 y 8650 MHz, y se denomina *salida estándar*; es la parte baja de la banda de frecuencias de cielo observada.

Por otro lado, en este submódulo se realiza una segunda conversión en frecuencia de la señal de FI, mediante un OL de 450 MHz, realizando previamente un filtrado para seleccionar la banda de señal de 1000 a 1330 MHz y que a su vez elimina la segunda banda imagen (de 100 a 430 MHz). La mezcla supone un desplazamiento de esta banda de frecuencias a la banda desde 550 a 880 MHz, y la señal resultante es filtrada con un ancho de banda mayor (de 500 a 1000 MHz), para eliminar los productos

de intermodulación. Esta salida se denomina *salida expandida*, y corresponde a la parte alta de la banda de frecuencias de cielo observada (de 8650 a 8980 MHz).

En la

Figura 2 se muestra el filtrado realizado a la señal resultante de la primera conversión en frecuencia, para presentarla como salida estándar, seleccionando la parte baja de la banda de frecuencia (de 530 a 1000 MHz). Corresponde a una banda de frecuencia de cielo de 8180 a 8650 MHz.

Por otro lado, en la Figura 3 se muestra un esquema de la segunda conversión en frecuencia, que se realiza para ofrecer como salida expandida del receptor la parte alta de la banda de frecuencia de la señal de FI (de 1000 a 1330 MHz). Dicha banda corresponde a frecuencias de cielo entre 8650 y 8980 MHz, que han sido desplazadas en la primera conversión en frecuencia.

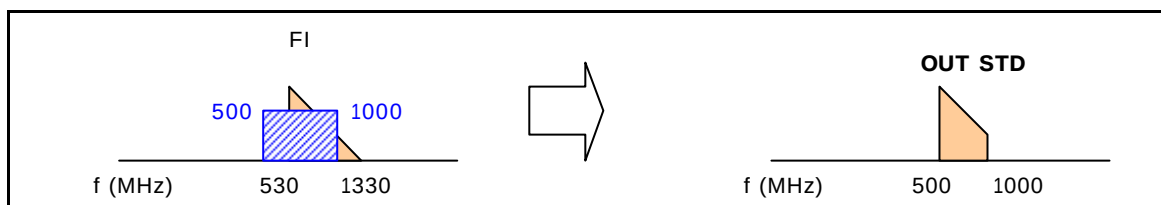


Figura 2. Filtrado de la señal, para la salida estándar del receptor en banda X

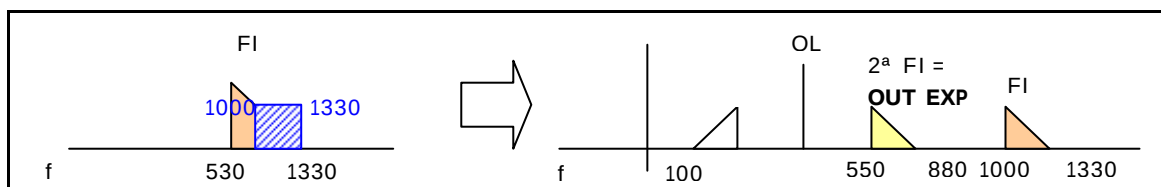
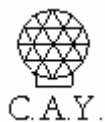


Figura 3. Segunda conversión en frecuencia, para la salida expandida del receptor en banda X

El receptor en banda X está compuesto por la bocina, el polarizador, el acoplador direccional, el criostato (que mantiene los LNAs a una temperatura de 12 K) y el módulo de FI; éste módulo a su vez está compuesto por submódulos independientes interrelacionados: submódulo RF, submódulo FI, submódulo OL, submódulo de ruido, submódulo de Alimentación y submódulo de Control. La salida del LNA se conecta al submódulo RF mediante cable coaxial flexible de bajas pérdidas. La polarización de los LNA junto con otras tensiones de alimentación y control están conectadas al submódulo de alimentación y control mediante el backplane de control.

En el Anexo A. Esquema de la FI del receptor X se incluye el esquema del módulo de FI del receptor en banda X, incluyendo el detalle de cada uno de sus submódulos y los números de serie de los componentes concretos empleados en ellos.



Estos componentes han sido medidos para ser caracterizados, y las medidas realizadas, junto a las conclusiones que pueden ser extraídas, se recogen en este informe.

En el Anexo B. Hojas de características de los elementos se adjuntan las hojas de características de todos los componentes incluidos en el receptor. Las medidas realizadas han sido comparadas con estos datos facilitados por el fabricante.

2 Medidas de los componentes del módulo de FI

Las medidas están encaminadas a determinar los parámetros S de los componentes empleados en el receptor en banda X, así como el consumo y la lógica de los mismos. Conocer sus características permitirá realizar un estudio del comportamiento del receptor para las salidas de cada uno de los canales disponibles (RCP y LCP).

Las medidas se han realizado haciendo uso de la siguiente instrumentación:

- ✓ El instrumento empleado para la medida de los parámetros S es el analizador vectorial de redes ZVK de Rodhe&Schwarz (10 MHz – 40 GHz).
- ✓ Las señales de los osciladores locales a 450 MHz y 7.65 GHz se obtienen a partir del generador de señal SMR40 de Rodhe&Schwarz (10 MHz-40GHz), así como la señal de referencia de 10 MHz necesaria para varias de las medidas realizadas de dichos osciladores.
- ✓ La señal de referencia de 5 MHz, necesaria para realizar diversas medidas de los osciladores locales y del divisor presente en el submódulo de OL, es proporcionada por el generador de funciones HP 33120A (hasta 15 MHz).
- ✓ Los componentes activos se alimentan con la fuente de alimentación doble Agilent E3631A (0 – 6 V, 5 A / 0 - ± 25 V, 1 A).
- ✓ Las medidas de la característica de transferencia de algunos elementos a frecuencias concretas se han realizado con el analizador de espectros 8565EC de Agilent (de 30 Hz a 50 GHz).
- ✓ Para la medida de ruido se emplea el analizador de figura de ruido N9875A de Agilent (10 MHz a 26.5 GHz).

Los parámetros del VNA utilizados en las medidas (salvo que se especifique otro valor) son los siguientes:

Medida	s11, s22, s21, s12
Filtro IF	10 KHz
Número de puntos	401
Conector port1/port2	K(M)/K(M)
Calibración	TOSM
Average	NO
Smooth	NO

Tabla 1. Parámetros del VNA habituales en las medidas realizadas

2.1 Submódulo de RF.

A este submódulo llega, a través de cable coaxial flexible de bajas pérdidas, la señal de RF correspondiente a ambas polarizaciones RCP y LCP, en la banda de frecuencias de 8180 MHz a 8980 MHz.

En el submódulo de RF, estas señales encuentran en primer lugar sendos aisladores, para proporcionar un buen coeficiente de reflexión de entrada del módulo completo de FI, puesto que son el primer elemento de la cadena de tratamiento de la señal (tras una primera amplificación de bajo ruido realizada en el interior del criostato), y posteriormente se realiza una amplificación y filtrado de la señal en la banda de interés, eliminando así al mismo tiempo la señal indeseada presente en la banda imagen.

De forma previa a la conversión de frecuencia, se sitúa un aislador para mejorar la adaptación de la entrada de RF del mezclador. Las señales de OL para ambos mezcladores son suministradas por un divisor cuya entrada es un tono de 7.65 GHz generado por un oscilador presente en el submódulo de OL.

Los mezcladores ofrecen las salidas del submódulo, correspondientes a ambas polarizaciones RCP y LCP, en una banda de frecuencia de FI de 530 a 1330 MHz.

El esquema de este submódulo puede encontrarse en la Figura 67 del Anexo A. Esquema de la FI del receptor X.

2.1.1 Aislador 4915, NARDA.

Se han medido los parámetros S de los 4 aisladores presentes en este submódulo, en el rango de frecuencias de funcionamiento especificado por el fabricante, esto es, de 7 a 10 GHz, y empleando una potencia de -10 dBm para las fuentes del analizador vectorial.

En la

Figura 4 se representan los resultados de las medidas realizadas.

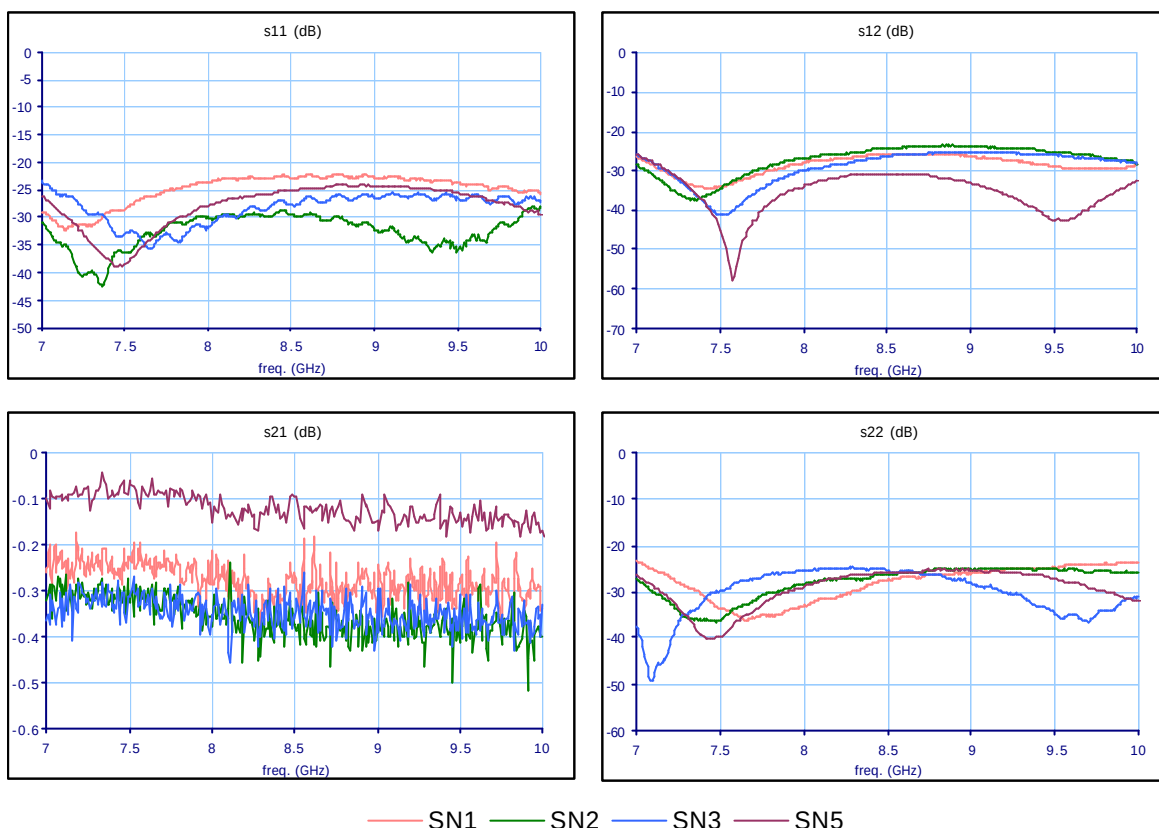


Figura 4. Medida de los parámetros S de los aisladores 4915, Narda.

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2	RESULTADO SN3	RESULTADO SN5
Isolation (dB)	20.00 min	27.42 (min 25.64)	25.54 (min 23.65)	28.11 (min 25.24)	35.54 (min 25.81)
L (dB)	0.40 max	0.28 +/- 0.12	0.37 +/- 0.13	0.35 +/- 0.1	0.12 +/- 0.05
VSWR IN (:1)	1,25 max (-19 dB)	-23.26 (max -22.23)	-31.14 (max -28.72)	-28.64 (max -25.51)	-27.96 (max -24.1)
VSWR OUT (:1)	1,25 max (-19 dB)	-29.22 (max -24.94)	-27.07 (max -24.85)	-26.96 (max -24.74)	-29.2 (max -25.21)

Tabla 2. Características medidas de los aisladores 4915, Narda.

Los elementos cumplen las especificaciones del fabricante en cuanto al VSWR a la entrada y la salida, puesto que en todos los casos resultan por debajo de -19dB (VSWR 1.25:1).

En la banda de frecuencias de trabajo en el receptor en banda X (8180 a 8980 MHz), S_{11} toma valores entre -22 y -30 dB, y S_{22} entre -25 y -32 dB, por lo que estos aisladores ofrecen un buen coeficiente de reflexión tanto a la entrada como a la salida. Puesto que dos de estos aisladores serán el primer elemento de la cadena de FI, el coeficiente de reflexión de entrada dependerá fuertemente de su S_{11} . Los valores obtenidos son satisfactorios, por lo que cabe esperar una buena adaptación de los puertos de entrada.

Las pérdidas de inserción no cumplen las especificaciones del fabricante ocasionalmente, superando ligeramente el valor máximo especificado de 0.4 dB. El peor resultado se obtiene para el aislador SN2, que en las frecuencias entre 8.2 y 10 GHz excede dicho valor en hasta 0.1 dB, mientras que SN3 presenta una atenuación de 0.45 dB en torno a 8.1GHz, manteniéndose por debajo de 0.42dB en el resto de la banda. Ambos presentan una atenuación en general alrededor de 0.36 dB, mientras que SN1 ofrece un mejor resultado, con una atenuación en torno a 0.3 dB y sólo excediendo los 0.4 dB especificados por el fabricante a la frecuencia de 8.29 GHz. Por último, el mejor resultado lo presenta el aislador SN5, que tiene una atenuación en torno a 0.15 dB y no supera los 0.2 dB en toda la banda.

De cualquier modo, estos valores de pérdidas resultan aceptables, suponiendo una atenuación suficientemente baja como para justificar su utilidad en cuanto al coeficiente de reflexión ofrecido.

2.1.2 Amplificador AFS3-08001200-14-ULN, MITEQ

Se emplean dos amplificadores de 25 dB de ganancia para amplificar las señales de RF correspondientes a ambos canales RCP y LCP. Se realizan medidas de sus parámetros S con el analizador de espectros en el rango de frecuencias de 7 a 13 GHz, con los siguientes resultados en la banda de trabajo especificada por el fabricante (de 8 a 12 GHz):

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2
Ganancia (dB)	25 +/- 1dB	28.18 (min 27.95 - max 28.49)	26.81 (min 26.4 - max 27.76)
VSWR IN (:1)	2 (-9.5 dB)	-14 (max -11.16)	-13.56 (max -10.73)
VSWR OUT (:1)	2 (-9.5 dB)	-24.29 (max -15.1)	-23.67 (max -16.05)

Tabla 3 . Características medidas de los amplificadores AFS3-08001200-14-ULB, MITEQ

Los parámetros S medidos se representan gráficamente en la Figura 5.

El consumo medido de cada amplificador es de 15 V / 74 mA.

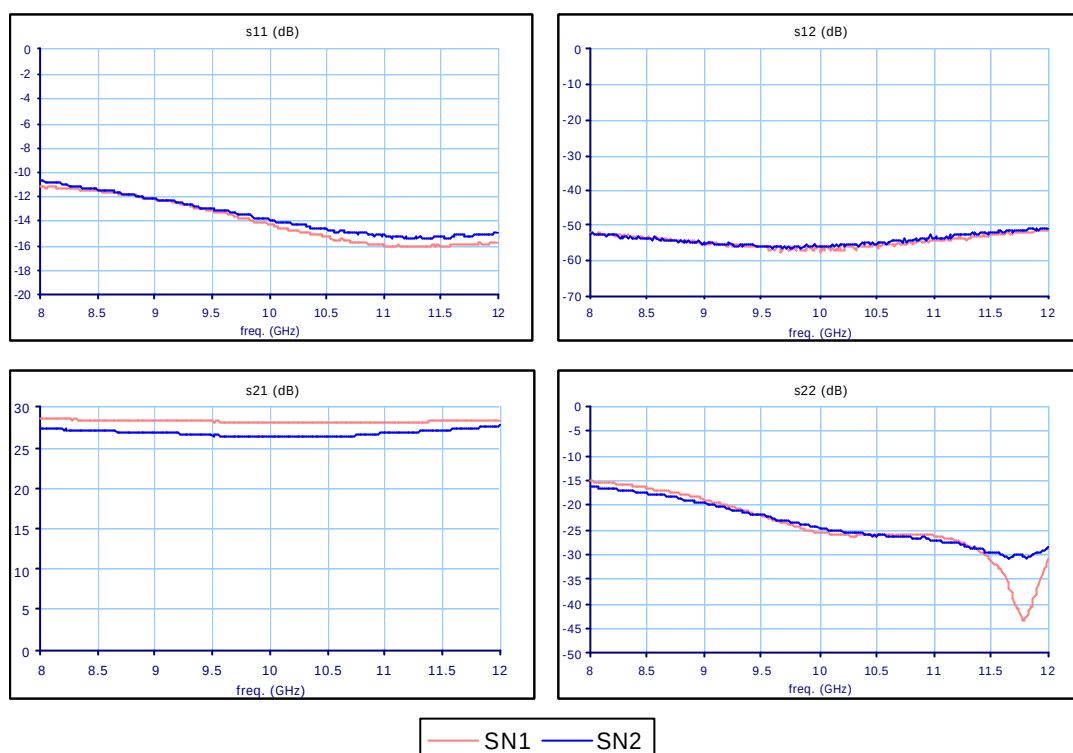


Figura 5. Medida de los parámetros S de los amplificadores AFS3-08001200-14-ULB, MITEQ.

La ganancia medida es algo mayor de la especificada por el fabricante, siendo mayor y más plana para SN1. Para la banda X de frecuencia en la que serán empleados (de 8180 a 8980 MHz), la ganancia es de unos 28.4 dB para SN1, y 27 para SN2, siendo considerablemente plana en ambos casos.

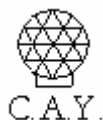
Aunque se cumplen las especificaciones, los valores medidos de S_{11} no son suficientemente buenos, especialmente en la banda de frecuencias del receptor X, en la que su valor se encuentra entre -10 y -12 dB; esto hace que sea conveniente el uso de los aisladores previos.

El valor de S_{22} es algo mejor, tomando valores comprendidos entre -15 y -20 dB en la banda del receptor X.

2.1.3 Filtro paso banda, 3B3305-U170-7AA, LARK ENG.

Se emplean dos filtros que seleccionan la banda de RF de interés, para ambas señales LCP y RCP.

Su frecuencia central es 8.58 GHz y la banda de paso (definida para una atenuación de 3 dBc) de 8180 a 8980 MHz, esto es, tienen una anchura de 800 MHz.



Las medidas se realizan en el VNA en el rango de frecuencia de 7 a 10 GHz, y con una potencia de las fuentes de -10 dBm. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2
Freq. Central (GHz)	8.58	8.58625	8.58625
Freq. min (GHz) @1dBc		8.1325	8.1325
Freq. max (GHz) @1dBc		9.04	9.04
AB (MHz) @1dBc		907.5	907.5
Freq. min (GHz) @3dBc	8.18	8.11	8.11
Freq. max (GHz) @3dBc	8.98	9.0925	9.07
AB (MHz) @3dBc	800.00	982.5	960
Stop Band > 20dB (GHz)	8.12 - 9.04 (920 MHz)	8.035 - 9.175 (1140MHz)	8.0275 - 9.1525 (1125MHz)
Stop Band > 40dB (GHz)	8.02 - 9.12 (1100 MHz)	7.9 - 9.28 (1380MHz)	7.8925 - 9.2725 (1380MHz)
L (dB) @ 8580 Mhz	1.5 dB max	0.37dB	0.4dB
L (dB) @ media bandpass 3dB		0.66	0.67
L (dB) @ 8.18 - 8.98 GHz		max 0.36	max 0.38
VSWR IN (:1) @band pass 1dB	max 1.33 (-17dB)	-23.56 (max-13.73)	-24.86 (max-11.23)
VSWR OUT (:1) @band pass 1dB	max 1.33 (-17dB)	-25.94 (max-13.68)	-24.18 (max-11.73)

Tabla 4. Características medidas de los filtros 4B8580-U800-8AA, Lark Eng.

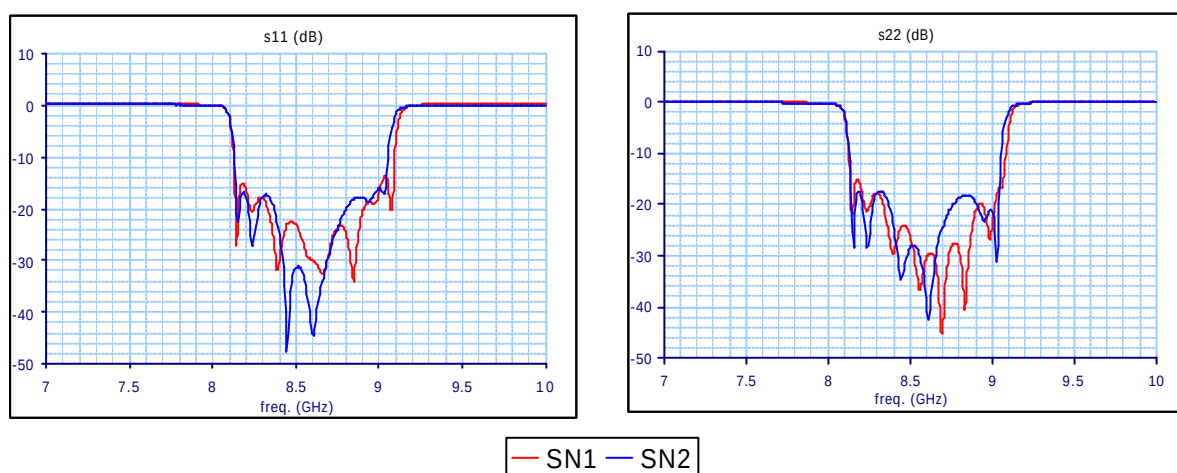


Figura 6. Comparación del VSWR de entrada y salida en la banda de paso de los filtros 4B8580-U800-8AA.

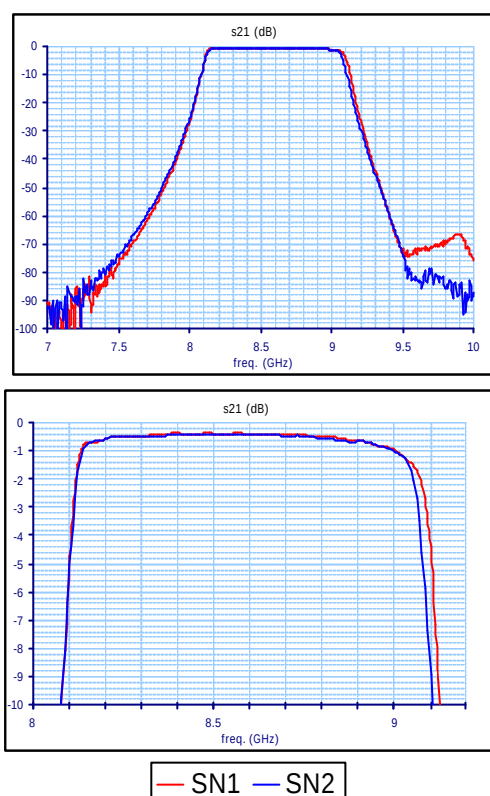


Figura 7. Comparación y detalle de la banda de paso de los filtros 4B8580-U800-8AA.

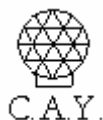
Como se observa en la Figura 7, la banda de paso del filtro SN1 es ligeramente mayor que la del SN2, concretamente unos 20 MHz en la mitad de alta frecuencia de la banda. Esto supone que el canal que use el filtro SN1 (concretamente, es el correspondiente a la polarización LCP) será un poco más ruidoso que el otro.

El ancho de banda de los filtros es algo mayor de lo especificado por el fabricante, puesto que éste lo define de 800 MHz (de 8.18 GHz a 8.98 GHz) en cuanto a las pérdidas como 3 dBc. Las medidas indican que en la práctica el ancho de banda se extiende desde 8.11 GHz a 9.09 GHz para SN1, y desde 8.11 GHz a 9.07 GHz para SN2, por lo que el ancho de banda 3 dBc de ambos filtros será de 982.5 MHz y 960 MHz respectivamente.

El contenido indeseado en este exceso de ancho de banda deberá ser eliminado en filtrados posteriores.

Por otro lado, las pérdidas de inserción en la banda X son prácticamente iguales para ambos filtros; son ligeramente mayores en el filtro SN1 que en el SN2 (unos 0.03dB en la frecuencia central), y sólo 0.01 mayores como media en toda la banda de paso, por lo que este desequilibrio será inapreciable en la cadena completa de LCP y RCP.

Las medidas indican que se tratan de unas pérdidas muy bajas en ambos casos, mucho menores que las dadas en las especificaciones del filtro.



La adaptación de los puertos es mejor que los -17 dB especificados entre las frecuencias de 8.18 y 8.98 GHz, si bien se alcanzan valores mayores en el ancho de banda a 1 dB.

2.1.4 Mezclador DMX0418L, MITEQ.

Estos mezcladores se emplean en el submódulo de RF para realizar la primera conversión en frecuencia, y proporcionar las señales de FI para ambas polarizaciones (LCP y RCP) en una banda de 530 a 1330 MHz.

Las medidas en modo mezclador se han realizado en el analizador vectorial, empleando una señal de OL fija proporcionada por el generador de señal externo SMR40, con una frecuencia de 7.65 GHz y una potencia de +10 dBm. Se ha tomado como frecuencia base en la medida la de FI, estudiando el resultado en la banda de trabajo especificada por el fabricante (de 10 MHz a 4 GHz). Para ello, es necesario un barrido de la frecuencia de RF de 7.66 a 11.65 GHz, que realizará el generador interno del analizador.

En la siguiente tabla se resume la configuración empleada y se presentan los resultados obtenidos para toda la banda de FI:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2
Freq. RF (GHz)	4 – 18	7.660-11.650	7.660-11.650
Freq. LO (GHz)	4 – 18	7.65	7.65
Freq. FI (GHz) @BW 2dB	DC - 4	0.01-4.00	0.01-4.00
Nivel LO (dBm)	+7 dBm / +13 dBm	10	10
L (dB) @ FI 100MHz, OL 10dBm		(Para FI 100MHz, L = 6.44)	(Para FI 100MHz, L = 6.26)
@ RF 7 - 16 GHz	5 (max 8)	7.15 (min 5.36 – max 9.04)	7.14 (min 5.07 – max 9.39)
@ RF 4 - 18 GHz	6 (max 9)		

Tabla 5. Resumen y resultados de la medida de las pérdidas de conversión de los mezcladores DMX0418L, Miteq

Las **pérdidas de conversión** obtenidas son mayores que las especificadas por el fabricante, tanto en su valor medio como en su máximo. Sin embargo, estas medidas están realizadas en todo el rango de frecuencias de FI, mientras que el fabricante suministra el dato para una frecuencia de FI de 100 MHz. A esta frecuencia, las pérdidas medidas son de 6.44 para SN1 y 6.26 dB para SN2. Estos valores están dentro de las especificaciones, aunque son algo mayores que el valor típico proporcionado.

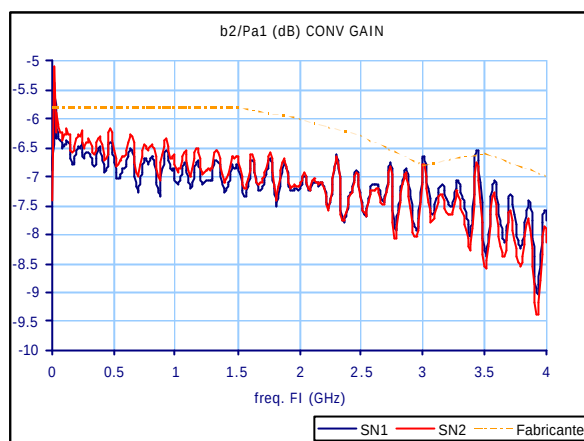


Figura 8. Pérdidas de conversión RF – FI de los mezcladores DMX0418L, Miteq

En la representación gráfica de las pérdidas de conversión (Figura 8) puede observarse que ambos mezcladores presentan valores similares, si bien en la mitad baja de frecuencias de la banda el mezclador SN2 tiene menos pérdidas, y en la mitad alta es el mezclador SN1 el que presenta mayores pérdidas. La diferencia de valores entre ambos es muy pequeña, de menos de 0.2 dB en toda la banda.

Puede observarse que el rango de frecuencias en el que se han realizado las medidas coincide con el ancho de banda de 2 dB especificado por el fabricante para la FI: a 4 GHz la señal resultante de la mezcla tiene una potencia unos 2 dB menor que a bajas frecuencias.

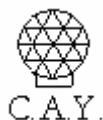
Comparando las gráficas con la proporcionada por el fabricante, se aprecia cómo las pérdidas medidas en la práctica son mayores, con una diferencia de 1 dB aproximadamente, pero siguen la misma tendencia.

En el receptor en banda X, estos mezcladores serán utilizados en el rango de frecuencias de FI de 530 a 1330 MHz; en él, el mezclador SN2 tiene un mejor comportamiento, al presentar menos pérdidas. La diferencia entre ambos es de unos 0.2 dB, y en la banda de frecuencias en la que serán utilizados las pérdidas son algo menores de 7 dB (en torno a 6.8 dB para SN1 y 6.6 dB para SN2).

Se ha medido la **adaptación** de cada uno de los puertos (OL, RF y FI), empleando el analizador vectorial en su modo de operación con un puerto.

Para la medida del VSWR en los puertos de RF y FI se ha introducido una OL fija de 7.65 GHz con una potencia de 10 dBm, y se ha situado una carga adaptada en el puerto en el que no se está realizando la medición. Se mide en todo el rango de frecuencias de funcionamiento de cada puerto: de 10 MHz a 4 GHz para el de FI, y de 4 a 18 GHz para el de RF; la potencia de señal empleada es de -10 y -20 dBm, con resultados prácticamente idénticos en ambos casos.

Sin embargo, para la medida de la adaptación en el puerto de OL se han utilizado potencias de -20 dBm y de 0 dBm, en lugar de 10 dBm como se indica en las



especificaciones, puesto que la calibración con esa potencia resultaba errónea y los datos obtenidos no eran fiables. En este caso se han adaptado los puertos de RF y FI, y se ha realizado la medición en el rango de frecuencias de 4 a 18 GHz.

En la siguiente tabla se resumen las características de la medición realizada y los resultados obtenidos:

SN 1				
	ESPECIFICACIONES	RESULTADO VSWR RF	RESULTADO VSWR FI	RESULTADO VSWR OL
Freq. RF (GHz)	4.00-18.00	4.00-18.00	(adaptada)	(adaptada)
Freq. LO (GHz)	4.00-18.00	7.65	7.65	4.00-18.00
Freq. FI (GHz)	DC-4	(adaptada)	0.01-4.00	(adaptada)
Nivel LO (dBm)	+7 / +13 dBm	10	10	0
VSWR RF (:1) @RF -10dBm, OL 10dBm				
@ 7 - 16 GHz	2 (-9.54dB)			
@ 4 - 18 GHz	3 (-6dB) typ	-10.04 dB (max -3.26)		
VSWR FI (:1) @RF -10dBm, OL 10dBm	2 (-9.54dB) typ		-13.01 dB (max -10.78)	
VSWR OL (:1) @OL 10dBm				
@ 7 - 16 GHz	2 (-9.54dB) typ			
@ 4 - 18 GHz	2.5 (-7.36dB) typ			-1.6 dB (max 0.3)

SN 2				
	ESPECIFICACIONES	RESULTADO VSWR RF	RESULTADO VSWR FI	RESULTADO VSWR OL
Freq. RF (GHz)	4.00-18.00	4.00-18.00	(adaptada)	(adaptada)
Freq. LO (GHz)	4.00-18.00	7.65	7.65	4.00-18.00
Freq. FI (GHz)	DC-4	(adaptada)	0.01-4.00	(adaptada)
Nivel LO (dBm)	+7 dBm / +13 dBm	10	10	0
VSWR RF (:1) @RF -10dBm, OL 10dBm				
@ 7 - 16 GHz	2 (-9.54dB)			
@ 4 - 18 GHz	3 (-6dB) typ	-10.74 (max -2.7)		
VSWR FI (:1) @RF -10dBm, OL 10dBm	2 (-9.54dB) typ		-12.32 (max -10.04)	
VSWR OL (:1) @OL 10dBm				
@ 7 - 16 GHz	2 (-9.54dB) typ			
@ 4 - 18 GHz	2.5 (-7.36dB) typ			-2.18 dB (max -0.85)

Tabla 6. Resumen y resultados de la medida de la adaptación en los puertos de RF, FI y OL de los mezcladores DMX0418L,Miteq

En la siguiente figura se representa la **adaptación en el puerto de RF**, medida para una potencia de RF de -10 dBm, siendo los resultados prácticamente idénticos para -20 dBm.

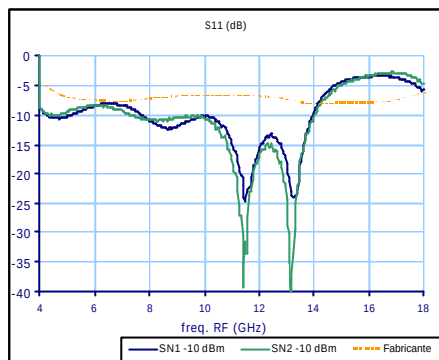


Figura 9. Adaptación del puerto de RF de los mezcladores DMX0418L, Miteq

Comparando con la gráfica proporcionada por el fabricante, vemos que se obtienen mejores valores de adaptación, excepto para frecuencias altas, de 15 a 18 GHz aproximadamente, en los que S_{11} alcanza valores más elevados.

Ambos mezcladores tienen un comportamiento similar, aunque SN2 presenta valores algo menores y mínimos más pronunciados, en torno a las frecuencias de 11.5 y 13.5 GHz.

Los mezcladores funcionarán en el receptor en banda X en una banda de frecuencias de RF de 8180 a 8980 MHz; en ella, la adaptación es algo mejor de -10 dB, y el mezclador SN1 presenta un mejor comportamiento, si bien en la mayor parte de las frecuencias restantes es SN2 el que ofrece valores menores de S_{11} .

Para mejorar la adaptación que el mezclador presenta en la entrada de RF, se recurre a insertar un aislador de forma previa en ambas cadenas RCP y LCP.

La **adaptación en el puerto de FI** es algo mejor que en el puerto de RF, manteniéndose en toda la banda de frecuencias por debajo de los -10 dB especificados por el fabricante como valor típico. SN1 presenta valores más bajos, aunque SN2 tiene un comportamiento más estable con la frecuencia.

La medida realizada se representa en la siguiente figura:

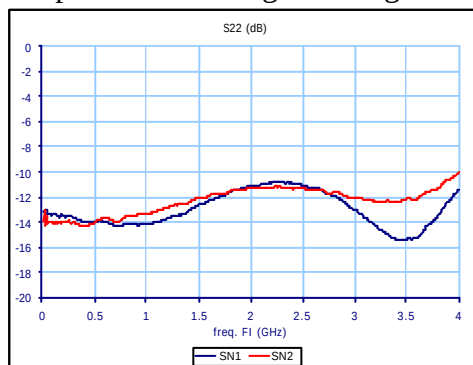


Figura 10. Adaptación del puerto de FI de los mezcladores DMX0418L, Miteq

En el receptor en banda X, estos mezcladores funcionarán con frecuencias de FI de 530 a 1330 MHz; el valor de adaptación en este caso es de unos -13 dB para el mezclador SN2, y -14 dB para SN1.

En cuanto a la **adaptación en el puerto de OL**, los valores obtenidos son bastante peores, sobrepasando la especificación de valor típico de -7.36 dB. Sin embargo, la medición de esta característica se ha realizado con una potencia de 0 dBm y -20 dBm, y no con la potencia de 10 dBm empleada por el fabricante, por no ser posible la calibración del VNA con esta potencia.

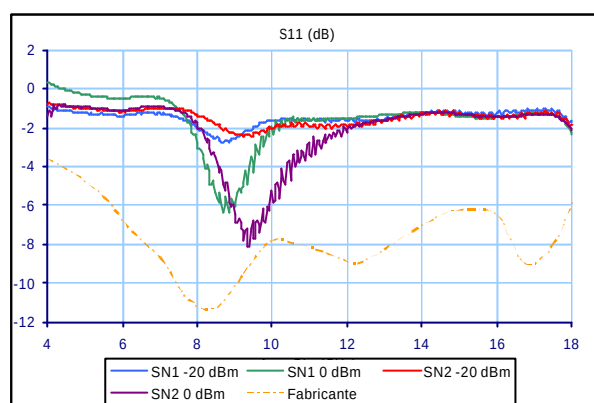


Figura 11. Adaptación del puerto de OL de los mezcladores DMX0418L, Miteq

En la Figura 11 puede observarse que los valores obtenidos son peores que los suministrados por el fabricante, aunque para una potencia de OL de 0 dBm se obtienen mejores resultados, por lo que cabe esperar que estos mejoren para 10 dBm, acercándose a las especificaciones.

Los mezcladores tienen un comportamiento muy similar entre ellos, presentando un mínimo de S_{11} cerca de la frecuencia de 9 GHz.

En el receptor en banda X se empleará una frecuencia de OL de 7.65 GHz para estos mezcladores, y la adaptación para a esta frecuencia en ambos es muy mala, con un S_{22} de -1 dB aproximadamente. Esto podría hacer que fuera necesario el uso de aisladores en las salidas del divisor RLC empleado para la señal de OL.

Para la medida del **aislamiento de OL a RF** se ha empleado el analizador vectorial en su modo de operación con dos puertos, entre las frecuencias de 4 a 18 GHz (toda la banda de trabajo en OL y RF), y situando una carga adaptada en la puerta de FI. De este modo sólo es posible realizar la medida con una potencia de OL de -20 dBm, mientras que el fabricante proporciona las especificaciones para una potencia de 10 dBm.

Por lo tanto, se realiza una segunda medida a diversas frecuencias empleando el generador de señal con una potencia de 10 dBm para el puerto de OL, y conectando la salida del puerto de RF al analizador de espectros.

Los valores medios y mínimos de aislamiento obtenidos son los siguientes:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2
Freq. RF (GHz)	4.00-18.00	4.00-18.00	4.00-18.00
Freq. LO (GHz)	4.00-18.00	4.00-18.00	4.00-18.00
Freq. FI (GHz)	DC-4	(adaptada)	(adaptada)
Nivel LO (dBm)	+7 dBm / +13 dBm	-20 / 10	-20 / 10
Aislamiento OL a RF (dB) @ 4 - 18 GHz	35 (min 20)	@ VNA 31.99 (min 22.95) @ Analizador de espectros 38.05 (min 33.17)	@ VNA 33.75 (min 25.55) @ Analizador de espectros 40.92 (min 34.17)

Tabla 7. Resumen y resultados de la medida del aislamiento entre los puertos de OL y RF de los mezcladores DMX0418L, Miteq

Las medidas realizadas con el analizador de espectros ofrecen resultados algo mejores que los obtenidos con el analizador de redes, especialmente a frecuencias altas. Esto parece indicar que para una potencia de OL dentro del margen adecuado, el mezclador presenta un mejor comportamiento.

En ambos casos los resultados obtenidos superan el valor mínimo dado en las especificaciones.

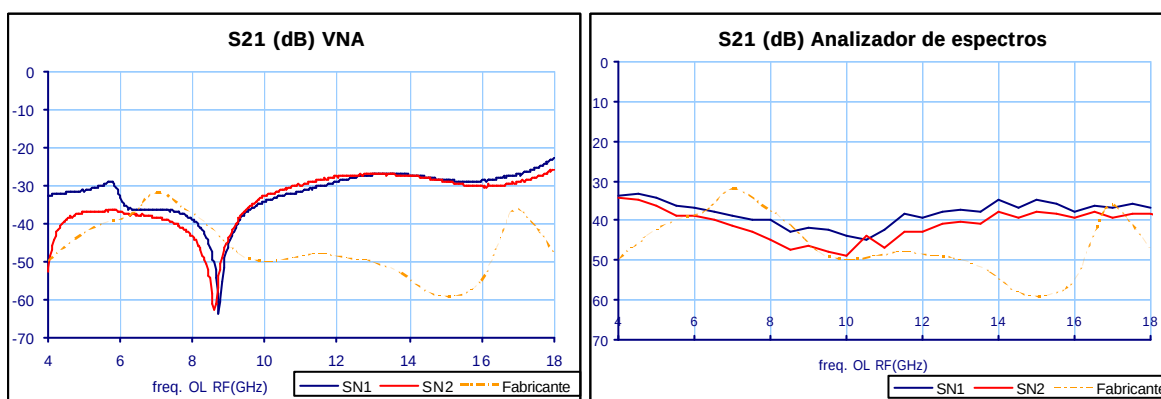


Figura 12. Aislamiento entre los puertos de OL y RF de los mezcladores DMX0418L, Miteq

En la Figura 12 se puede observar la similitud entre los datos obtenidos con el VNA y con el analizador de espectros, excepto en el mínimo que puede observarse alrededor de los 8.6 GHz en las medidas realizadas con el VNA, y que no aparece al medir con el analizador de espectros. En general, el comportamiento del mezclador SN2 es algo mejor que el del SN1, con una diferencia de unos 5 dB en los valores de aislamiento.

Comparando la representación gráfica de los resultados con la proporcionada por el fabricante, se puede observar que se obtienen valores de aislamiento menores que los especificados, si bien son más cercanos para el caso de una potencia de OL de 10 dBm.

La frecuencia de OL empleada en el receptor es de 7.65 GHz; corresponde a un aislamiento en torno a -40 dB, que es un valor aceptable, y se verá reforzado por el aislador empleado de forma previa en la cadena de RF, que impedirá su propagación hacia etapas anteriores.

En este sentido, el tono de OL introducido en la señal de RF no supondrá ningún problema en el correcto funcionamiento del módulo.

Para la medida del **aislamiento de OL a FI** se ha empleado el analizador vectorial en su modo de operación con dos puertos, entre las frecuencias de 10 MHz a 4 GHz (toda la banda de trabajo en FI), y de 4 a 18 GHz (banda de trabajo en OL), y situando una carga adaptada en el puerto de RF. Las especificaciones están dadas para la banda de 4 a 18 GHz, de modo que será la empleada para obtener el valor promedio de las medidas.

De forma similar a las medidas del aislamiento entre OL y RF, el VNA nos proporciona una potencia de -20 dBm, por lo que se realiza una segunda medida empleando el generador de señal con una potencia de 10 dBm para el puerto de OL, la empleada por el fabricante para la especificación, y conectando la salida del puerto de FI al analizador de espectros.

Los valores medios y mínimos de aislamiento obtenidos son los siguientes:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2
Freq. RF (GHz)	4.00-18.00	(adaptada)	(adaptada)
Freq. LO (GHz)	4.00-18.00	4.00-18.00	4.00-18.00
Freq. FI (GHz)	DC-4	4.00-18.00	4.00-18.00
Nivel LO (dBm)	+7 dBm / +13 dBm	-20 / 10	-20 / 10
Aislamiento OL a FI (dB) @ 4 - 18 GHz	35 (min 20)	@ VNA 24.57 (min 14.18)	@ VNA 25.46 (min 18.06)
		@ Analizador de espectros 28.82 (min 23.33)	@ Analizador de espectros 28.78 (min 24.67)

Tabla 8. Resumen y resultados de la medida del aislamiento entre los puertos de OL y FI de los mezcladores DMX0418L, Miteq

De nuevo los resultados obtenidos con el analizador de espectros son mejores que los obtenidos con el analizador vectorial de redes; nos proporcionan un valor medio cercano a 29 dB, más ajustado a los 35 dB especificados, y cumpliendo en toda la banda un aislamiento mayor de 20 dB. Sin embargo, los resultados obtenidos con el VNA sobrepasan ese valor límite.

Los valores resumidos previamente corresponden a la banda de frecuencias de 4 a 18 GHz, banda de funcionamiento del OL; sin embargo, la banda de FI se extiende de 10 MHz a 4 GHz, por lo que se han realizado medidas del aislamiento también a estas frecuencias.

A continuación se representan gráficamente los resultados obtenidos en las medidas realizadas tanto con el analizador vectorial de redes como con el analizador de espectros:

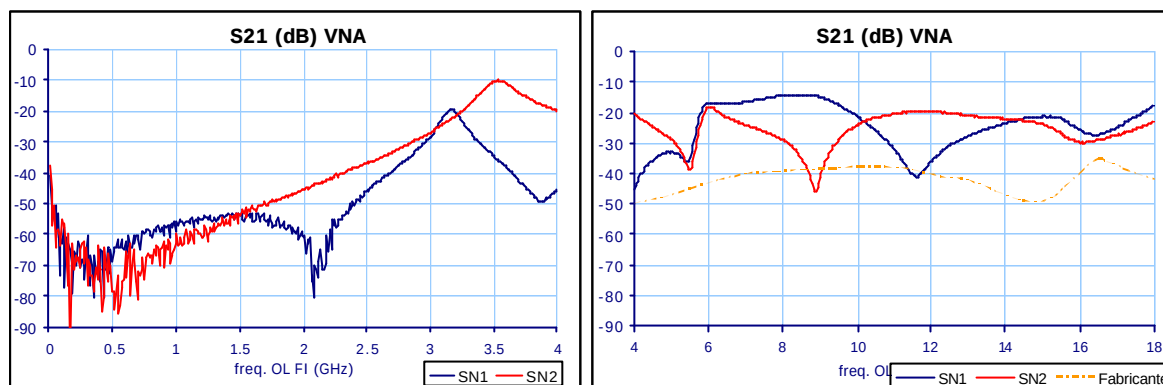


Figura 13. Aislamiento entre los puertos de OL y FI de los mezcladores DMX0418L, Miteq, medido con el analizador vectorial de redes

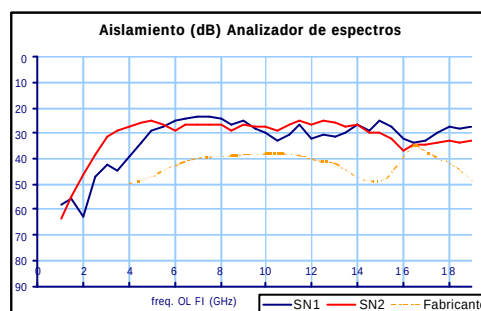


Figura 14. Aislamiento entre los puertos de OL y FI de los mezcladores DMX0418L, Miteq, medido con el analizador de espectros

Puede observarse la similitud entre los resultados, si bien el comportamiento observado con el analizador de espectros es mejor, puesto que se emplea una potencia de OL dentro del rango adecuado. El aislamiento a bajas frecuencias tiene valores elevados, y a partir de 4 GHz mantiene valores bastante estables en torno a 30 dB.

Los valores obtenidos, de cualquier modo, son peores que los proporcionados por el fabricante, pero cumplen su especificación en cuanto al mínimo de aislamiento ofrecido.

En el receptor en banda X, la frecuencia de OL es de 7.65 GHz, a la que corresponde a un aislamiento entre 20 y 30 dB; puesto que la señal de OL en el módulo tiene una potencia de unos $16 \text{ dBm} - 3.3 \text{ dB} = 12.7 \text{ dBm}$, el tono a la salida de FI tendrá un nivel considerable de potencia. Sin embargo, la señal de salida de este submódulo de RF es la entrada al submódulo de FI, cuyo primer elemento es un filtro paso bajo con una frecuencia de corte de 1650 MHz, que presenta una gran atenuación a la frecuencia

de 7.65 GHz. Por lo tanto, este todo será eliminado y no supondrá ningún problema en el receptor.

El **aislamiento de FI a RF** se ha medido tan solo con el analizador vectorial de redes, puesto que no es necesaria una elevada potencia de OL como en los casos anteriores. El modo de funcionamiento del instrumento es normal con dos puertos, y se ha adaptado el puerto de OL. Se ha empleado una potencia de FI de -20 dBm, y se han realizado las medidas tanto en la banda de frecuencias de funcionamiento de FI (de 10 MHz a 4 GHz) como en la de RF (de 4 a 18 GHz). Las especificaciones están dadas para la banda de frecuencias bajas, pero se ha querido caracterizar el componente en todo el rango de frecuencias. Los valores medios han sido calculados en la banda especificada por el fabricante, y los resultados son:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2
Freq. RF (GHz)	4.00-18.00	10 MHz – 4 GHz	10 MHz – 4 GHz
Freq. LO (GHz)	4.00-18.00	(adaptada)	(adaptada)
Freq. FI (GHz)	DC-4	10 MHz – 4 GHz	10 MHz – 4 GHz
Nivel LO (dBm)	+7 dBm / +13 dBm	-20	-20
Aislamiento FI a RF (dB) @ 4 - 18 GHz	35 (min 20)	52.7 (min 33.91)	54.03 (min 34.89)

Tabla 9. Resumen y resultados de la medida del aislamiento entre los puertos de FI y RF de los mezcladores DMX0418L,Miteq

El aislamiento del puerto de FI al de RF es excelente, presentando para ambos mezcladores valores superiores a los proporcionados por el fabricante.

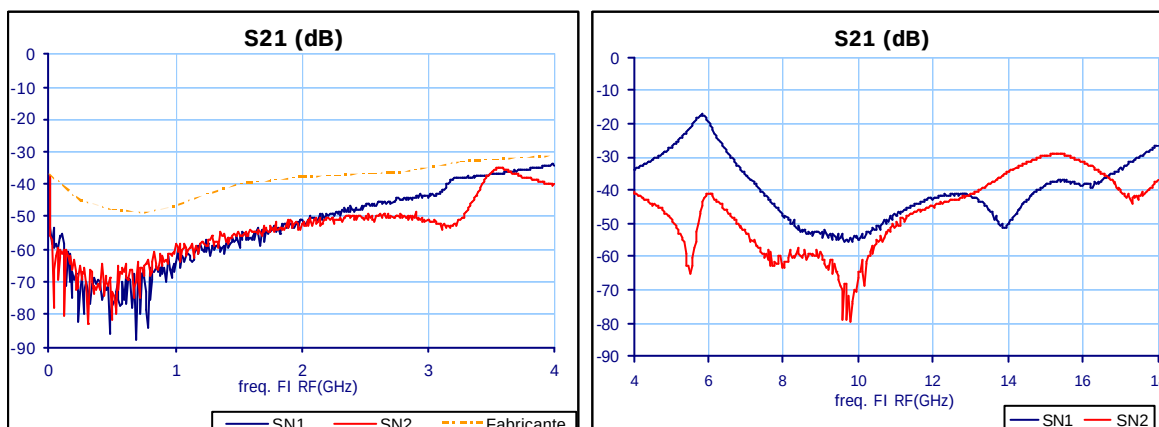
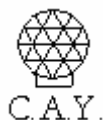


Figura 15. Aislamiento entre los puertos de FI y RF de los mezcladores DMX0418L,Miteq

Esto puede verificarse en la representación gráfica que compara los resultados con los datos suministrados por el fabricante (Figura 15). Los valores obtenidos en las medidas son mejores que los de las especificaciones, encontrándose en todo momento por encima de 30 dB de aislamiento.

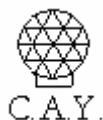


Por otro lado, se ha medido el aislamiento en la banda de frecuencias de 4 a 18 GHz, obteniéndose peores resultados, especialmente para el mezclador SN1, que presenta un pico mínimo de aislamiento de 18 dB alrededor de la frecuencia de 6 GHz. Para el resto de frecuencias, así como para el mezclador SN2, el aislamiento es superior a 30 dB.

En el caso concreto del receptor X la banda de FI comprende frecuencias de 530 MHz a 1.33 GHz, frecuencias a las que el aislamiento es especialmente bueno, puesto que toma valores en torno a los 60 dB.

Para la medida del **punto de compresión de 1 dB**, se ha conectado al puerto de OL el generador de señal, que proporciona un tono a una frecuencia de 7.65 GHz y con una potencia de 10 dBm, y a la entrada de RF se ha conectado una señal de 9 GHz suministrada por el generador interno del VNA funcionando en el modo arbitrario de conversión de frecuencias. La salida de FI corresponde a una frecuencia de 1.35 GHz, que ha sido observada en el analizador de espectros.

La potencia inicial de la señal de RF es de -20 dBm, y se ha ido aumentando hasta observar un aumento en las pérdidas de inserción de 1 dB. Las medidas realizadas y sus resultados son los siguientes:



SN1		
dBm RF	dBm FI	Pérdidas de inserción
-20	-27	7
-10	-17	7
0	-7.17	7.17
1	-6.5	7.5
2	-5.67	7.67
3	-4.83	7.83
3.5	-4.5	8

SN2		
dBm RF	dBm FI	Pérdidas de inserción
-20	-27	7
-10	-17	7
0	-7.33	7.33
1	-6.33	7.33
2	-5.33	7.33
3	-4.33	7.33
3.5	-4	7.5
4	-3.67	7.67
5	-3	8

Tabla 10. Medida del punto de compresión a 1 dB de los mezcladores DMX0418L,Miteq

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2
Freq. RF (GHz)	4.00-18.00	9	9
Freq. LO (GHz)	4.00-18.00	7.65	7.65
Freq. FI (GHz)	DC-4	1.35	1.35
Nivel LO (dBm)	+7 dBm / +13 dBm	10	10
Potencia entrada (dBm) @1dB comp (LO=+10dBm)	3.0	3.5	5

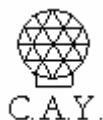
Tabla 11. Resumen y resultados de las medidas del punto de compresión a 1 dB de los mezcladores DMX0418L,Miteq

Se obtienen resultados mejores que los establecidos en las especificaciones, siendo el punto de compresión del mezclador SN2 superior al del SN1.

Finalmente, se han realizado medidas del nivel de los **espúreos** o **productos de intermodulación** generados por el mezclador. Las medidas se han realizado del mismo modo que las especificaciones proporcionadas por el fabricante, esto es, para una FI de 2 GHz. Para ello, se han variado las frecuencias de RF y OL para obtener el espúreo correspondiente a dicha frecuencia. El generador de señal proporciona la señal de OL con una potencia de 10 dBm, mientras que el generador interno del VNA, trabajando en el modo arbitrario de conversión de frecuencias, proporciona la señal de RF a la frecuencia deseada con una potencia de -10 dBm.

Los niveles medidos mediante el analizador de espectros de la señal de FI resultante a 2 GHz son los siguientes:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2
Freq. RF (GHz)	4.00-18.00		
Freq. LO (GHz)	4.00-18.00		
Freq. FI (GHz)	DC-4	2	2
Nivel LO (dBm)	+7 dBm / +13 dBm	10	10
Nivel RF (dBm)		-10	-10



Nivel de espúreos (dBc)	FI = 2 GHz = (m) RF x (n) OL			
(RF = 10 GHz, OL = 12 GHz)	1x1	0	0	0
(RF = 14 GHz, OL = 8 GHz)	1x2	32	42.33	33.33
(RF = 16 GHz, OL = 6 GHz)	1x3	12	16.83	15.83
(RF = 6 GHz, OL = 14 GHz)	2x1	38	41.33	43.33
(RF = 10.5 GHz, OL = 11.5 GHz)	2x2	55	47.33	52
(RF = 12.8 GHz, OL = 9.2 GHz)	2x3	38	46.33	52
(RF = 15 GHz, OL = 17 GHz)	3x1	42	48.33	45.5
(RF = 8.4 GHz, OL = 13.6 GHz)	3x2	60	50.33	52
(RF = 10.7 GHz, OL = 11.3 GHz)	3x3	58	51.33	51.5

Tabla 12. Resumen y resultados de las medidas de los espúreos de los mezcladores DMX0418L, Miteq

Los niveles de espúreos superiores a 50 dBc corresponden a una señal muy débil, comparable al ruido, por lo que no deben tenerse en cuenta. En todos los casos, los niveles de potencia obtenidos son inferiores a los especificados por el fabricante, siendo mejores en general los resultados obtenidos para el mezclador SN2, excepto para los espúreos $1f_{RF} \times 2f_{OL}$, $1f_{RF} \times 3f_{OL}$, para los que SN1 presenta potencias menores.

En el receptor en banda X, a partir de la banda de frecuencias de RF de 8.18 a 8.98 GHz, y de la frecuencia de OL de 7.65 GHz, podemos deducir las bandas de FI en las que se encontrarán cada uno de los espúreos:

(m) RF x (n) OL	Banda del espúreo
1x1	0.53 – 1.33 GHz
1x2	6.32 – 7.12 GHz
1x3	13.97 – 14.77 GHz
2x1	8.71 – 10.31 GHz
2x2	1.06 – 2.66 GHz
2x3	4.99 – 6.59 GHz
3x1	16.89 – 19.29 GHz
3x2	16.89 – 9.24 GHz
3x3	1.59 – 3.99 GHz

Tabla 13. Bandas de frecuencias resultantes en el receptor en banda X para los productos de intermodulación de los mezcladores DMX0418L, Miteq

Todos ellos serán eliminados por el filtro paso bajo posterior (en el submódulo de FI), excepto la señal principal resultante de la mezcla, y que constituye nuestra banda de FI de interés (de 530 MHz a 1.33 GHz), y el espúreo $2f_{RF} \times 2f_{OL}$ resultante que no es eliminado por completo por el filtro, pues comprende la banda de 1.06 a 2.66 GHz. Sin embargo, se encuentra fuera de la banda de interés y por lo tanto será eliminado por filtrados posteriores, y además su nivel de potencia es suficientemente bajo.

2.1.5 Divisor RLC Elect. D-4080-2

Se emplea en el submódulo de RF para la obtención, a partir del tono de OL de 7.65 GHz procedente del submódulo de OL, de las dos señales de OL que serán empleadas en sendos mezcladores.

La medida se ha realizado empleando el analizador vectorial de redes, en todo el rango de frecuencias de funcionamiento del divisor (de 4 a 18 GHz), y entre el común y cada una de las dos puertas. Los resultados son los siguientes:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO PUERTO 1	RESULTADO PUERTO 2
Perdidas de inserción totales (dB)	3.50	3.36 (min 3.16, max 3.57)	3.26 (min 3.09, max 3.42)
VSWR max	1,5 (-14dB)	in: -22.16 (max -16.32)	in: -22.16 (max -16.34)
		out: -18.91 (max -17.5)	out: -20.32 (max -19.47)

Tabla 14. Resumen y resultados de las medidas de características del divisor D-4080-2, RLC Elect

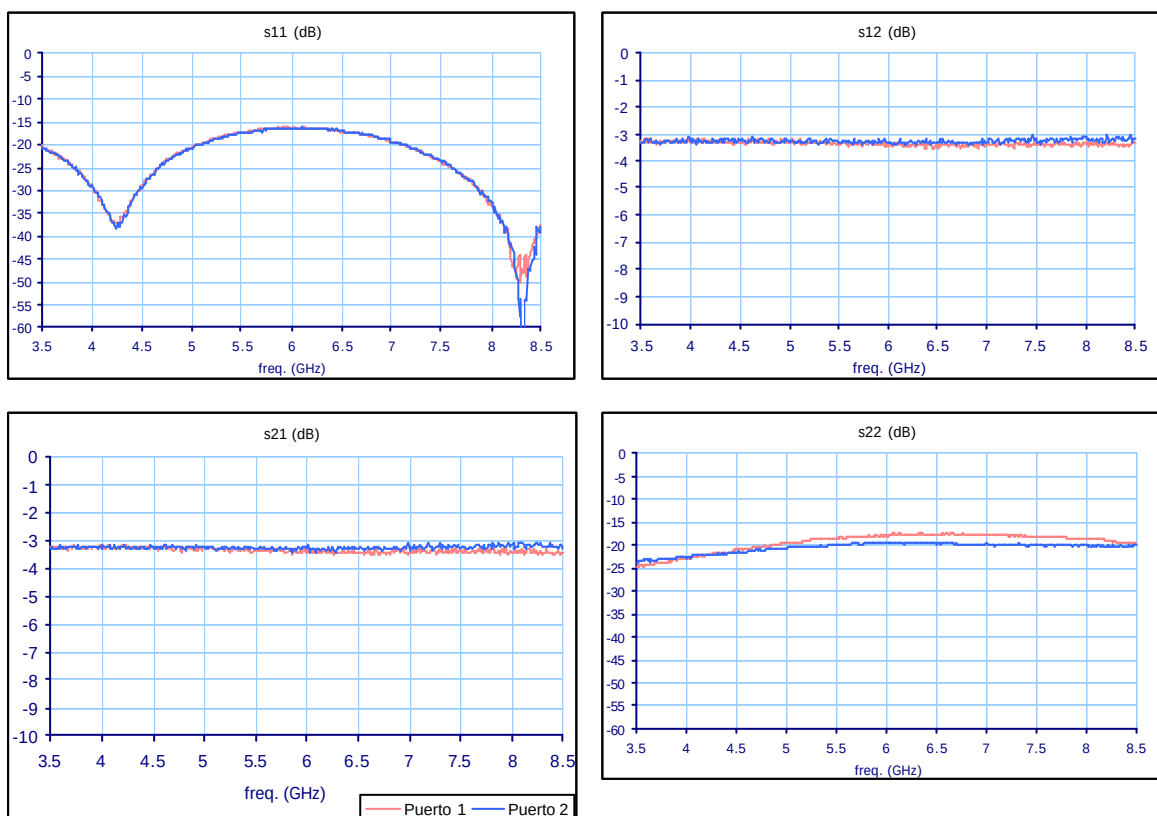


Figura 16. Medida de los parámetros S del divisor D-4080-2, RLC Elect.

Las pérdidas totales tienen un valor bastante constante en toda la banda, en torno a 3.3 dB, siendo algo menores que la especificación del fabricante.

El comportamiento es similar para ambos puertos, aunque a frecuencias altas las pérdidas son algo menores para el puerto 2, con una diferencia de alrededor de 0.1 dB.

La adaptación cumple las especificaciones del fabricante, siendo algo mejor en el puerto 1.

Finalmente, se ha medido el aislamiento entre ambos puertos, adaptando el puerto común a 50 Ω . El resultado es el siguiente:

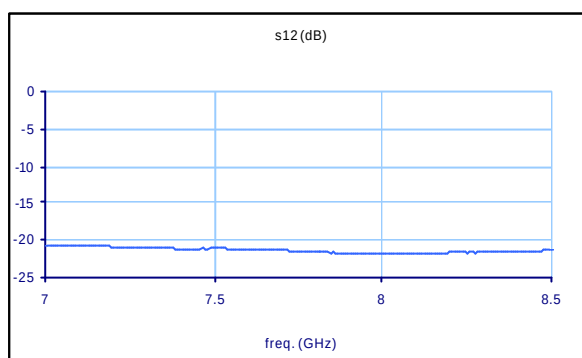


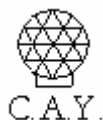
Figura 17. Medida del aislamiento entre puertos del divisor D-4080-2, RLC Elect.

El aislamiento presenta valores mejores que 20 dB, siendo éste un valor aceptable.

En el receptor en banda X, este divisor será empleado para una señal de OL de 7650 MHz, a la que las pérdidas de inserción tienen un valor de unos 3.3 dB para el puerto 1 y 3.4 dB para el puerto 2, mientras que la adaptación del puerto común corresponde a un S_{11} de -25 dB, y la de los puertos a un S_{22} de -18 dB (puerto 1) y -20 dB (puerto 2).

La potencia del tono de entrada es de 16 dBm, por lo que las señales de OL proporcionadas a los mezcladores tendrán una potencia de 12.7 y 12.6 dBm. Este valor se encuentra dentro del rango especificado por el fabricante para una correcta conversión de frecuencia.

La entrada del OL del mezclador tiene un coeficiente de reflexión bastante malo, lo que supondrá una reflexión de la señal. Debido al alto aislamiento entre puertos, esto puede no suponer un problema para el funcionamiento de los mezcladores, pero una gran parte de la señal progresará a través del divisor hacia la entrada del submódulo. Este problema quedaría solucionado incluyendo aisladores en las salidas del divisor, para mejorar la adaptación ofrecida por el mezclador.



2.1.6 Conclusiones

La configuración en las cadenas RCP y LCP del submódulo de RF es la siguiente:

Canal	Aislador		Amplificador		Filtro Lark		Aislador		Mezclador		Ganancia
RCP	SN3	-0.35	SN2	26.81	SN2	-0.4	SN5	-0.13	SN1	-6.8	19.13
LCP	SN1	-0.28	SN1	28.18	SN1	-0.37	SN2	-0.37	SN2	-6.7	20.46

Tabla 15. Ganancia total de la cadena de elementos del submódulo de RF para los canales RCP y LCP

La diferencia entre la ganancia de cada uno de los canales del submódulo de RF es de unos 1.3 dB, siendo mayor en el canal de RCP. Sin embargo, esta diferencia quedará compensada en el submódulo de FI posterior.

El coeficiente de reflexión a la entrada el submódulo de RF será aproximadamente el del primer aislador, aproximadamente S_{11} mejor de -21 dB en toda la banda.

Puede ser necesario el uso de aisladores a la salida del divisor de señal, puesto que la entrada de OL del mezclador presenta una mala adaptación. De este modo se evitarían reflexiones de la señal hacia la entrada del submódulo, que se propagarían al submódulo de OL.

2.2 Submódulo OL.

Este submódulo contiene los osciladores que proporcionan los tonos necesarios para las dos conversiones en frecuencia que se realizan en el receptor en banda X: un oscilador local a una frecuencia de 450 MHz y otro a 7.65 GHz.

Una señal de 5 MHz proveniente del máser entra en un divisor que proporciona a su salida las señales de referencia para el enganche en fase de ambos osciladores.

Los osciladores serán refrigerados, para evitar un calentamiento excesivo.

Se han realizado diversas medidas de las características de los osciladores empleando el generador de señal y el generador de funciones para proporcionar la señal de referencia, y estudiando la salida obtenida en el analizador de espectros. Para la medida de la adaptación del puerto de salida se ha usado el analizador vectorial de redes.

*El esquema de este submódulo puede encontrarse en la
Figura 66 del Anexo A. Esquema de la FI del receptor X.*

2.2.1 Oscilador CTI XPDRO-7349 (7650 MHz)

Este oscilador se engancha en fase con la señal de 5 MHz que proviene del máser. Según el fabricante, es necesaria una señal de referencia de 5 a 15 MHz, y con una potencia de $0 \text{ dBm} \pm 3 \text{ dB}$. La medida realizada en CAY demuestra que el oscilador permanece enganchado para una señal de frecuencia desde 5 MHz a 100 MHz, y disminuyendo la potencia de la señal de enganche se comprueba que el oscilador permanece enganchado hasta una potencia de dicha señal de -55 dBm .

Es posible saber que el oscilador se encuentra enganchado gracias a que éste proporciona una señal TTL a través del terminal de ALM; dicha señal se encuentra a nivel alto cuando el oscilador está enganchado en fase con la señal de referencia.

La frecuencia de salida del oscilador se mide con precisión haciendo uso de la opción 'count' del analizador de espectros Agilent, obteniendo un valor cuando el oscilador está enganchado de 7650.007 MHz. Sin señal de referencia, el oscilador no está enganchado en fase, y a la salida se tiene una señal con una frecuencia de 7649.88 MHz, esto es, al desengancharse la salida del OL decrece en frecuencia 127 kHz.

La potencia de la señal de salida medida es de 16 dBm, valor que cumple las especificaciones del fabricante.

La medida de los armónicos se realiza mediante la opción disponible en el analizador de espectros, obteniéndose potencias menores de los -20 dBc indicados en las especificaciones. El mayor valor corresponde al armónico de segundo orden (15.3

GHz), con una potencia alrededor de -30 dBc. Los resultados obtenidos para todos los armónicos se muestran en la siguiente tabla; suponen una distorsión armónica total de un 3.4 %.

Frecuencia	Potencia (dBc)
2fo (15.3 GHz)	-29.3
3fo (22.95 GHz)	-56.8
4fo (30.6 GHz)	-60.8
5fo (38.25 GHz)	-68.2
6fo (45.9 GHz)	-65.2

Tabla 16. Medida de los armónicos del oscilador XPDRO-7349 a 7.65 GHz, CTI

No se observa ningún otro espúreo a la salida del oscilador, tan sólo los armónicos del tono fundamental.

La alimentación del oscilador medida en el CAY es de 15 V y 370 mA, lo que supone un consumo menor que el especificado por el fabricante.

Mediante la opción disponible en el analizador de espectros Agilent se realiza la medida del ruido de fase del oscilador, tomando como señal de referencia la de 10 MHz proporcionada por el generador de RF, cuya potencia es de 0.67 dBm. Los resultados son los siguientes, algo peores que los dados en las especificaciones:

Frecuencia desde la portadora:	ESPECIF 5 GHz (dBc/Hz)	ESPECIF 10 GHz (dBc/Hz)	MEDIDAS RUIDO DE FASE (dBc/Hz)
100 Hz	-75	-70	-53
1 kHz	-100	-95	-76.8
10 kHz	-120	-110	-109

Tabla 17. Medida del ruido de fase del oscilador XPDRO-7349 a 7.65 GHz, CTI

El ruido de fase para offsets mayores desde la portadora toma valores muy pequeños, que no pueden ser medidos con el analizador.

Finalmente se realiza la medida de la adaptación del puerto de salida del oscilador, mediante el analizador vectorial de redes, en el rango de frecuencias de 3 a 18 GHz. El valor medio obtenido es de -24.2 dBm, mejor que el asegurado por el fabricante en las especificaciones; a la frecuencia de 7.65 GHz del oscilador S_{22} tiene un valor de -40.7 dBm.

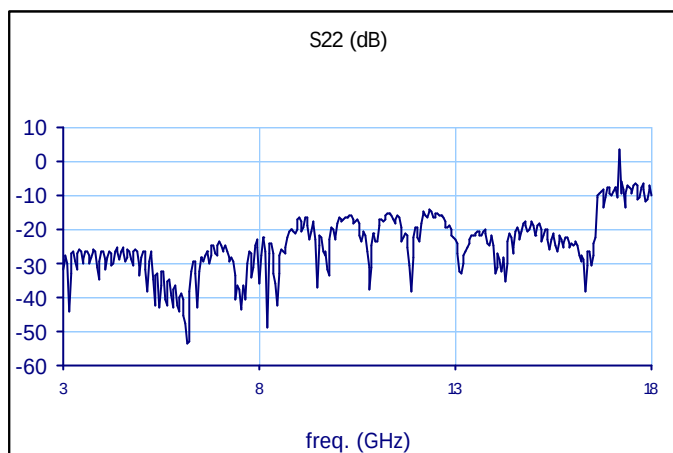


Figura 18. Medida del parámetro S_{22} del oscilador XPDRO-7349 a 7.65 GHz, CTI

2.2.2 Oscilador CTI PCRO-4217 (450 MHz)

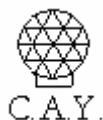
Este oscilador se engancha en fase con la señal de 5 MHz que proviene del máser. Según el fabricante, es necesaria una señal de referencia de 5 a 100 MHz, lo que se ha comprobado mediante medidas realizadas con el analizador de espectros y empleando como señal de referencia la salida del generador de señal (para las frecuencias más bajas) y del generador de RF (para frecuencias más altas, por encima de 10 MHz). La potencia necesaria para la señal de referencia, según el fabricante, es de 0 dBm $\pm$ 3 dB, aunque la medida realizada en CAY demuestra que el oscilador permanece enganchado hasta una potencia de dicha señal de -38 dBm.

Es posible saber que el oscilador está enganchado porque éste proporciona una señal TTL a través del terminal de ALARM, que se encuentra a nivel alto cuando el oscilador está enganchado en fase con la señal de referencia.

La frecuencia de salida del oscilador se mide con precisión haciendo uso de la opción 'count' del analizador de espectros Agilent, obteniendo exactamente un valor cuando el oscilador está enganchado de 450 MHz. Sin señal de referencia, el oscilador no está enganchado en fase, y a la salida se tiene una señal sin una frecuencia estable, variando continuamente alrededor de su valor nominal.

La potencia de la señal de salida medida es de 16.5 dBm, superior a los 13 dBm mínimos especificados por el fabricante.

La medida de los armónicos se realiza mediante la opción disponible en el analizador de espectros, obteniéndose potencias menores de los -25 dBc indicados en las especificaciones. El mayor valor corresponde al segundo y tercer armónico



(frecuencias de 900 y 1350 MHz), con una potencia alrededor de -32 dBc. Los resultados obtenidos para todos los armónicos se muestran en la siguiente tabla; suponen una distorsión armónica total de un 5.2 %.

Frecuencia	Potencia (dBc)
2fo (900 MHz)	-32
3fo (1350 MHz)	-32.7
4fo (1800 MHz)	-30.3
5fo (2250 MHz)	-35
6fo (2700 MHz)	-37.3
7fo (3150 MHz)	-48
8fo (3600 MHz)	-47
9fo (4050 MHz)	-60
10fo (4500 MHz)	-59.2

Tabla 18. Medida de los armónicos del oscilador XPDRO-4217 a 450 MHz, CTI

No se observa ningún otro espúreo a la salida del oscilador, tan sólo los armónicos del tono fundamental.

Tan sólo el armónico $2f_0$ entraría en la banda de paso del filtro paso banda posterior al mezclador, pero este armónico tiene una potencia de -15.5 dBm, y será atenuado más de 3 dB por el divisor y más de 30 dB al pasar a la banda de FI por el mezclador en el submódulo de FI. Por lo tanto, la potencia final de este tono será lo suficientemente baja como para no ser tomada en cuenta.

La alimentación del oscilador medida en el CAY es de 15V y 200 mA, lo que supone un consumo menor que el especificado por el fabricante.

Mediante la opción disponible en el analizador de espectros Agilent se realiza la medida del ruido de fase del oscilador, tomando como señal de referencia la de 10 MHz proporcionada por el generador de RF, que tiene una potencia medida de 0.67 dBm.

Sin embargo, no se pueden realizar medidas cuyo valor sea inferior al fondo de escala del analizador de espectros Agilent, que es el siguiente:

-90dBc/Hz @ 100Hz
-105 dBc/Hz @ 1KHz
-115 dBc/Hz @ 10KHz

Los resultados obtenidos en las medidas de ruido de fase corresponden con estos valores, por lo que los valores reales se encontrarán por debajo de estos niveles y no pueden ser medidos. En cualquier caso, son lo suficientemente bajos como para corresponder con los valores proporcionados en las especificaciones.

Finalmente se realiza la medida de la adaptación del puerto de salida del oscilador, mediante el analizador vectorial de redes, en el rango de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz. El valor medio obtenido es de -30.51 dBm, mejor que el asegurado por

el fabricante en las especificaciones, siendo S_{22} de -27 dBm a la frecuencia de 450 MHz correspondiente a la salida del oscilador.

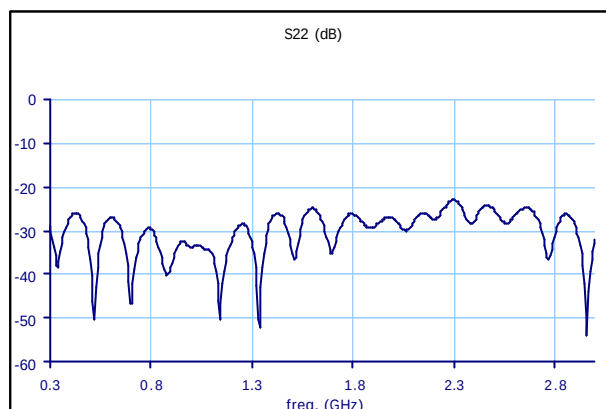


Figura 19. Medida del parámetro S_{22} del oscilador XPDRO-4217 a 450 MHz, CTI

2.2.3 Divisor Minicircuits ZFSC-2-4

Se emplea en el submódulo de OL para proporcionar las señales de referencia de 5MHz para los osciladores, a partir de la señal que proviene del máser.

La medida se ha realizado empleando el analizador vectorial de redes; el rango de frecuencias de funcionamiento del divisor es de 0.2 a 1000 MHz, aunque la medida se ha realizado desde la frecuencia mínima permitida por el analizador (10 MHz), y este rango no incluye la frecuencia de 5 MHz de la señal para la que se empleará el divisor. Por lo tanto, la medida de las características del elemento a la frecuencia de 5 MHz se realizará posteriormente empleando el analizador de espectros.

La medida de los parámetros S se han realizado entre el común y cada uno de los dos puertos. Los resultados son los siguientes:

	ESPECIFICACIONES				
	0.2 – 20 MHz	20 – 500 MHz	500 MHz – 1 GHz	RESULTADO Puerto 1	RESULTADO Puerto 2
Aislamiento (dB)	20 (min 15)	25 (min 20)	23 (min 18)	30 (min 25)	
Perdidas de inserción, totales (dB)	3.2 (max 3.8)	3.5 (max 4)	3.9 (max 4.2)	3.52 (0.73 a 4.5)	3.52 (2 a 4.31)
Fase Unbal (°)	2.00 max	4 max	4 max	0.46 (max 1.49)	
Amplitud Unbal (dB)	0.15 max	0.15 max	0.3 max	0.078 (max 0.24)	
VSWR IN (:1)				-18.3 (max -15.37)	-17.99 (max -14.04)
VSWR OUT (:1)				-19.78 (max -16.95)	-19.18 (max -15.7)

Tabla 19. Resumen y resultados de las medidas de características del divisor ZFSC-2-4, Minicircuits

Los valores presentados para la diferencia de fase y amplitud entre la señal en ambos puertos se han calculado a partir de las medidas realizadas entre 500 MHz y 1 GHz, rango en el que el divisor debe presentar un peor comportamiento. El resultado es satisfactorio, cumpliendo las especificaciones del fabricante.

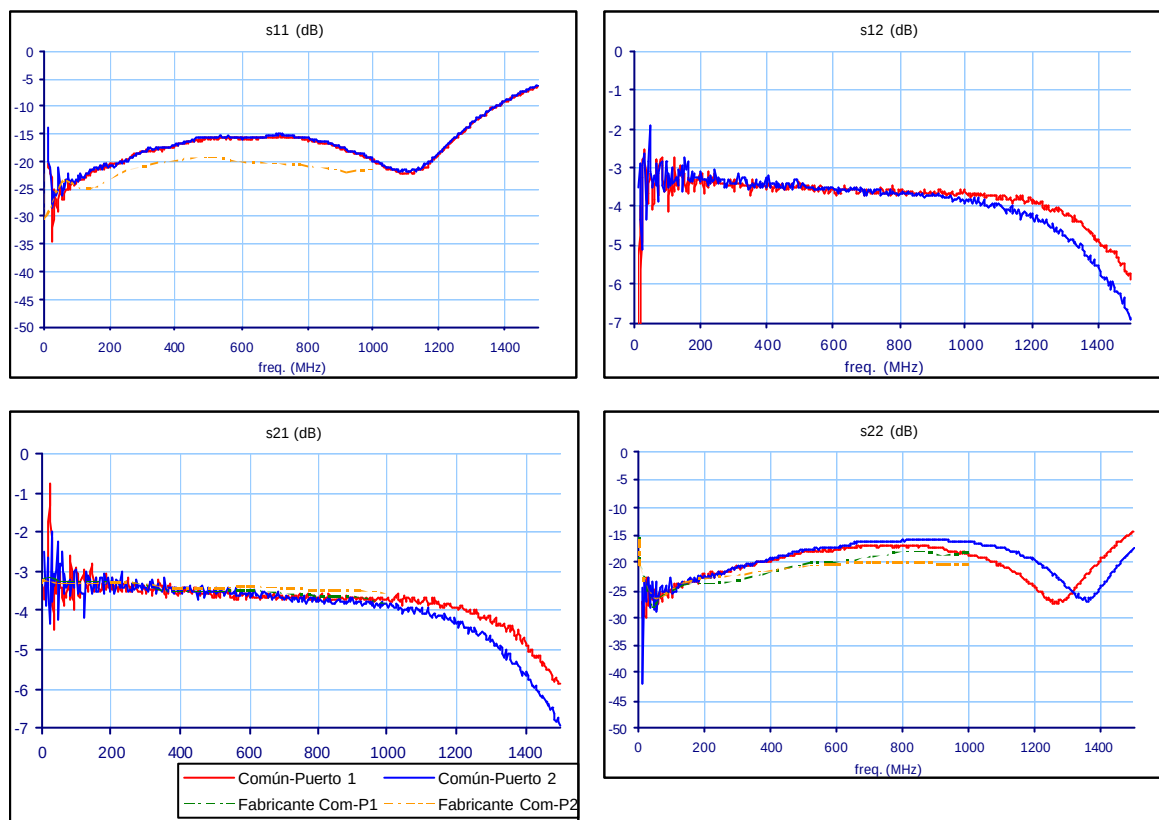


Figura 20. Medida de los parámetros S del divisor ZFSC-2-4, Minicircuits

Las pérdidas totales son bastante constantes hasta la frecuencia límite de funcionamiento de 1000 MHz, con valores en torno a 3.5 dB para ambos puertos. Este valor cumple la especificación del fabricante. Comparando con la gráfica suministrada por éste, puede observarse que las pérdidas medidas son muy similares a las proporcionadas, aunque ligeramente mayores, especialmente a frecuencias altas.

A frecuencias bajas los valores obtenidos para los parámetros S son muy inestables, por lo que no deben tenerse en cuenta; podemos considerar que es debido a errores introducidos por el instrumento de medida. Es en estas frecuencias en las que las medidas superan el valor máximo especificado por el fabricante para las pérdidas de inserción.

Los valores de adaptación medidos son menores de -15 dBm en toda la banda de funcionamiento, tanto para el puerto común como para los dos puertos de salida, alcanzando su valor máximo para frecuencias altas. El puerto 2 presenta una mejor

adaptación para frecuencias altas, con un menor valor de S_{22} . La adaptación es algo peor de la indicada en la gráfica proporcionada por el fabricante, pero su valor es aceptable.

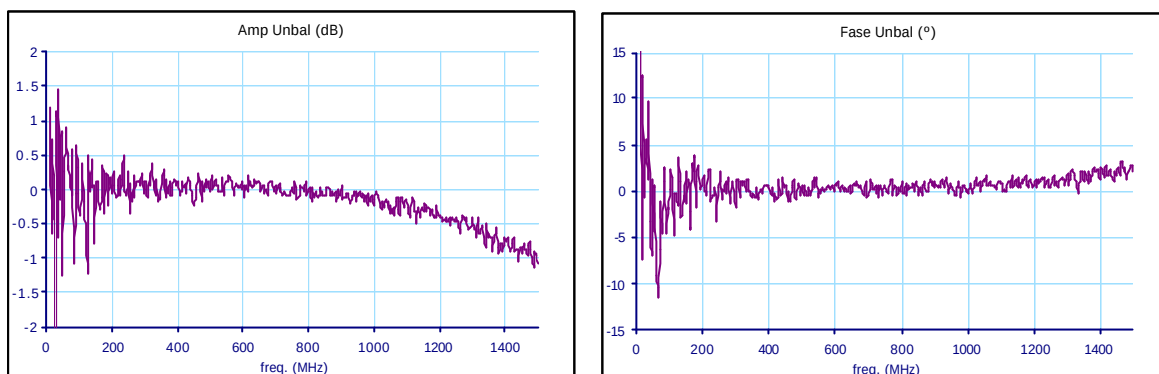


Figura 21. Medida de la diferencia de amplitud y fase entre ambos puertos del divisor ZFSC-2-4, Minicircuits

En la Figura 21 se representa la diferencia de amplitud y fase del parámetro S_{21} medido entre el común y cada uno de los puertos de salida. Hasta la frecuencia de funcionamiento de 1000 MHz, el desbalance de amplitud se mantiene por debajo de los 0.15 dB indicados en la hoja de características, presentando su peor comportamiento en las frecuencias más altas; por otro lado, la diferencia entre las fases se mantiene muy por debajo de los 4° dados como valor máximo.

El aislamiento entre los puertos de salida se ha medido conectándolos a cada uno de los puertos de medida del analizador vectorial de redes, y con una carga adaptada en el puerto común del divisor.

En la Figura 22 puede observarse que su valor ronda los 30 dB de las especificaciones, disminuyendo al aumentar la frecuencia. El valor mínimo en la banda de funcionamiento (hasta los 1000 MHz) es superior a los 25 dB.

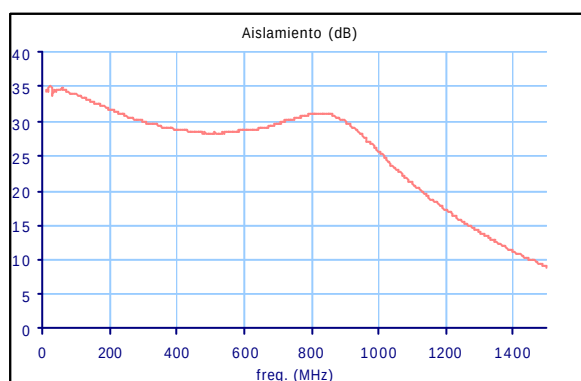
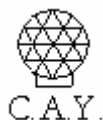


Figura 22. Aislamiento entre los puertos de salida del divisor ZFSC-2-4, Minicircuits



En el receptor en banda X, este divisor se empleará con una señal de 5 MHz que proviene del máser; siguiendo la tendencia de los valores obtenidos para el resto de la banda, podemos deducir que la adaptación en los puertos será mejor de -25 dB, y que las pérdidas serán menores de 3.5 dB en total (3 dB por la división de señal y unas pérdidas adicionales menores de 0.5 dB).

Se realiza una medida de las pérdidas de inserción a esta frecuencia empleando una señal generada por el generador de funciones, y midiendo la potencia presente en la salida a esa frecuencia mediante el analizador de espectros. La potencia de la señal de entrada es de -20 dBm, y a la salida la señal presenta una potencia de -23.33 dBm en cada uno de los puertos, por lo que las pérdidas totales a 5 MHz son 3.33 dB.

2.2.4 Conclusiones

La potencia de salida de los osciladores es de 16 dBm para el de 7.65 GHz, y 16.5 dBm para el de 450 MHz.

En el submódulo de RF la señal de 7.65 GHz, las pérdidas en cada rama del divisor son de 3.3 y 3.4 dB provocando que la señal de OL empleada en cada mezclador tenga una potencia de 12.7 y 12.6 dBm. Puesto que los mezcladores Miteq precisan una señal de OL con una potencia de entre 7 y 13 dBm, la señal proporcionada se encuentra dentro del margen permitido.

En el submódulo de FI la señal de 450 MHz disminuye su potencia en 3.3 dB al pasar por el divisor de señal Minicircuits, antes de servir como señal de OL en los mezcladores Minicircuits. Estos especifican una potencia para la señal de OL de 7 dBm, aunque permiten un máximo de 17 dBm, por lo que la potencia de esta señal está dentro del rango correcto de funcionamiento.

2.3 Submódulo FI

La señal de entrada a este módulo corresponde a la banda de frecuencias de 530 a 1330 MHz. Tras ser amplificada, se proporciona una salida de monitorización de la señal presente en ambos canales (RCP y LCP), y posteriormente se obtienen dos salidas para cada canal:

- una salida *estándar*, resultante del filtrado de la señal en la banda de 500 MHz a 1000 MHz
- una salida *expandida*, que resulta de filtrar la señal en la banda de 1000 MHz a 1330 MHz, y posteriormente realizar una mezcla con la señal de OL de 450 MHz procedente del submódulo de OL, obteniendo en consecuencia la señal desplazada a la banda de 550 a 880 MHz.

El esquema de este submódulo puede encontrarse en la Figura 68 del Anexo A. Esquema de la FI del receptor X.

2.3.1 Filtro SLP-1650, Minicircuits

Este filtro es el primer elemento de la cadena del submódulo de FI en ambos canales. Se trata de un filtro paso bajo con una frecuencia de corte de 1650 MHz, que filtra las altas frecuencias y deja pasar la señal presente en la primera banda de FI (de 530 a 1330 MHz).

El coeficiente de reflexión de entrada que presente este submódulo dependerá fuertemente del que tenga el filtro.

Se realiza la medida de los parámetros S de cada uno de los filtros en las frecuencias comprendidas entre 10 MHz y 3 GHz, y con una potencia para las fuentes en ambos puertos del analizador vectorial de -10 dBm. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla, comparándolos con las especificaciones del fabricante, y en la Figura 23 se representan gráficamente los parámetros S medidos:

	CARACT.	RESULTADO SN 1	RESULTADO SN 2
Freq. min (GHz) @1dB	0.00	0	0
Freq. max (GHz) @1dB	1.40	1.58	1.56
Freq. min (GHz) @3dB	0.00	0	0
Freq. max (GHz) @3dB	1.65	1.68	1.68
Stop Band > 20dB (GHz)	2,3-2,9	2.16 - 2.75	2.12 - 2.7
Stop Band > 40dB (GHz)	2,9-6,00	2.75 - 3	2.7 - 3
L (dB)		0.12	0.14
VSWR IN (:1) @band pass 1dB	1,3 typ (-17.7 dB)	-22.69 (max-8.31)	-24.26 (max-8)
VSWR OUT (:1) @band pass 1dB	1,3 typ (-17.7 dB)	-24.44 (max-7.69)	-24.12 (max-7.92)
VSWR IN (:1) @stop band	18 typ (-0.966 dB)	0	0
VSWR OUT (:1) @stop band	19 typ (-0.966 dB)	0	0

Tabla 20. Resultados de las medidas de las características del filtro SLP-1650, Minicircuits

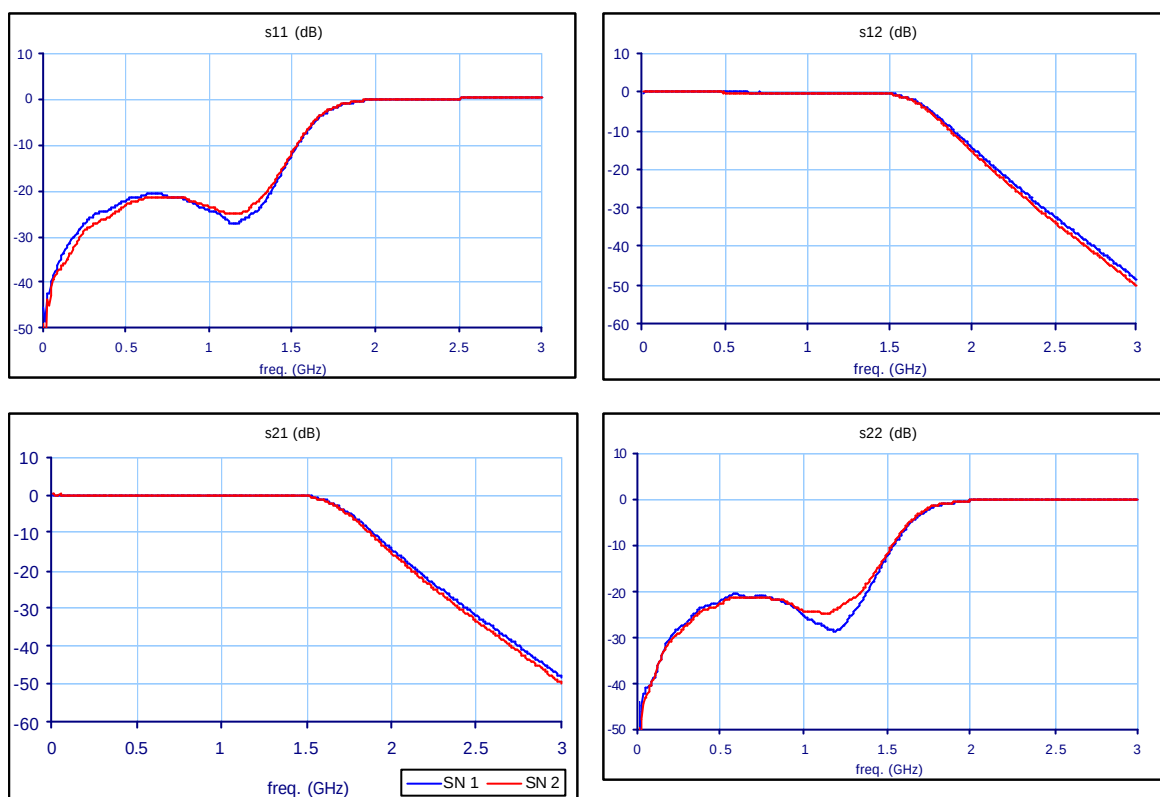


Figura 23. Medida de los parámetros S del filtro SLP-1650, Minicircuits

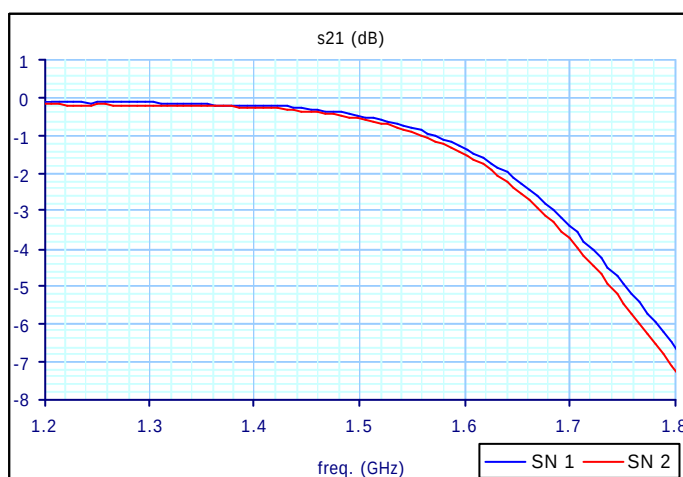


Figura 24. Detalle de la característica de transferencia en la banda de paso del filtro SLP-1650, Minicircuits

La adaptación en la banda de paso toma valores por debajo de -20 dBm en su mayor parte, cumpliendo las especificaciones del fabricante. Se obtienen resultados mejores de este valor para la banda de interés de 530 a 1330 MHz.

En la Figura 24 puede observarse con mayor detalle la característica de transferencia de los filtros; ambos presentan un comportamiento similar. La transferencia en la banda de paso es plana, y los valores de frecuencia de corte se cumplen con suficiente exactitud, aunque se obtiene una banda de paso algo más estrecha de lo especificado (las atenuaciones de 20 y 40 dB se obtienen a frecuencias más bajas de las indicadas por el fabricante).

Las pérdidas medias en la banda de paso son de 0.12 dB para SN 1 y 0.14 dB para SN2. Son algo mayores para el filtro SN2, especialmente en la banda de rechazo, aunque la diferencia es pequeña (unos 0.05 dB en la banda de paso).

2.3.2 Amplificador ZJL-3G, Minicircuits

Se utilizan 4 amplificadores, 2 en cada canal (RCP y LCP), en primer lugar para amplificar la señal previamente filtrada, y posteriormente para amplificarla tras su paso por el acoplador y el atenuador variable, antes del divisor y el filtro paso banda.

La frecuencia de funcionamiento del amplificador, según el fabricante, es de 20 MHz a 3 GHz; sin embargo, las medidas en el analizador vectorial de redes se han realizado desde 10 MHz a 4 GHz, para caracterizar por completo el componente, y con una potencia de señal en ambos puertos de -20 dBm.

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla, y los parámetros S se representan gráficamente en la Figura 25:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO 01 SN1	RESULTADO 01 SN2	RESULTADO 01 SN3	RESULTADO 01 SN4
G (dB)	19 (flatness +/- 2.2)	19.086 (min 16.6 - max 20.5)	18.6 (min 16.25 - max 20.5)	18.14 (min 15.5 - max 20.5)	18.045 (min 15.3 - max 20.3)
VSWR IN (:1)	1,4 (-15.56 dB)	-14.16 (max-12.1)	-15.45 (max-12.8)	-14.11 (max-10.8)	-14.31 (max-10.87)
VSWR OUT (:1)	1,6 (-12.74 dB)	-12.07 (max-11.2)	-12.41 (max-11.1)	-12.4 (max-11.2)	-12.64 (max-11.5)
Potencia salida (dBm) @1dB comp	8.00	9	9.17	9.33	9.06
Alimentacion (V/mA)	12 V / 45 mA	12 V / 35 mA	12 V / 35 mA	12 V / 35 mA	12 V / 35 mA

Tabla 21. Resultados de las medidas de las características del amplificador ZJL-3G, Minicircuits

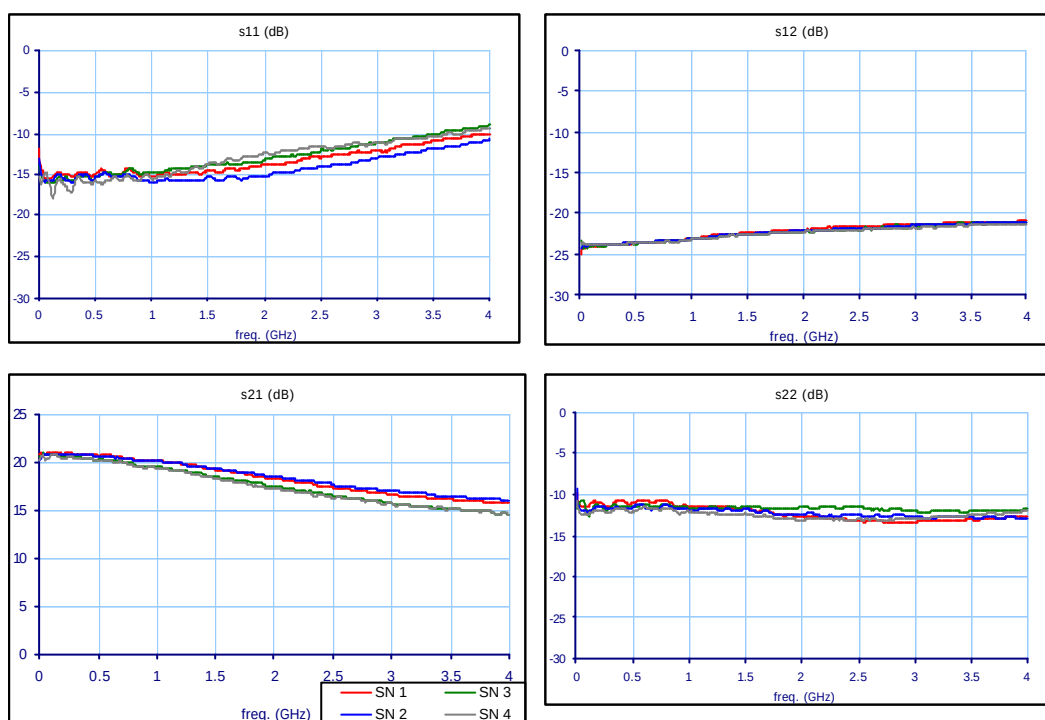


Figura 25. Medida de los parámetros S del amplificador ZJL-3G, Minicircuits

La adaptación es algo mayor que las especificaciones del fabricante; en la banda de la señal de interés a ser amplificada (de 530 a 1330 MHz), la adaptación es aproximadamente de -15 dB a la entrada y -12 dB a la salida.

La ganancia especificada para el amplificador es de 19 dB, con una variación máxima de ± 2.2 dB. En la práctica se mide una ganancia que varía desde 21 dB para la frecuencia mínima hasta cerca de 15 dB para frecuencias altas, cumpliendo de forma ajustada con las especificaciones del fabricante.

Los 4 amplificadores presentan un resultado muy similar, aunque a frecuencias altas la variación en sus comportamientos es mayor.

En la banda de funcionamiento para estos amplificadores dentro del receptor en banda X (de 530 a 1330 MHz), la ganancia medida va desde algo más de 20 dB para las frecuencias más bajas hasta unos 18.5 dB para las frecuencias mayores. Los amplificadores SN1 y SN2 presentan una mayor ganancia, mientras que SN3 y SN4 tienen una ganancia algo menor; la mayor diferencia entre ellos no alcanza los 0.5 dB.

La adaptación de los puertos resulta bastante deficiente, pero se mejorará gracias a los elementos previos y posteriores.

Puede observarse con mayor detalle el comportamiento de los amplificadores en la banda de interés en la siguiente figura:

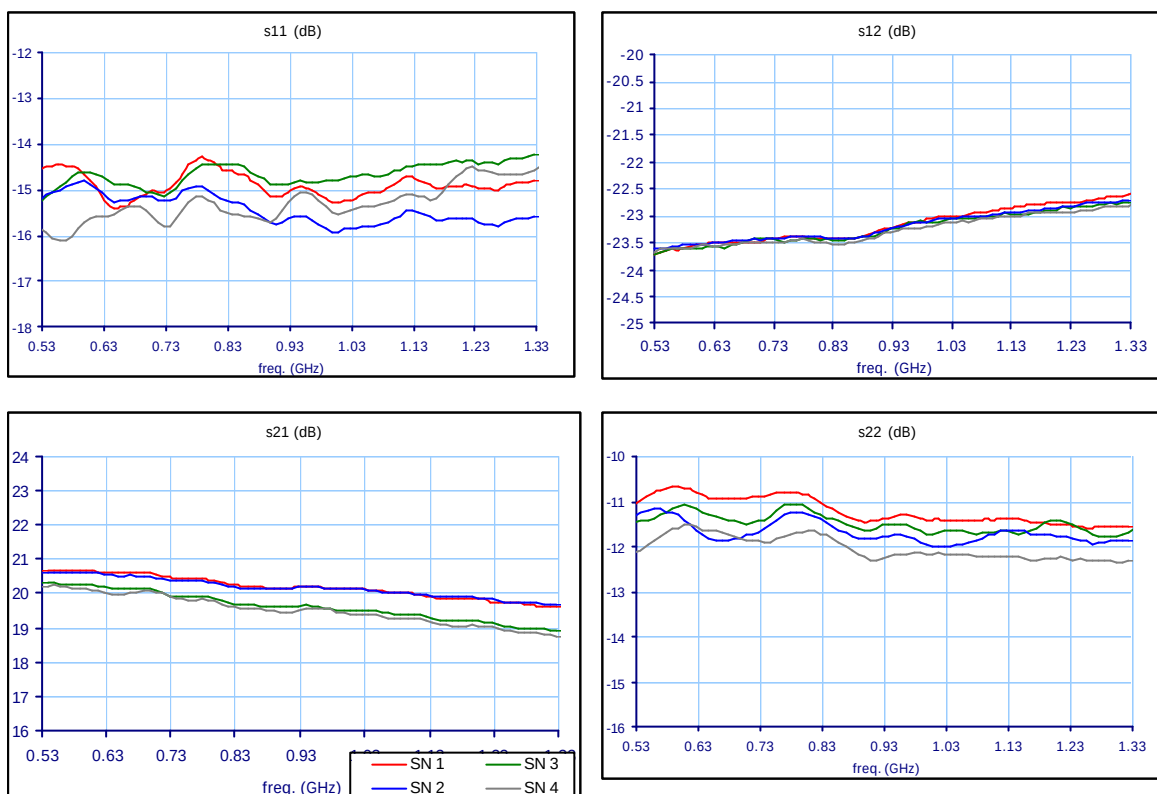


Figura 26. Medida de los parámetros S del amplificador ZJL-3G, Minicircuits en la banda de uso (530 a 1330 MHz) en el receptor en banda X

Se ha calculado el retardo de grupo (Figura 27), y se observa que es prácticamente constante en toda la banda de interés, de unos 300 ps, por lo que los amplificadores no son dispersivos. Los valores obtenidos son prácticamente idénticos para los cuatro amplificadores.

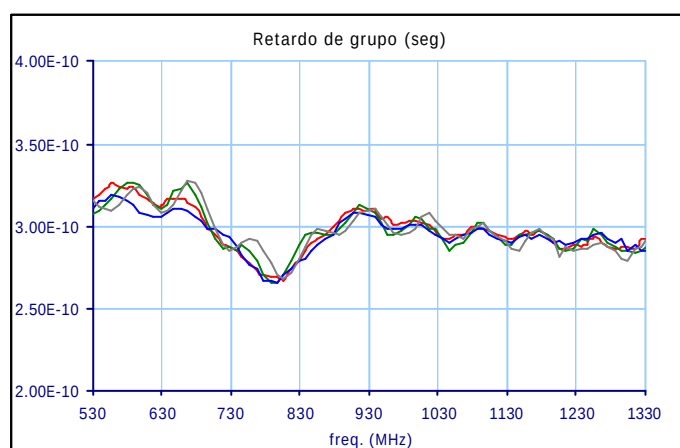


Figura 27. Retardo de grupo de los amplificadores ZJL-3G, Minicircuits en la banda de uso (530 a 1330 MHz) en el receptor en banda X

2.3.3 Acoplador direccional ZFDC-20-5, Minicircuits.

Este acoplador se emplea en ambos canales (RCP y LCP) para extraer una muestra de la señal y proporcionarla a la salida como señal de monitorización. De este modo puede ser llevada a un medidor de potencia externo y controlar su nivel de potencia.

La banda de frecuencia de funcionamiento del acoplador según el fabricante es de 0.10 MHz a 2 GHz; las medidas de los parámetros S se han realizado de 10 MHz a 3 GHz, tanto entre entrada y salida, como entre entrada y salida acoplada. La potencia empleada para las fuentes internas del analizador es de -20 dBm.

Los resultados obtenidos en las medidas de las características se resumen en la siguiente tabla, comparándolos con las especificaciones dadas por el fabricante para las frecuencias altas (de 1000 a 2000 MHz), en las que el acoplador presenta peor comportamiento:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN 1	RESULTADO SN 2
Perdidas via ppal (dB)	1.5 (max 2.3)	0.6 (max 1.2)	0.75 (max 1.55)
Directividad (dB)	22 (min 10)	23.49 (min 12.72)	26.42 (min 14.97)
Aislamiento (dB)		42.9	45.82
Acoplamiento (dB)	19,5 +/- 0,5	19.48	19.3
Flatness	+/- 1	0.9	0.536
VSWR IN (:1)	1,20 typ (-20.82 dB)	-25.2	-26.17
VSWR OUT (:1)	1,20 typ (-20.82 dB)	-26.19	-27.17
VSWR CPL (:1)	1.20 typ (-20.82 dB)	-18.82	-18.88

Tabla 22. Resultados de las medidas de las características del acoplador ZFDC-20-5, Minicircuits

La directividad se ha calculado como la relación entre el aislamiento y el acoplamiento del acoplador, siendo de este modo un indicador de la diferencia entre el nivel de la señal deseada presente en la salida acoplada y el nivel de la señal no deseada procedente de la señal reflejada en el puerto de salida.

La medida del aislamiento se ha realizado con el analizador vectorial de redes, entre el puerto de salida y el puerto de la salida acoplada, colocando una carga adaptada en la puerta de entrada. A las frecuencias en las que se realiza la medida se considera que la adaptación es lo suficientemente buena como para no tener en cuenta el error introducido por la señal reflejada en el puerto de entrada y presente en la salida acoplada.

En la Figura 28 podemos observar los parámetros S medidos entre los puertos de entrada y salida de ambos acopladores, y comparar los resultados con los datos extraídos de las especificaciones.

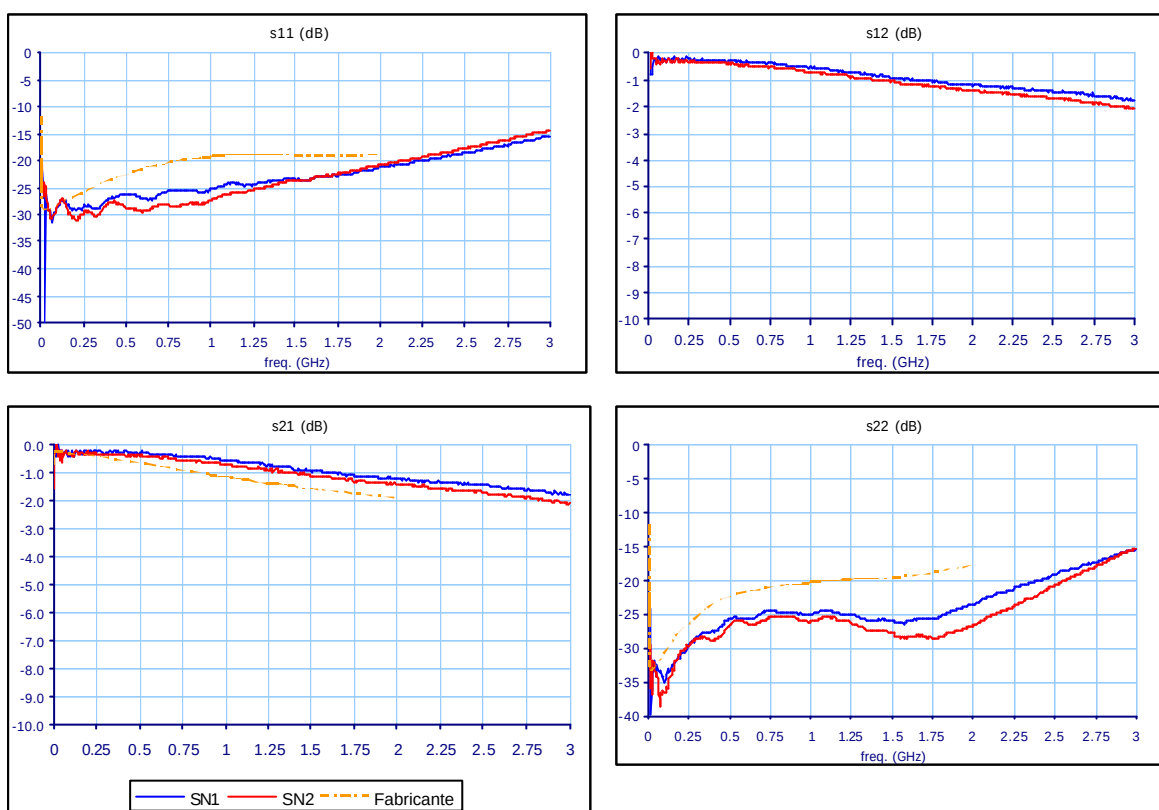


Figura 28. Medida de los parámetros S entre los puertos de entrada y salida del acoplador ZFDC-20-5, Minicircuits

La adaptación en los puertos de entrada y salida es para ambos acopladores mejor que la indicada por el fabricante, presentando valores alrededor de los -25 o -30 dB, si bien el acoplador SN2 presenta un mejor comportamiento.

Por otro lado, las pérdidas son menores de las especificadas por el fabricante, siendo menores de 1.5 dB en toda la banda de funcionamiento (hasta 2 GHz) y con un mejor comportamiento para el acoplador SN1, que presenta unas pérdidas unos 0.15 dB menores.

En la banda de frecuencias en la que se emplearán estos acopladores en el receptor en banda X, de 530 a 1330 MHz, la adaptación de los puertos de entrada y salida se mantiene por debajo de -25 dB, superando levemente este valor en ciertos puntos, y las pérdidas son menores de 1 dB.

En la Figura 29 se presentan los parámetros S medidos entre el puerto de entrada y el puerto de la salida acoplada; concretamente, se han representado gráficamente los valores obtenidos para el acoplamiento (parámetro S_{21}) y la adaptación del puerto de la

salida acoplada (parámetro S_{22}), así como los valores proporcionados por el fabricante para estas características:

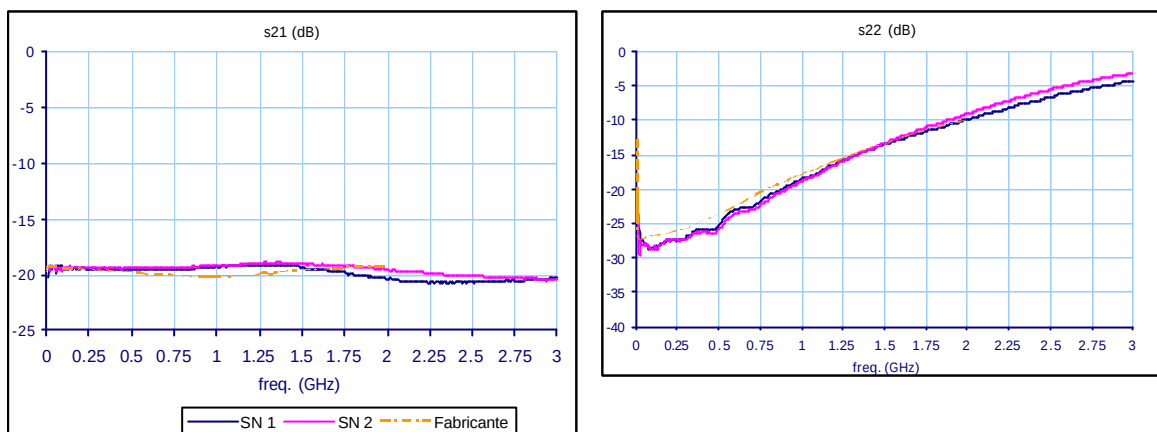


Figura 29. Medida de los parámetros S entre los puertos de entrada y salida acoplada del acoplador ZFDC-20-5, Minicircuits

Los resultados obtenidos para ambos parámetros son prácticamente coincidentes con los proporcionados por el fabricante, e idénticos entre sí.

El acoplamiento se mantiene prácticamente constante en torno a un valor de 19.5 dB, aumentando por encima de 20 dB a frecuencias altas para el conmutador SN1. La adaptación es mejor de -10 dB, valor alcanzado a las frecuencias más altas por ambos conmutadores.

En la banda de funcionamiento en la práctica, el acoplamiento será de unos 19.5 dB, descendiendo a un valor mínimo de 19 dB para la parte alta de la banda (1330 MHz), mientras que la adaptación del puerto de salida acoplada será mejor de -15 dB.

Los resultados para el aislamiento se representan en la siguiente figura:

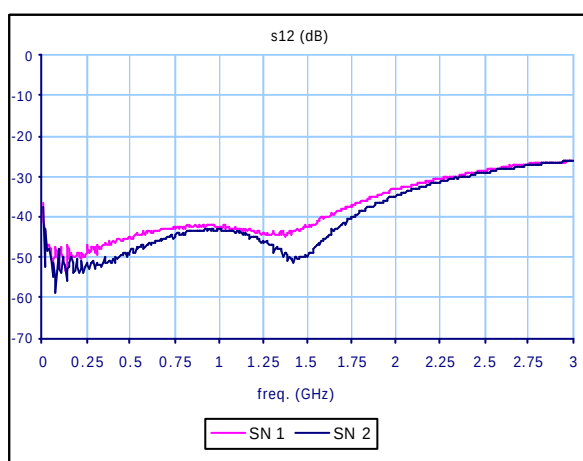


Figura 30. Medida de la transferencia entre el puerto de salida y el puerto de salida acoplada del acoplador ZFDC-20-5, Minicircuits

La directividad se calcula como la diferencia entre el aislamiento y el acoplamiento, y se representa gráficamente en la Figura 31, junto a los valores disponibles en la hoja de características del elemento:

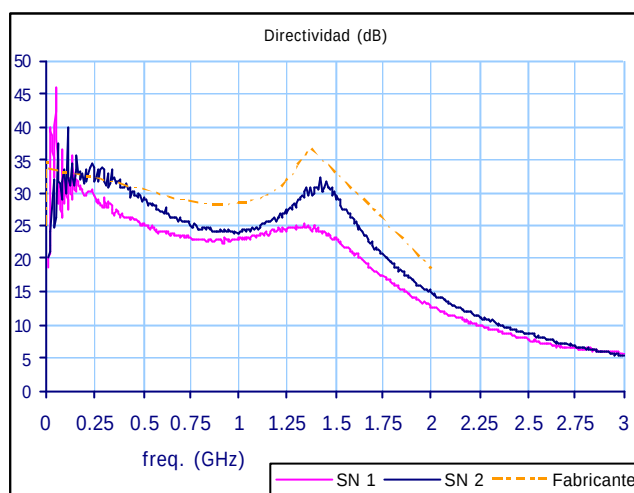


Figura 31. Representación de la directividad del acoplador ZFDC-20-5, Minicircuits

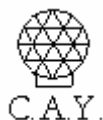
El aislamiento es mejor de 30 dB en toda la banda de funcionamiento, empeorando al aumentar la frecuencia y presentando mejores valores para el acoplador SN2.

Por otro lado, los valores de directividad obtenidos son peores que los proporcionados por el fabricante, aunque su valor medio supera el valor típico especificado, y en todo momento superan los 10 dB que se dan como valor mínimo.

2.3.4 Atenuador variable 3201-1-1, Weinschel.

El rango de frecuencias de funcionamiento de este atenuador, según el fabricante, es desde DC a 2 GHz; las medidas se han realizado con el analizador vectorial de redes desde 10 MHz a 2 GHz, entre los puertos de entrada y salida, y para distintas atenuaciones: con ninguna celda de atenuación activada, y con cada una de ellas activada. La potencia empleada en los puertos para realizar las medidas es de -30 dBm.

Se trata de un atenuador con 5 celdas de atenuación, de 1, 2, 4, 8 y 16 dB, de modo que es posible programar una atenuación desde 0 a 31 dB con saltos de 1 dB. Funciona en modo 'non-latching', esto es, para mantener activada la atenuación de una celda es necesario mantener la señal de control correspondiente a nivel alto TTL (5 V).



El conector de control es del tipo J3 y la correspondencia de pines es la siguiente:

	Pin	Valor
Control Célula 1dB de atenuación	5	TTL
Control Célula 2dB de atenuación	6	TTL
Control Célula 4dB de atenuación	7	TTL
Control Célula 8dB de atenuación	8	TTL
Control Célula 16dB de atenuación	4	TTL
Alimentación	15	+12V DC
GND	10	GND
-	1,2,3,9,11,12,13	GND

Tabla 23. Pines de control del at. variable 3201-1, Weinchel.

La tabla de verdad de la programación de la atenuación es la siguiente:

Att.	+5V	0V	Att.	+5V	0V	Att.	+5V	0V	Att.	+5V	0V
0 dB	-	1,2,3,4,5	8 dB	4	1,2,3,5	16 dB	5	1,2,3,4	24 dB	5,4	1,2,3
1 dB	1	2,3,4,5	9 dB	4,1	2,3,5	17 dB	5,1	2,3,4	25 dB	5,1,4	2,3
2 dB	2	1,3,4,5	10 dB	4,2	1,3,5	18 dB	5,2	1,3,4	26 dB	5,2,4	1,3
3 dB	2,1	3,4,5	11 dB	4,1,2	3,5	19 dB	5,1,2	3,4	27 dB	5,1,2,4	3
4 dB	3	1,2,4,5	12 dB	4,3	1,2,5	20 dB	5,3	1,2,4	28 dB	5,3,4	1,2
5 dB	3,1	2,4,5	13 dB	4,1,3	2,5	21 dB	5,1,3	2,4	29 dB	5,1,3,4	2
6 dB	3,2	1,4,5	14 dB	4,2,3	1,5	22 dB	5,2,3	1,4	30 dB	5,2,3,4	1
7 dB	3,1,2	4,5	15 dB	4,1,2,3	5	23 dB	5,1,2,3	4	31 dB	5,1,2,3,4	-

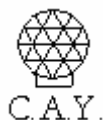
Tabla 24. Control de la atenuación de los at. variables 3201-1, Weinchel.

Se emplean dos atenuadores, uno en cada canal del receptor (RCP y LCP), con el propósito de que la potencia de salida de la FI sea la adecuada, en función del back-end utilizado.

En el receptor en banda X el back-end empleado en principio será el equipo Mark5 de VLBI, cuya entrada comprende las frecuencias de 500 a 1000 MHz y es necesaria una potencia de entrada de -61 dBm/MHz. El atenuador variable nos permite alcanzar el nivel de potencia requerido a la salida del módulo de FI.

Los resultados de las medidas de las características de los atenuadores utilizados se resumen en la siguiente tabla, junto con las especificaciones del atenuador:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN 77567	RESULTADO SN 77569
Pérdidas de inserción max (dB)		2.1081	2.1347
dc - 0.5GHz	1.80	1.104 (0.14 a 1.57)	1.097 (0.22 a 1.57)
0.5 - 1 GHz	2.40	1.895 (1.57 a 2.2)	1.891 (1.55 a 2.21)
1 - 1.5 GHz	3.00	2.455 (2.2 a 2.7)	2.49 (2.21 a 2.76)
1.5 - 2 GHz	3.75	2.978 (2.71 a 3.23)	3.061 (2.77 a 3.34)



Atenuación (dB)			
Celda 1 activada (1 dB)	1 dB	1.0365	0.9969
Celda 2 activada (2 dB)	2 dB	1.9596	1.9653
Celda 3 activada (4 dB)	4 dB	4.0090	3.9746
Celda 4 activada (8 dB)	8 dB	8.0363	7.9582
Celda 5 activada (16 dB)	16 dB	15.9687	16.0025
VSWR OUT max (:1)	1.25 (-19.085 dB)		
Ninguna celda activada (0 dB)		-18.57 max	-19.54 max
Celda 1 activada (1 dB)		-18.71 max	-19.7 max
Celda 2 activada (2 dB)		-19.49 max	-20.93 max
Celda 3 activada (4 dB)		-21.25 max	-22.61 max
Celda 4 activada (8 dB)		-22.15 max	-22.01 max
Celda 5 activada (16 dB)		-21.35 max	-20.79 max
VSWR IN max (:1)	1.25 (-19.085 dB)		
Ninguna celda activada (0 dB)		-18.95 max	-20.13 max
Celda 1 activada (1 dB)		-21.45 max	-23.47 max
Celda 2 activada (2 dB)		-21.93 max	-22.42 max
Celda 3 activada (4 dB)		-21.70 max	-22.77 max
Celda 4 activada (8 dB)		-20.99 max	-21.44 max
Celda 5 activada (16 dB)		-19.65 max	-24.95 max

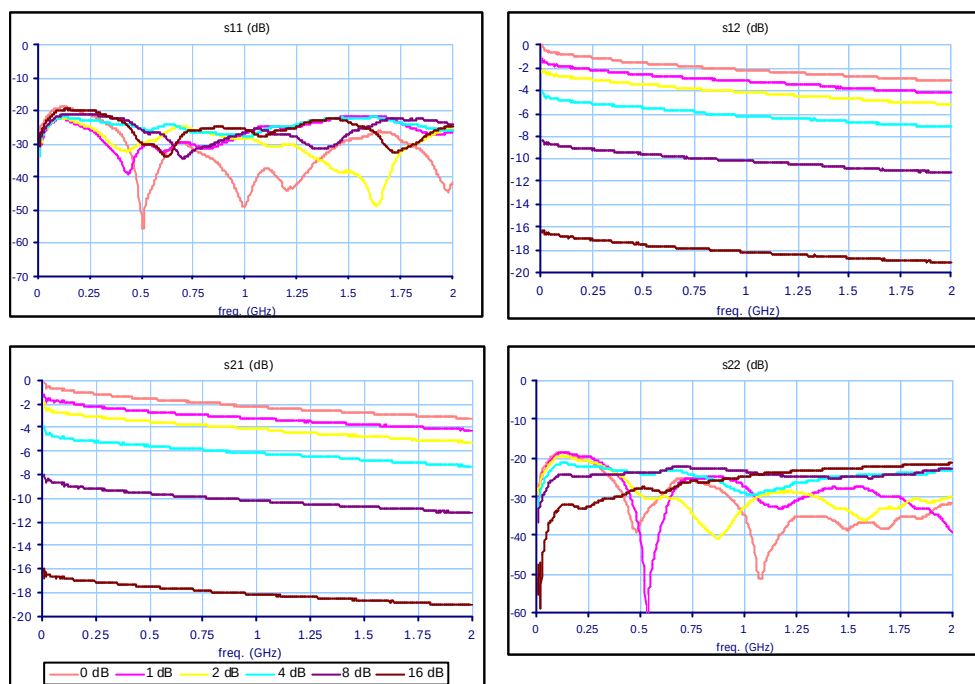
Tabla 25. Resultados de las medidas de las características del atenuador programable 3201-1-1, Weinschel

La medida de las pérdidas de inserción se ha realizado para ninguna celda activada; en este caso se programa una atenuación de 0 dB y se considera que toda la atenuación de la señal es debida a las pérdidas de inserción. En las Figura 32 y Figura 33 puede observarse que todas las curvas de atenuación tienen la misma forma, con una diferencia fija entre ellas, lo que significa que las pérdidas de inserción son las mismas para cualquier atenuación programada.

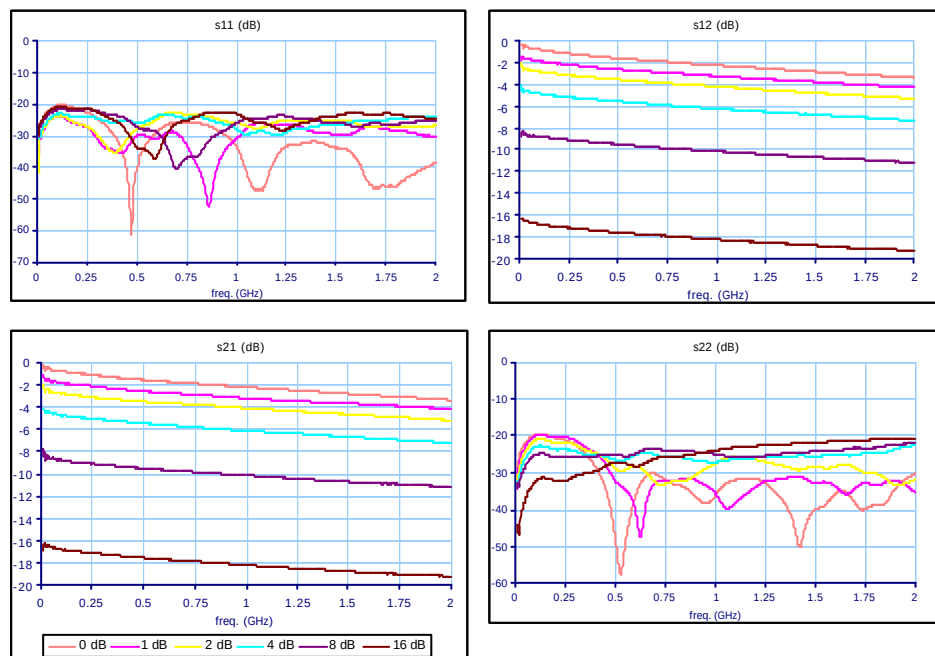
El resultado obtenido es mejor que las especificaciones del fabricante en todas las bandas de frecuencia para ambos atenuadores, siendo las pérdidas algo menores para el SN 77567 (la diferencia es de unos 0.03 dB).

La atenuación se ha calculado como la atenuación medida para cada atenuación programada (parámetro S_{21}) menos las pérdidas de inserción. El resultado es muy cercano a la atenuación teórica para cada celda, con una diferencia sobre el valor nominal de menos de 0.05 dB en todos los casos.

La atenuación total de la señal es la suma de la atenuación programada más las pérdidas de inserción.



*Figura 32. Medida de los parámetros S del atenuador 3201-1-1, Weinschel
SN 77567*



*Figura 33. Medida de los parámetros S del atenuador 3201-1-1, Weinschel
SN 77569*

Por último, la adaptación de ambos atenuadores cumple las especificaciones. Los resultados son similares para los dos, presentando una fuerte variación con la frecuencia, especialmente para atenuaciones pequeñas, como puede observarse en las Figura 32 y Figura 33. En todos los casos S_{11} y S_{22} se mantienen por debajo de unos -20dB, alcanzando su valor máximo para frecuencias bajas (por debajo de 250 MHz).

En la banda de frecuencias en la que se utilizarán estos atenuadores (de 530 a 1330 MHz), las pérdidas de inserción van de 1.5 a 2.5 dB, y la adaptación de los puertos de entrada y salida es mejor de unos -22 dB.

2.3.5 Divisor Narda 4321B-2

Se emplean dos divisores, uno en cada canal del receptor (LCP y RCP) para proporcionar dos señales en cada uno; una de ellas será filtrada posteriormente de 500 a 1000 MHz para constituir la salida estándar, y la otra será filtrada en la banda de 1000 a 1330 MHz, y después mezclada, para ofrecer la salida expandida.

La banda de frecuencias de funcionamiento para estos divisores es, según el fabricante, de 500 MHz a 2 GHz; sin embargo, las medidas se han realizado con el analizador vectorial de redes en una banda más amplia, de 10 MHz a 2.5 GHz, para caracterizar por completo el elemento. Se ha empleado una potencia para las fuentes internas del aparato de medida de -20 dBm, y se han medido los parámetros S entre el común y cada uno de los puertos del divisor.

El resultado de las medidas realizadas se presenta en la siguiente tabla, en la que puede ser comparado con las especificaciones del fabricante. Los cálculos de valores medios y máximos se han realizado en la banda de 500 MHz a 2 GHz.

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN 07779		RESULTADO SN 07780	
		Puerto 1	Puerto 2	Puerto 1	Puerto 2
Aislamiento (dB)	22 min	32.63 (min 23.15)		32.44 (min 23.42)	
Pérdidas de inserción, totales (dB)	3.6 max	3.355 (max 3.61)	3.41 (max 3.67)	3.36 (max 3.62)	3.27 (max 3.47)
Fase Unbal (°)	2.00	0.45 (max 2.19)		0.44 (max 1.78)	
Amplitud Unbal (dB)	0.20	0.081 (max 0.367)		0.098 (max 0.27)	
VSWR IN (:1)	1,25 (-19.085 dB)	-34.3 (max -20.32)	-34.54 (max -20.59)	-32.61 (max -20.64)	-32.48 (max -20.85)
VSWR OUT (:1)	1,15 (-23.127 dB)	-38.36 (max -33)	-38.64 (max -32)	-36.77 (max -32.65)	-37.47 (max -32.21)
Potencia máx (dBm)	34.00				

Tabla 26. Resultados de las medidas de las características del divisor 4321B-2, Narda

En la Figura 34 se pueden comparar las medidas de los parámetros S de ambos divisores para el camino entre el común y cada uno de los puertos:

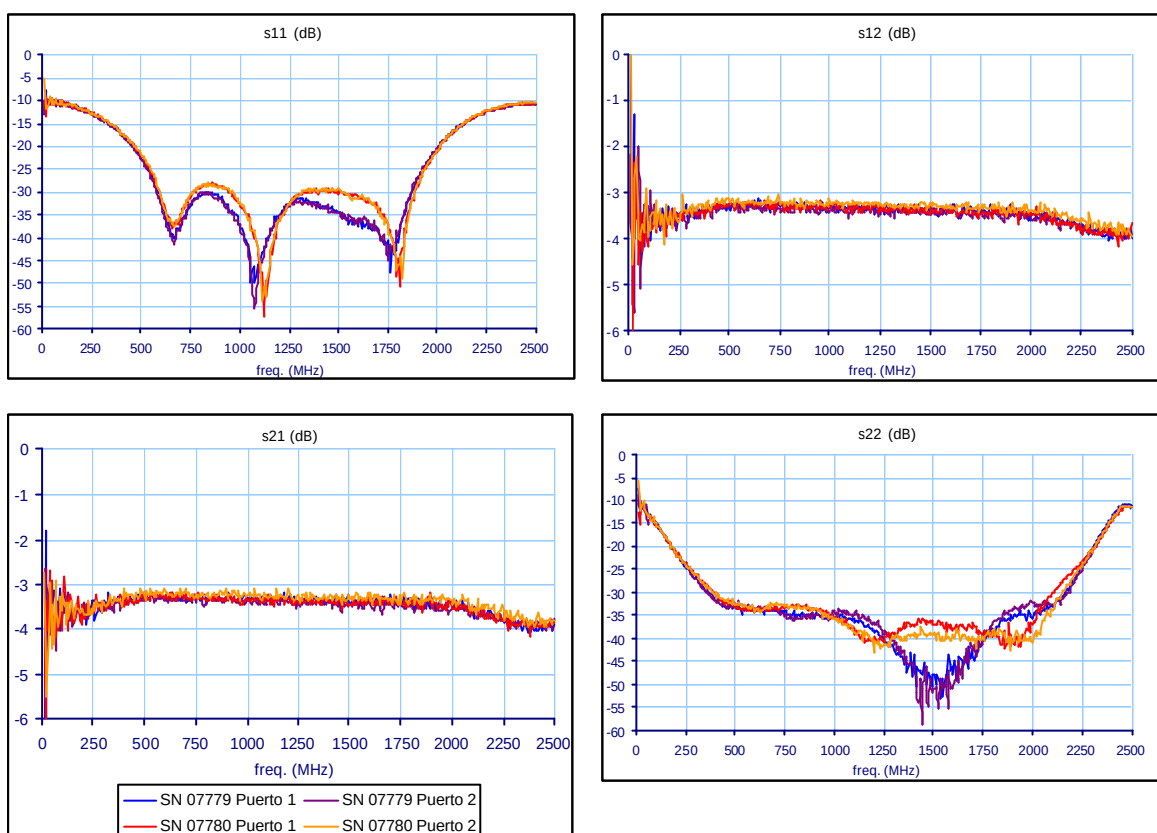


Figura 34. Medida de los parámetros S del divisor 4321B-2, Narda

Puede observarse que los resultados obtenidos para ambos divisores son muy similares.

La adaptación de los puertos es bastante mejor que la especificada por el fabricante. La adaptación del puerto común de entrada alcanza valores cercanos a -20 dB en los extremos de la banda de funcionamiento, mientras que en su parte central prácticamente se mantiene por debajo de los -30 dB. Por otro lado, los puertos de salida presentan una mejor adaptación, con valores de S_{22} inferiores a -30 dB en toda la banda de frecuencias, y con valores muy parecidos para ambos puertos. El divisor SN 07779 ofrece una mejor adaptación, con una diferencia por lo general inferior a 5 dB al valor medido para el divisor SN 07780.

En cuanto a las pérdidas de inserción, son bastante constantes en toda la banda de 500 MHz a 2 GHz, en torno a 3.35 dB. En la Figura 35 pueden observarse los resultados de las medidas realizadas con mayor detalle en esta banda.

Las pérdidas aumentan con la frecuencia; son ligeramente menores (unos 0.1 dB) para el puerto 2 del divisor SN 07780, y sólo ocasionalmente alcanzan el valor máximo de 3.6 especificado por el fabricante

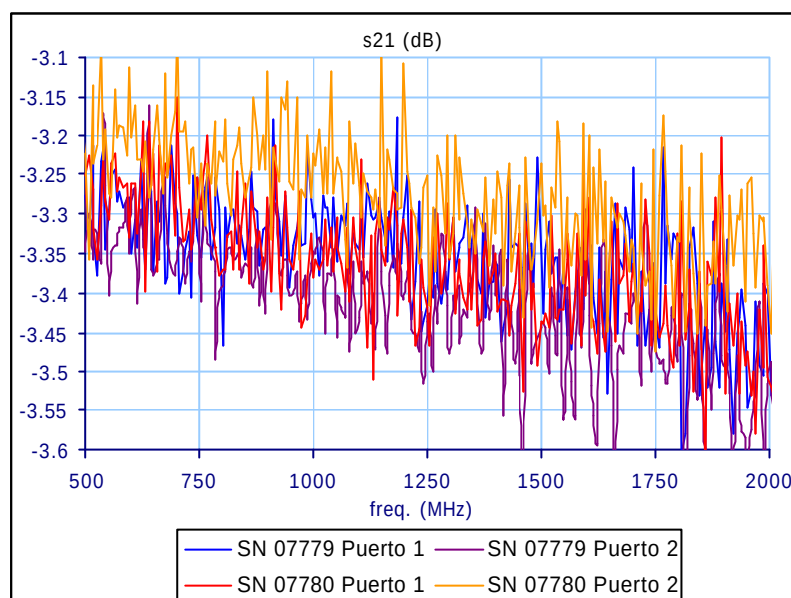


Figura 35. Medida de las pérdidas de inserción totales del divisor 4321B-2, Narda

Se ha calculado el balance de fase y amplitud entre las señales presentes en los puertos de cada divisor, y el resultado cumple las especificaciones dentro de la banda de frecuencia de funcionamiento; los valores máximo y mínimo alcanzados por el divisor SN 07779 son algo peores que los del SN 07780. En la Figura 36 se representan gráficamente los resultados, calculados como la diferencia entre el módulo y la fase del parámetro S_{21} de cada divisor.

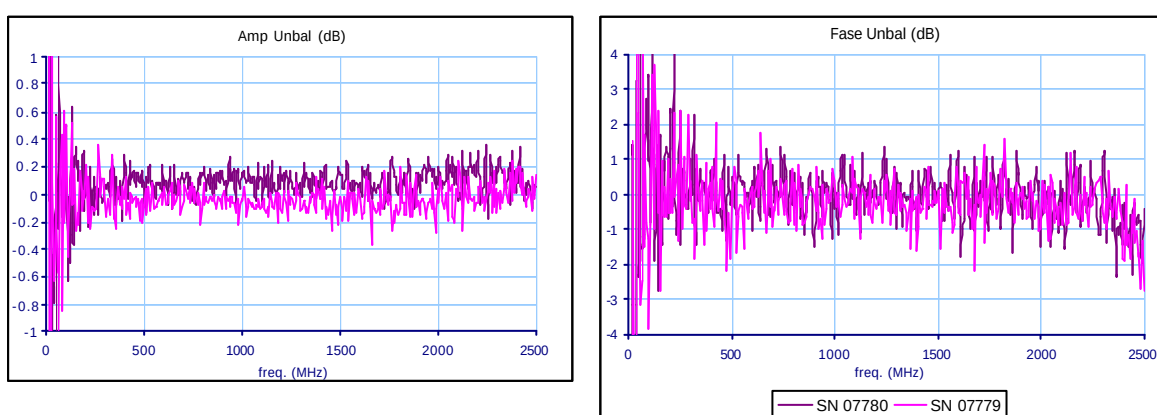


Figura 36. Balance de amplitud y fase de la señal entre los puertos del divisor 4321B-2, Narda

También se ha medido el aislamiento del divisor, como el parámetro S_{21} medido entre los dos puertos de salida conectados al analizador vectorial de redes, y con una carga adaptada conectada al puerto de entrada del divisor. Los resultados obtenidos se han representado gráficamente en la Figura 37.

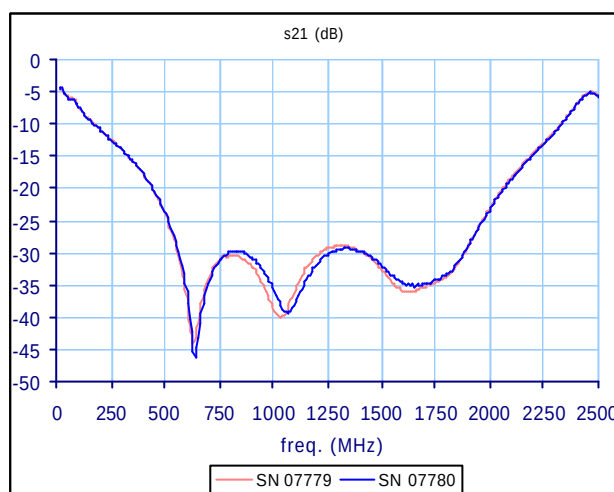


Figura 37. Aislamiento entre los puertos de salida del divisor 4321B-2, Narda

Ambos divisores presentan un aislamiento mayor de 20 dB en la banda de funcionamiento de 500 a 2000 MHz; el valor mínimo se alcanza en los extremos de esta banda, pero cumpliendo en todo momento la especificación del fabricante.

En el receptor en banda X, los divisores serán utilizados con una señal en la banda de frecuencias de 530 a 1330 MHz; en ella, puede considerarse que la adaptación de los puertos es mejor de -30 dB, que las pérdidas son de unos 3.35 dB, y la diferencia de amplitud entre los puertos no supera los 0.1 dB. El aislamiento entre puertos supera los 30 dB en prácticamente toda la banda de trabajo, alcanzando los 25 dB en las frecuencias más bajas.

2.3.6 Filtro paso banda 7BP7-1165/A330-S, Lorch

Se emplean dos filtros de este tipo, uno en cada canal (RCP y LCP), para filtrar de 1000 a 1330 MHz la señal disponible en la banda de frecuencias de 530 a 1330 MHz y que proviene del divisor. La señal resultante será la proporcionada posteriormente como salida expandida, tras un desplazamiento de la banda en frecuencia.

La frecuencia central del filtro es 1165 MHz, y su anchura (definiendo la banda para 1 dB de pérdidas) es de 330 MHz; esto es, el filtrado se hace de 1000 a 1330 MHz.

La medida de los parámetros S de los filtros se realiza utilizando el analizador vectorial de redes, desde 10 MHz a 2 GHz, y seleccionando una potencia para las fuentes de -10dBm.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de las medidas realizadas junto con las especificaciones facilitadas por el fabricante:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN AE1	RESULTADO SN AE2
Freq. min (MHz) @1dB	1000.00	1000.025	1014.95
Freq. max (MHz) @1dB	1330.00	1333.35	1328.275
Freq. Central (MHz)	1165.00	1166.6875	1171.6625
Ancho de banda 1dB (MHz)	330.00	333.325	313.325
Stop Band > 40dBc (MHz)	800-1600	876.65-1507.475	875.65-1507.475
L (dB) @Freq central	1.25 max	0.587	0.6
VSWR IN (:1) @band pass 1dB	1,5 typ (-14dB)	-21.26 (max -17.46)	-23.38 (max -16.363)
VSWR O UT (:1) @band pass 1dB	1,5 typ (-14dB)	-21.72 (max -17.2)	-24.72336 (max -16.6011)

Tabla 27. Resultados de las medidas de las características del filtro 7BP7-1165/A330-S, Lorch

Las frecuencias que delimitan la banda de paso para pérdidas de 1 dB son bastante exactas, especialmente en el caso del filtro SN AE1; la banda del SN AE2 es ligeramente más estrecha, algo que se puede observar con mayor detalle en la Figura 39.

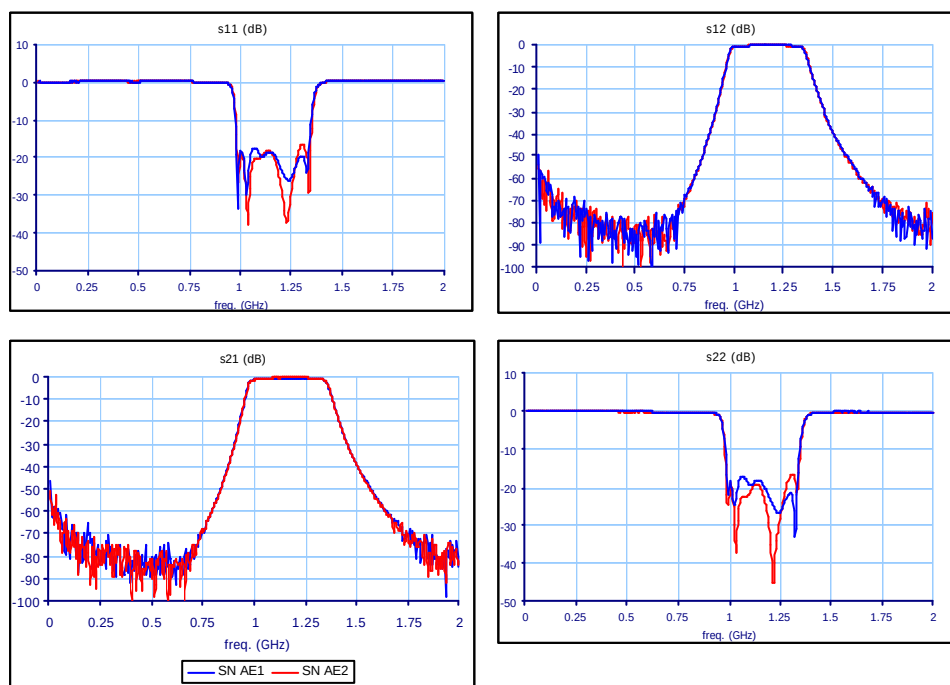


Figura 38. Medida de los parámetros S del filtro 7BP7-1165/A330-S, Lorch

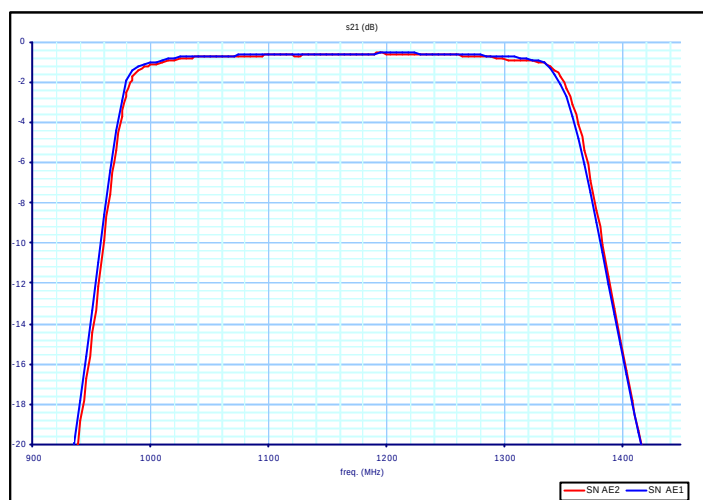


Figura 39. Detalle de la banda de paso del filtro 7BP7-1165/A330-S, Lorch

Las pérdidas a la frecuencia central son de unos 0.6 dB; son algo menores para el filtro SN AE1 en toda la banda de paso, con una diferencia en torno a 0.05 dB con respecto a las pérdidas que presenta el SN AE2.

La banda de rechazo (definida para pérdidas mayores de 40 dBc) es igual para ambos filtros, siendo unos 175 MHz más estrecha que el valor dado por el fabricante.

Los valores de adaptación obtenidos cumplen las especificaciones, incluso en los máximos alcanzados, y son algo mejores para el SN AE2.

2.3.7 Mezclador ZX05-5, Minicircuits

Estos mezcladores se emplean en el submódulo de FI para realizar la segunda conversión en frecuencia, necesaria para proporcionar la señal de salida expandida en ambas polarizaciones (LCP y RCP). Dicha señal corresponde a las frecuencias altas de la primera banda de FI; se realiza un filtrado en la banda de 1000 a 1330 MHz, y tras la mezcla con un tono de 450 MHz procedente del submódulo de OL, se presentará a la salida en la banda de 550 a 880 MHz.

Las medidas en modo mezclador se han realizado utilizando el analizador vectorial, y con una OL fija de frecuencia 450 MHz y potencia +7dBm proporcionada por el generador de señal externo SMR40. Se ha tomado como frecuencia base la de FI, estudiando el resultado en la banda de trabajo especificada por el fabricante (de 10 MHz a 1 GHz). Para ello, es necesario un barrido de la frecuencia de RF de 460 a 1450 MHz, que llevará a cabo el generador interno del analizador, con una potencia de -20 dBm.

En la siguiente tabla se resume la configuración empleada y se presentan los resultados obtenidos para toda la banda de FI:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN 1	RESULTADO SN 2
Freq. RF (MHz)	5-1500	460-1450	460-1450
Freq. LO (MHz)	5-1500	450	450
Freq. FI (MHz)	DC-1000	10-1000	10-1000
Nivel LO (dBm)	7 - 13	7	7
L (dB) @ FI 30 MHz	9.3 max	7.96 (5.9 a 9.63)	8.1 (6.16 a 9.64)

Tabla 28. Resumen y resultados de la medida de las pérdidas de conversión de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

Las **pérdidas de conversión** presentan un valor medio en torno a los 8 dB. El valor máximo de 9.3 dB indicado por el fabricante es superado en ambos mezcladores a frecuencias altas de FI, aunque dicho valor está especificado para una FI de 30 MHz. A frecuencias bajas de FI, los mezcladores presentan unas pérdidas de unos 7 dB.

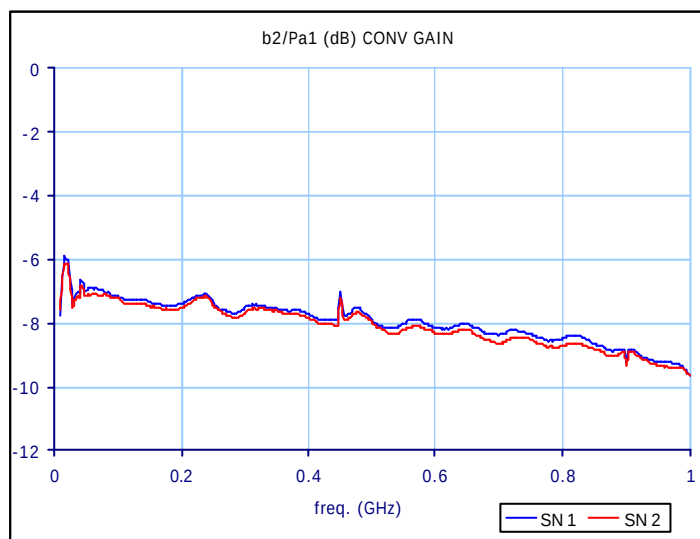
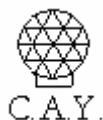


Figura 40. Pérdidas de conversión RF – FI de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

En la representación gráfica de las pérdidas de conversión (Figura 40) puede observarse que ambos mezcladores presentan un mismo comportamiento, con valores separados entre sí unos 0.15 dB. El mezclador SN1 presenta menores pérdidas en toda la banda de funcionamiento.

En el receptor en banda X, estos mezcladores serán utilizados para proporcionar una señal de FI comprendida en el rango de frecuencias de 550 a 880 MHz; en dicho rango, las pérdidas de ambos están comprendidas entre 8 y 9 dB, siendo crecientes con la frecuencia.



Se ha medido la **adaptación** en cada uno de los puertos, empleando el analizador vectorial en su modo de operación con un puerto.

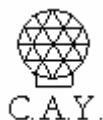
Para la medida del VSWR en los puertos de RF y FI se ha introducido una OL fija de 450 MHz con una potencia de 7 dBm, y se ha situado una carga adaptada en el puerto en el que no se está realizando la medición. Se mide en todo el rango de frecuencias: de 10 MHz a 1 GHz para FI, y de 10 MHz a 1.5 GHz para RF; la potencia de señal empleada es de -20 dBm.

Sin embargo, para la medida de la adaptación en el puerto de OL se han utilizado potencias de -20 dBm, -10 dBm y 0 dBm, en lugar de 4 ó 7 dBm como emplea el fabricante en las especificaciones, puesto que la calibración con esa potencia resultaba errónea y los datos obtenidos no eran fiables. En este caso se han adaptado las puertas de RF, FI, y se ha realizado la medición en el rango de frecuencias de 4 a 18 GHz.

En la siguiente tabla se resumen las características de la medición realizada y los resultados obtenidos:

SN 1				
	ESPECIFICACIONES	RESULTADO VSWR RF	RESULTADO VSWR FI	RESULTADO VSWR OL
Freq. RF (MHz)	5 - 1500	10 - 1500	(adaptada)	(adaptada)
Freq. LO (MHz)	5 - 1500	450	450	4.00-18.00
Freq. FI (MHz)	DC - 1000	(adaptada)	10 - 1000	(adaptada)
Nivel LO (dBm)	+7 / +13 dBm	7	7	7
VSWR RF (:1) @ OL 7dBm	1.35 (-16.5dB)	-18.29		
	max 1.93 (-10dB)	(max -12.14)		
VSWR FI (:1) @ OL 7dBm	1.25 (-19.085dB)		-23.14	
	max 1.41 (-15.38dB)		(max -16.55)	
VSWR OL (:1) @ OL 7 dBm	1.883 (-10dB)			@OL 0 dBm
	max 2.06 (-9.2dB)			-14.38
@ OL 4 dBm	1.31 (-17.44dB)			(max -12.98)
	max 1.55 (-13.3dB)			

SN 2				
	ESPECIFICACIONES	RESULTADO VSWR RF	RESULTADO VSWR FI	RESULTADO VSWR OL
Freq. RF (GHz)	5 - 1500	10 - 1500	(adaptada)	(adaptada)
Freq. LO (GHz)	5 - 1500	450	7.65	4.00-18.00
Freq. FI (GHz)	DC - 1000	(adaptada)	0.01-4.00	(adaptada)
Nivel LO (dBm)	+7 dBm / +13 dBm	7	7	0
VSWR RF (:1) @ OL 7dBm	1.35 (-16.5dB)	-17.64		
	max 1.93 (-10dB)	(max -14.3)		
VSWR FI (:1)	1.25 (-19.085dB)		-24.14	



@ OL 7dBm				
	max 1.41 (-15.38dB)		(max -17.97)	
VSWR OL (:1)				
@ OL 7 dBm	1.883 (-10dB)			@OL 0 dBm
	max 2.06 (-9.2dB)			-13.72
@ OL 4 dBm	1.31 (-17.44dB)			(max -12.64)
	max 1.55 (-13.3dB)			

Tabla 29. Resumen y resultados de la medida de la adaptación en los puertos de RF, FI y OL de los mezcladores DMX0418L,Miteq

En la siguiente figura se representa la **adaptación en el puerto de RF** de ambos mezcladores, frente a los valores proporcionados por el fabricante:

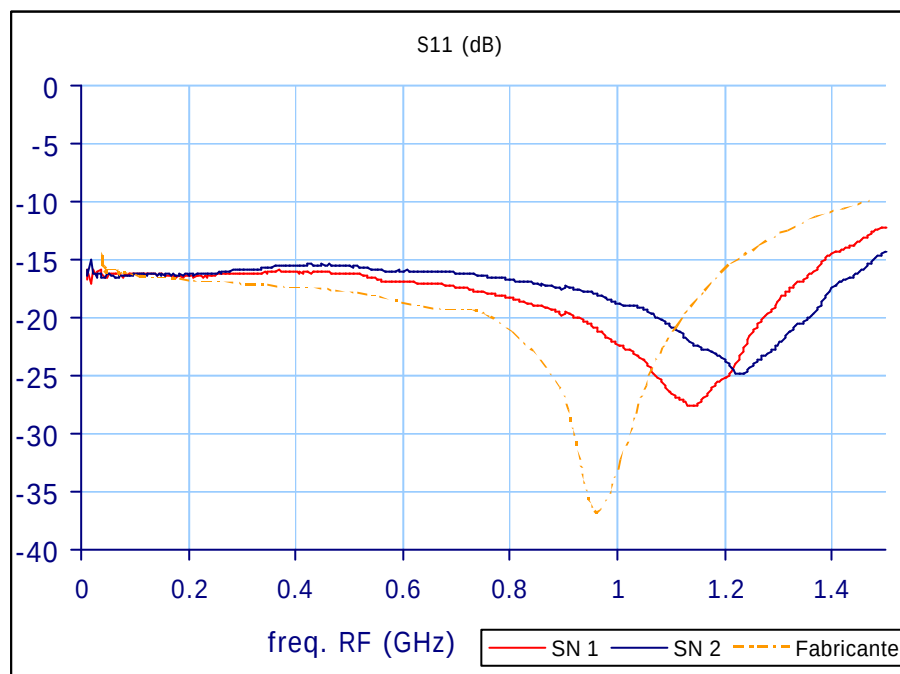


Figura 41. Adaptación del puerto de RF de los mezcladores ZX05-5,Minicircuits

Los valores medidos medio y máximo de S_{11} de ambos mezcladores son menores que los proporcionados por el fabricante en las especificaciones; sin embargo, comparando con la gráfica que éste facilita, vemos que aproximadamente hasta la frecuencia de RF de 1 GHz los valores medidos son peores, y más bajos para frecuencias altas.

Se alcanza un pico mínimo de S_{11} , que según el fabricante se presenta a una frecuencia algo inferior a 1 GHz, pero que es medido alrededor de los 1.2 GHz en la práctica (a los 1.15 GHz para SN1, y a los 1.24 GHz para SN2, siendo más pronunciado para SN1).

Ambos mezcladores presentan un comportamiento similar, especialmente a frecuencias bajas; SN1 ofrece una mejor adaptación del puerto de RF aproximadamente hasta la frecuencia de 1.2 GHz, a partir de la cual es SN2 el que presenta valores más bajos.

Los mezcladores funcionarán en el receptor en banda X en una banda de frecuencias de RF de 1000 a 1330 MHz; en ella se encuentran los mínimos de S_{11} , tomando en toda esta banda valores inferiores a -17 dB.

La **adaptación en el puerto de FI** es mejor que en el puerto de RF, cumpliendo asimismo los valores medio y máximo especificados por el fabricante.

La medida realizada se representa en la siguiente figura:

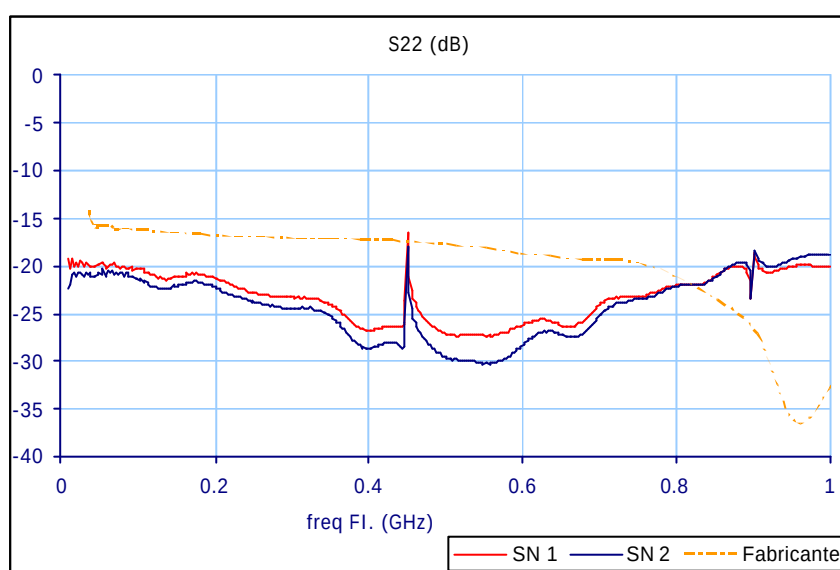


Figura 42. Adaptación del puerto de FI de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

Puede observarse que los valores de adaptación medidos son mejores que los proporcionados por el fabricante hasta la frecuencia de 800 MHz, y que ambos mezcladores tienen el mismo comportamiento con la frecuencia, aunque el SN2 ofrece un mejor comportamiento hasta esa misma frecuencia, y valores algo mayores de S_{22} a frecuencias cercanas a 1 GHz.

En el receptor en banda X, estos mezcladores funcionarán con frecuencias de FI de 550 a 880 MHz; en este rango, la adaptación empeora al aumentar la frecuencia, siendo en todo caso inferior a -20 dB, y es mejor para el mezclador SN2.

En cuanto a la **adaptación en el puerto de OL**, los valores obtenidos son bastante peores, aunque cumpliendo las especificaciones dadas para una potencia de OL de +7dBm. El mejor resultado se obtiene para la medición realizada con la mayor potencia (0 dBm).

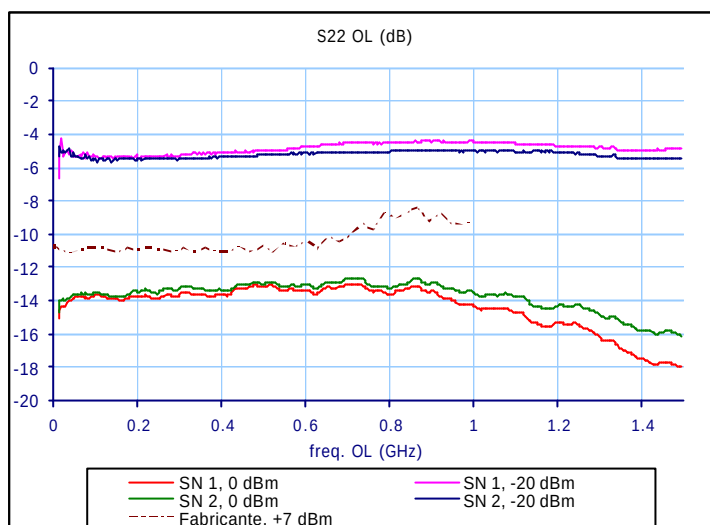


Figura 43. Adaptación del puerto de OL de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

En la Figura 43 puede observarse que los valores medidos con una potencia de la señal de OL de -20 dBm obtenidos son peores que los suministrados por el fabricante, aunque para una potencia de OL de 0 dBm son mejores que las especificaciones. Por lo tanto, cuando se empleen en el receptor en banda X se espera una buena adaptación del puerto.

Los mezcladores tienen un comportamiento muy similar entre ellos, con un valor de S_{22} bastante estable en toda la banda de frecuencias.

En el receptor en banda X se empleará una frecuencia de OL de 450 MHz para estos mezcladores, siendo la adaptación medida a esta frecuencia de unos -13 dB en ambos, cuando se emplea una señal con una potencia de 0 dB para la medida.

Para la medida del **aislamiento de OL a RF** se ha empleado el analizador vectorial en su modo de operación con dos puertos, entre las frecuencias de 10 a 1500 MHz (toda la banda de trabajo en OL y RF), y situando una carga adaptada en la puerta de FI. De este modo sólo es posible realizar la medida con una potencia de OL de -20 dBm, mientras que el fabricante proporciona las especificaciones para una potencia de 7 dBm.

Por lo tanto, se realiza una segunda medida a diversas frecuencias empleando el generador de señal con una potencia de 7 dBm para el puerto de OL, y conectando la salida del puerto de RF al analizador de espectros.

Los valores medios y mínimos de aislamiento obtenidos son los siguientes:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2
Freq. RF (MHz)	5 - 1500	10 - 1500	10 - 1500

Freq. LO (MHz)	5 – 1500	10 – 1500	10 – 1500
Freq. FI (MHz)	DC - 1000	(adaptada)	(adaptada)
Nivel LO (dBm)	+7 a +13 dBm	-20 (VNA) / +7 (analiz)	-20 (VNA) / +7 (analiz)
Aislamiento OL a RF (dB) @ OL: +7dBm		@ VNA 35.54 (min 27.61)	@ VNA 36.57 (min 29.02)
		@ Analizador de espectros 39.005 (min 26.5)	@ Analizador de espectros 39.54 (min 26.83)
RF: 5.00-50MHz	40 min	52.12 (min 44.71)	47.62 (min 32.18)
RF: 50-750MHz	25 min	40.89 (min 32.13)	41.84 (min 33.63)
RF: 750-1500MHz	23 min	29.69 (min 27.61)	31.07 (min 29.02)

Tabla 30. Resumen y resultados de la medida del aislamiento entre los puertos de OL y RF de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

Los resultados de las medidas realizadas con el analizador vectorial de redes son ligeramente peores que los obtenidos con el analizador de espectros. La diferencia en la forma de realizar las medidas está en la potencia de OL empleada. En cualquier caso, ambos presentan un comportamiento similar.

El valor medio de aislamiento obtenido es de unos 35.5 dB para SN1 y 36.5 para SN2, en el caso de las medidas hechas con el VNA, y de 39.005 para SN1 y 39.54 para SN2 cuando se han realizado con el analizador de espectros. En la representación gráfica de la Figura 44 puede observarse que el comportamiento de los mezcladores se ajusta de forma bastante fiel a los valores dados por el fabricante, a pesar de haber realizado las medidas con el VNA empleando una potencia de OL de -20 dBm; las medidas hechas con el analizador de espectros prácticamente coinciden con los datos encontrados en la hoja de características.

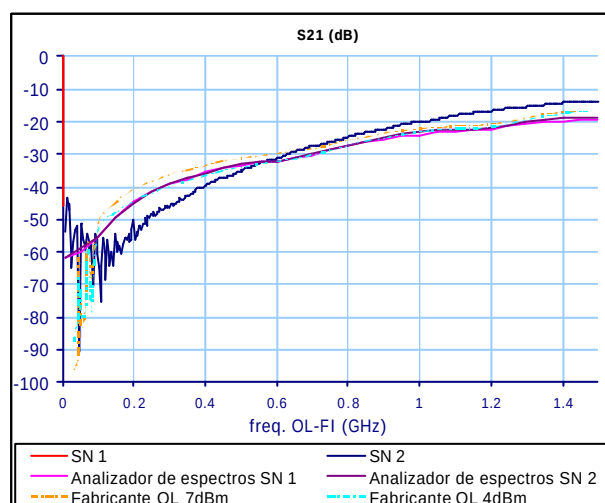


Figura 44. Aislamiento entre los puertos de OL y RF de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

La frecuencia de OL empleada en el receptor en banda X es de 450 MHz; el valor del aislamiento a esta frecuencia supera los 40 dB, que es un valor elevado, y que además se verá reforzado por la atenuación de los filtros que se emplea de forma previa a este componente en la cadena de RF, puesto que esta frecuencia se encuentra fuera de su banda de paso.

En este sentido, el tono de OL introducido en la señal de RF no supondrá ningún problema.

Para la medida del **aislamiento de OL a FI** se ha empleado el analizador vectorial en su modo de operación con dos puertos, entre las frecuencias de 10 MHz a 1500 MHz (toda la banda de trabajo en OL), y situando una carga adaptada en el puerto de RF.

De forma similar a las medidas del aislamiento entre OL y RF, el VNA nos proporciona una potencia de OL de -20 dBm, por lo que se realiza una segunda medida empleando el generador de señal con una potencia de +7 dBm para el puerto de OL, la empleada por el fabricante para la especificación, y conectando la salida del puerto de FI al analizador de espectros.

Los valores medios y mínimos de aislamiento obtenidos son los siguientes:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2
<i>Freq. RF (MHz)</i>	5 - 1500	(adaptada)	(adaptada)
<i>Freq. LO (MHz)</i>	5 - 1500	10 - 1500	10 - 1500
<i>Freq. FI (MHz)</i>	DC - 1000	10 - 1500	10 - 1500
<i>Nivel LO (dBm)</i>	+7 a +13 dBm	-20 (VNA) / +7 (analiz)	-20 (VNA) / +7 (analiz)
<i>Aislamiento OL a FI (dB) @ OL: +7dBm</i>		@ VNA 34.86 (min 18.29)	@ VNA 37.49 (min 19.98)
		@ Analizador de espectros 31.91 (min 19.5)	@ Analizador de espectros 31.52 (min 18.67)
<i>RF: 5.00-50MHz</i>	40 min	49.75 (min 40.79)	48.93 (min 42.4)
<i>RF: 50-750MHz</i>	20 min	45.43 (min 32.11)	48.63 (min 34.91)
<i>RF: 750-1500MHz</i>	10 min	24.32 (min 18.29)	26.54 (min 19.98)

Tabla 31. Resumen y resultados de la medida del aislamiento entre los puertos de OL y FI de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

En este caso los resultados medios obtenidos con el analizador vectorial de redes son mejores que con el analizador de espectros. Los valores medidos cumplen con un amplio margen los datos extraídos de las especificaciones, siendo mejores los valores medios del mezclador SN2.

A continuación se representan gráficamente los resultados obtenidos en las medidas realizadas tanto con el analizador vectorial de redes como con el analizador de espectros:

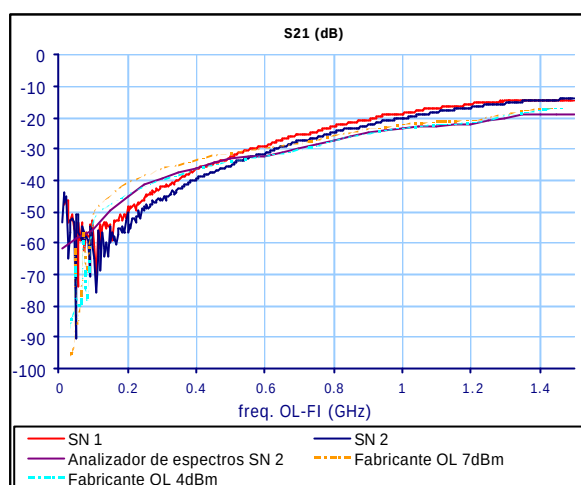


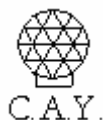
Figura 45. Aislamiento entre los puertos de OL y FI de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits, medido con el VNA y con el analizador de espectros

Puede observarse la similitud entre los resultados, si bien el comportamiento observado con el analizador de espectros es mejor y más cercano a los datos proporcionados por el fabricante, para frecuencias superiores a 500 MHz. El aislamiento a bajas frecuencias toma valores muy elevados, y disminuye para frecuencias más altas. El mínimo alcanzado es inferior a 20 dB, aunque manteniéndose por encima de los 10dB mínimos indicados en las especificaciones.

En el receptor en banda X, la frecuencia de OL es de 450 MHz, que corresponde a un aislamiento superior a 35 dB. Puesto que la señal de OL tiene una potencia de unos 16.5 dBm, el tono a la salida de FI tendrá un nivel considerable de potencia. Sin embargo, se verá atenuado de forma adicional por el filtro presente tras el mezclador en la cadena de RF, puesto que esta frecuencia se encuentra fuera de su banda de paso.

No se han realizado medidas del **aislamiento de FI a RF**, puesto que el fabricante no ofrece datos sobre esta característica, y además se emplean filtros a ambos lados del mezclador que no coinciden en la banda de frecuencias de paso (de 1000 a 1330 MHz de forma previa, y de 500 a 1000 MHz de forma posterior), y por lo tanto no habrá problemas de interferencia de señales relevantes.

Para la medida del **punto de compresión de 1 dB**, se ha conectado al puerto de OL el generador de señal, proporcionando un tono a una frecuencia de 450 MHz y con una potencia de 7 dBm, y a la entrada de RF se ha suministrado una señal de 1165 MHz mediante el generador interno del VNA funcionando en el modo arbitrario de conversión de frecuencias. La salida de FI corresponde a una frecuencia de 715 MHz, y será observada en el analizador de espectros.



La potencia inicial de la señal de RF es de -20 dBm, y se ha ido aumentando hasta observar un aumento en las pérdidas de inserción de 1 dB. Las medidas realizadas y sus resultados son los siguientes:

SN1			SN2		
dBm RF	dBm FI	Pérdidas de inserción	dBm RF	dBm FI	Pérdidas de inserción
-20	-28.67	8.67	-20	-28.17	8.17
-15	-23.67	8.67	-15	-23.17	8.17
-10	-18.5	8.5	-10	-18.17	8.17
-8	-16.5	8.5	-5	-13.17	8.17
-6	-14.5	8.5	-2	-10.17	8.17
-2	-10.5	8.5	0	-8.67	8.67
0	-9	9	1	-8.17	9.17
1	-8.33	9.33			
1.2	-8.5	9.7			

Tabla 32. Medida del punto de compresión a 1 dB de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2
Freq. RF (GHz)	5-1500	1165	1165
Freq. LO (MHz)	5-1500	450	450
Freq. FI (GHz)	DC-1000	715	715
Nivel LO (dBm)	+7 dBm	10	10
Potencia salida (dBm) @1dB comp (LO=+10dBm)		9.7	9.17

Tabla 33. Resumen y resultados de las medidas del punto de compresión a 1 dB de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

El punto de compresión a 1 dB es mayor para el mezclador SN1 que para el SN2.

Para la medida de los **armónicos** del tono fundamental que genera el mezclador se ha empleado una señal de OL de 450 MHz, la misma frecuencia que se empleará en el caso del receptor en banda X, con potencias de 7 dBm y 13 dBm. En el puerto de RF se ha conectado una carga adaptada de 50 Ω y se han medido con el analizador de espectro los armónicos que aparecen en la salida de FI, con los siguientes resultados:

	SN1		SN2	
	P _{OL} = 7 dBm	P _{OL} = 13 dBm	P _{OL} = 7 dBm	P _{OL} = 13 dBm
f_{OL} (450 MHz)	-27.67 dBm	-28.83 dBm	-28.3 dBm	-27.17 dBm
$2 f_{OL}$ (900 MHz)	-45.67 dBm	-38.83 dBm	-45 dBm	-39 dBm
$3 f_{OL}$ (1350 MHz)	-30.5 dBm	-28.5 dBm	-30.33 dBm	-27.67 dBm

4 f_{OL} (1800 MHz)	-47.5 dBm	-44 dBm	-48 dBm	-44.17 dBm
5 f_{OL} (2250 MHz)	-39 dBm	-35.83 dBm	-39 dBm	-35.33 dBm
6 f_{OL} (2700 MHz)	-53 dBm	-50 dBm	-52 dBm	-47.67 dBm
7 f_{OL} (3150 MHz)	-45.5 dBm	-40.33 dBm	-46 dBm	-40.67 dBm
8 f_{OL} (3600 MHz)	-57 dBm	-51 dBm	-58 dBm	-50.6 dBm
9 f_{OL} (4050 MHz)	-55 dBm	-48.6 dBm	-53.5 dBm	-45 dBm
10 f_{OL} (4500 MHz)	-63 dBm	-54 dBm	-59.3 dBm	-53.5 dBm

Tabla 34. Resultados de las medidas de los armónicos de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

En la Figura 46 se representan gráficamente las potencias medidas de los armónicos generados por el mezclador:

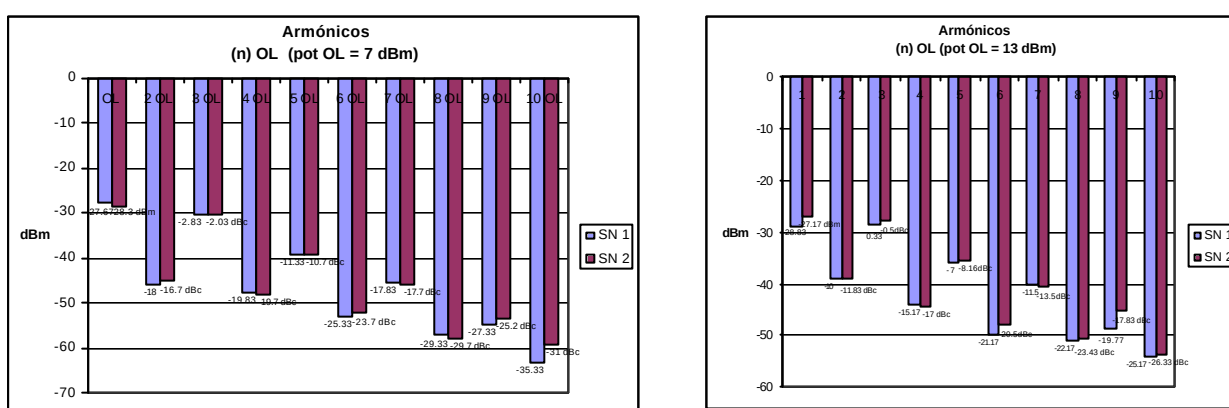


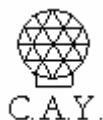
Figura 46. Medida de los armónicos de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

Puede observarse que los niveles de potencia de los armónicos son bastante bajos, por lo general algo más en el caso del mezclador SN1.

Los niveles obtenidos para el armónico fundamental son prácticamente iguales en el caso de emplear una potencia para el tono de OL de 7 dBm o de 13 dBm; son siempre algo mayores de -30 dBm. Sin embargo, en nivel de los armónicos es bastante diferente según la potencia de OL empleada. Así, para la potencia de 13 dBm los armónicos presentan un nivel bastante mayor que si la potencia de la señal de OL es de 7 dBm.

En el receptor en banda X, la señal de OL entrante al mezclador tendrá un nivel de unos 13 dBm, y por lo tanto el armónico de 900 MHz tendrá una potencia algo mayor de -40 dBm. Si finalmente este armónico supusiera un problema, es posible que fuera conveniente emplear un atenuador para disminuir la potencia del tono de 450 MHz a 7 dBm.

Finalmente, se han realizado medidas del nivel de los **espúreos o productos de intermodulación** generados por el mezclador. Para ello, se obtiene del generador de señal la señal de OL con una frecuencia de 450 MHz y una potencia de 7 dBm, mientras que el generador interno del VNA, trabajando en el modo arbitrario de conversión de frecuencias, proporciona la señal de RF a la frecuencia de 1165 MHz (frecuencia central de la banda mezclada) con una potencia de -10 dBm.



Los niveles de potencia de la señal de FI se han medido empleando el analizador de espectros; las frecuencias y la potencia resultante de la señal se resumen en la siguiente tabla:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN1	RESULTADO SN2
Freq. RF (MHz)	5-1500		
Freq. LO (MHz)	5-1500		
Freq. FI (MHz)	DC-1000	2	2
Nivel LO (dBm)	+7 dBm	7	7
Nivel RF (dBm)		-10	-10
Nivel de espúreos (dBc) FI = 2 GHz = (m) RF x (n) OL			
(FI = 715 MHz) 1x1		0	0
(FI = 265 MHz) 1x2		-21.5	-21.66
(FI = 185 MHz) 1x3		-11.17	-11.33
(FI = 1880 MHz) 2x1		-46	-45.83
(FI = 1430 MHz) 2x2		-49	-49.83
(FI = 980 MHz) 2x3		-43	-42.83
(FI = 3045 MHz) 3x1		-	-
(FI = 2595 MHz) 3x2		-	-
(FI = 2145 MHz) 3x3		-	-

Tabla 35. Resumen y resultados de las medidas de los espúreos de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

Los niveles de espúreos superiores a 50 dBc corresponden a una señal muy débil, comparable al ruido, por lo que no deben tenerse en cuenta. En todos los casos, los niveles de potencia obtenidos son inferiores a los especificados por el fabricante, siendo algo mejores los resultados obtenidos para el mezclador SN2, excepto para los espúreos $2f_{RF} \times 1f_{OL}$, $2f_{RF} \times 3f_{OL}$, para los que SN1 presenta potencias ligeramente menores.

En el receptor en banda X, a partir de la banda de frecuencias de RF de 1000 a 1330 MHz, y de la frecuencia de OL de 450 MHz, podemos deducir las bandas de FI en las que se encontrarán cada uno de los espúreos:

(m) RF x (n) OL	Banda del espúreo
1x1	550 – 880 MHz
1x2	100 – 430 MHz
1x3	-20 – 350 MHz
2x1	1550 – 2210 MHz
2x2	1100 – 1760 MHz
2x3	650 – 1310 MHz
3x1	2550 – 3540 MHz
3x2	2100 – 3090 MHz
3x3	1650 – 2640 MHz

Tabla 36. Bandas de frecuencias resultantes en el receptor en banda X para los productos de intermodulación de los mezcladores ZX05-5, Minicircuits

Todos ellos serán eliminados por el filtro paso banda posterior (de 500 a 1000 MHz), excepto la señal principal resultante de la mezcla, y que constituye nuestra banda de FI de interés (de 550 MHz a 880 MHz), y la parte baja de la banda resultante del

espúreo $2f_{RF} \times 3 f_{OL}$, que no es eliminado por completo por el filtro, pues se extiende de 650 a 1310 MHz. Sin embargo, de las medidas realizadas podemos deducir que su nivel de potencia es suficientemente bajo.

2.3.8 Filtro paso banda 7BP7-750/A500-S, Lorch

Se emplean cuatro filtros de este tipo en el submódulo de FI, dos en cada canal (RCP y LCP), para realizar un filtrado de 500 a 1000 MHz con dos propósitos:

- En las ramas de *salida estándar*, se filtra la señal disponible en la banda de frecuencias de 530 a 1330 MHz y que proviene del divisor. La señal resultante, tras pasar por un atenuador, será proporcionada a la salida.
- En las ramas de *salida expandida*, la sub-banda de 1000 a 1330 MHz de la primera FI es desplazada en frecuencia en un mezclador a la banda de 550 a 880 MHz; se realiza un filtrado de 500 a 1000 MHz para eliminar posibles espúreos y señal no deseada, y tras un atenuador la señal se proporciona a la salida.

La frecuencia central del filtro es 750 MHz, y su anchura (definiendo la banda para 1 dB de pérdidas) es de 500 MHz; esto es, el filtrado se hace de 500 a 1000 MHz.

La medida de los parámetros S de los filtros se realiza utilizando el analizador vectorial de redes, desde 10 MHz a 2 GHz, y seleccionando una potencia para las fuentes de -10dBm.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de las medidas realizadas junto con las especificaciones facilitadas por el fabricante:

	ESPECIFICACION	RESULTADO SN AE2	RESULTADO SN AE3	RESULTADO SN AE5	RESULTADO SN AE6
Freq. min (MHz) @1dB	500	482.625	482.625	482.625	487.6
Freq. max (MHz) @1dB	1000	1019.925	1019.925	1019.925	1009.975
Freq. Central (MHz)	750	751.275	751.275	751.275	748.7875
Ancho de banda 1dB (MHz)	500	537.3	537.3	537.3	522.375
Stop Band > 40dBc (MHz)	150 - 1450	278.65 - 1293.55	278.65 - 1288.575	278.65 - 1298.525	273.675 - 1298.525
Pérdidas (dB) @ Freq central	0.7 max	0.2637	0.3265	0.2028	0.1866
VSWR IN (:1) @band pass 1dB	1,5 typ (-14 dB)	-20.3979	-19.774	-20.499	-22.3923
VSWR OUT (:1) @band pass 1dB	1,5 typ (-14 dB)	-21.1078	-19.817	-20.513	-22.2456

Tabla 37. Resultados de las medidas de las características del filtro 7BP7-1165/A330-S, Lorch

Las frecuencias que delimitan la banda de paso para pérdidas de 1 dB son bastante exactas, con una diferencia respecto a las especificaciones del filtro de menos de 20 MHz, especialmente en el caso del filtro SN AE6, cuya banda de paso es ligeramente más estrecha, algo que se puede observar con mayor detalle en la Figura 48.

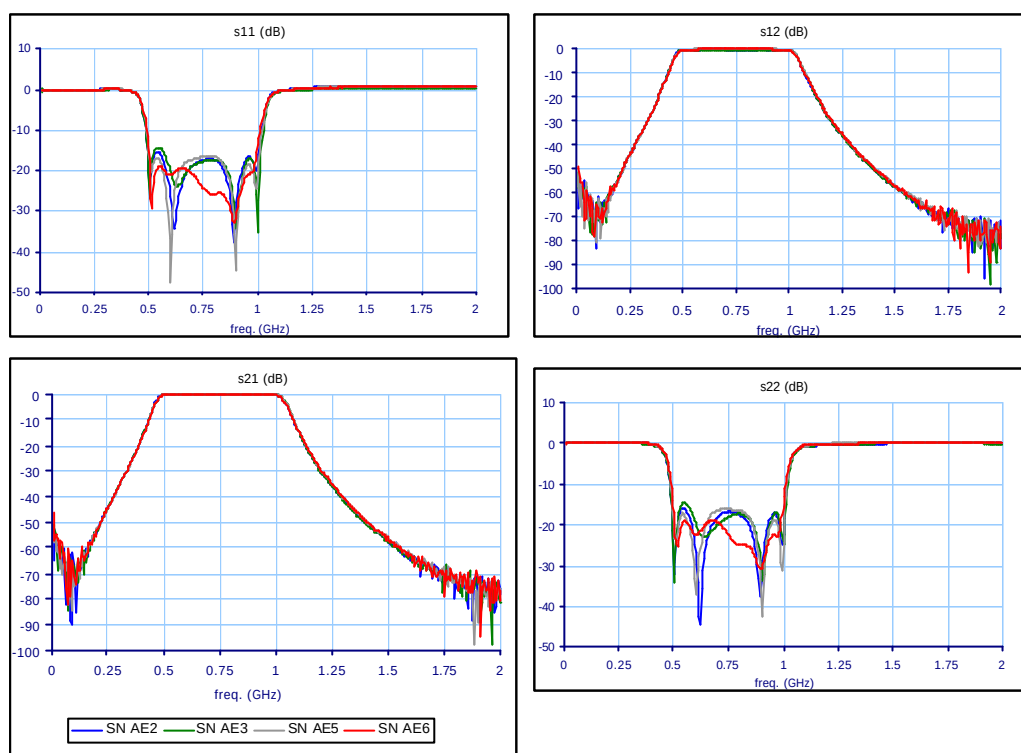


Figura 47. Medida de los parámetros S de los filtros 7BP7-750/A500-S, Lorch

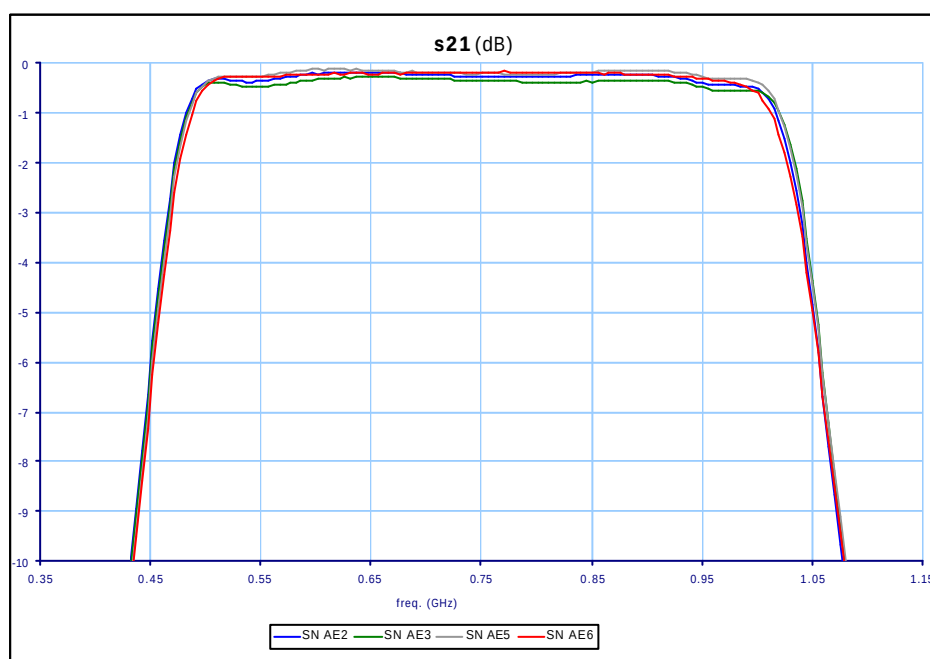


Figura 48. Detalle de la banda de paso del filtro 7BP7-750/A500-S, Lorch

Las pérdidas a la frecuencia central oscilan en torno a los 0.2 – 0.3 dB; el filtro SN AE3 es el que presenta mayores pérdidas en toda la banda de paso (alrededor de 0.35 dB), y el SN AE5 es el que tiene menores pérdidas (unos 0.15 dB).

La banda de rechazo (definida para pérdidas mayores de 40 dBc) es muy similar en todos los filtros, siendo más de 250 MHz más estrecha que el valor dado por el fabricante.

Los valores de adaptación obtenidos cumplen las especificaciones, siendo el comportamiento muy similar para todos los filtros, excepto para el SN AE6, que también presenta los valores medios más bajos.

2.3.9 Atenuador fijo BW-S10W2, Minicircuits.

En este submódulo se emplean 4 atenuadores fijos, como último elemento de las cadenas correspondientes a la salida estándar y la salida expandida de cada canal (RCP y LCP).

Se trata de atenuadores de 10 dB, con una banda de trabajo de 0 a 18GHz.

Se han medido sus parámetros S en el analizador vectorial de redes, en la banda de frecuencias de 10 MHz a 18 GHz, con una potencia para las fuentes de -20 dBm.

Los valores medios de los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla, en comparación con los datos extraídos de la hoja de características del componente:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN3	RESULTADO SN4	RESULTADO SN5	RESULTADO SN6
Atenuación (dB)					
DC-12.4 GHz	10 +/- 0.6	10.04 (+/- 0.34)	9.93 (+/- 0.3)	9.97 (+/- 0.3)	9.99 (+/- 0.37)
12.4-18 GHz	10 +/- 0.85	10.26 (+/- 0.41)	10.17 (+/- 0.4)	10.14 (+/- 0.37)	10.24 (+/- 0.45)
VSWR IN (:1)					
DC-4 GHz	1.2 max (-20.82 dB)	-34.73 (max-29)	-33.02 (max-27.57)	-35.06 (max-29.73)	-33.91 (max-28.57)
4-8 GHz	1.25 max (-19 dB)	-30.96 (max-28.87)	-28.60 (max-27.22)	-32.1 (max-29.69)	-30.12 (max-28.38)
8-12.4 GHz	1.3 max (-17.7 dB)	-31.03 (max-20.01)	-29.91 (max-24.33)	-31.33 (max-24.48)	-29.72 (max-23.7)
12.4-18 GHz	1.8 max (-10.88 dB)	-22.27 (max-20.01)	-21.57 (max-19.45)	-22.93 (max-20.72)	-21.38 (max-18.93)
VSWR OUT (:1)					
DC-4 GHz	1.2 max (-20.82 dB)	-34.64 (max-27.8)	-32.71 (max-26.5)	-33.34 (max-27.5)	-33.4 (max-26.5)
4-8 GHz	1.25 max (-19 dB)	-26.277 (max-25.4)	-26.07 (max-25.75)	-26.68 (max-25.94)	-24.78 (max-23.53)
8-12.4 GHz	1.3 max (-17.7 dB)	-24.4 (max-23.3)	-23.71 (max-21.12)	-23.74 (max-21.5)	-22.04 (max-20.61)
12.4-18 GHz	1.8 max (-10.88 dB)	-21.31 (max-18.5)	-19.38 (max-17.85)	-20.97 (max-20.02)	-20.07 (max-18.8)

Tabla 38. Resultados de las medidas de las características de los atenuadores fijos BW-S10-W2, Minicircuits

Los valores medios de atenuación conseguida son bastante precisos, especialmente para frecuencias menores de 12.4 GHz. Puesto que en el receptor en banda X estos atenuadores serán empleados con señales que comprenden la banda de frecuencia de 500 a 1000 MHz, podemos esperar un valor exacto de atenuación. La variación máxima de la atenuación medida respecto al valor nominal (10 dB) es bastante inferior a los límites máximos detallados en las especificaciones, y se produce

principalmente a frecuencias altas; esta variación máxima es de unos 0.4 dB, siendo el peor caso el alcanzado por el atenuador SN6, de 0.45 dB sobre el valor nominal.

En cuanto a la adaptación de los puertos de entrada y salida, los valores obtenidos son mucho mejores que los que podemos encontrar en las especificaciones, quedando en toda la banda por debajo de los valores máximos especificados, con un amplio margen de distancia. Se puede observar que los valores de adaptación son mejores para el puerto de entrada que para el de salida; aun así, los valores de adaptación del puerto de salida siguen siendo muy bajos. Puesto que este es el último elemento de la cadena, el coeficiente de reflexión a la salida del submódulo de FI será muy bueno, del orden del que presentan los atenuadores fijos.

En la Figura 49 se han representado los valores obtenidos en las medidas de los parámetros S, así como los valores medios proporcionados por el fabricante, de modo que puede realizarse una comparación.

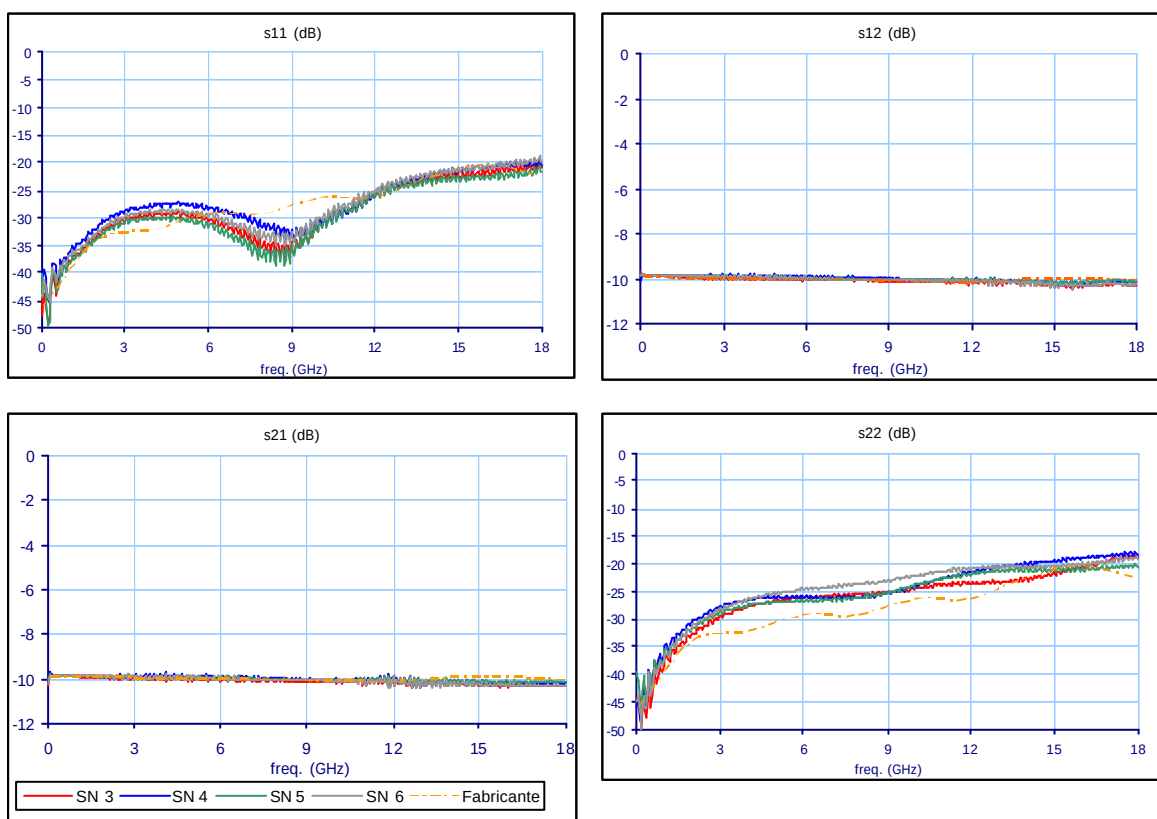


Figura 49. Medida de los parámetros S de los atenuadores fijos BW-S10-W2, Minicircuits

Podemos observar que S_{11} y S_{22} se mantienen por debajo de -20 dB prácticamente en la totalidad de la banda de funcionamiento, y que la adaptación es especialmente buena en la parte baja, empeorando conforme aumenta la frecuencia.

Todos los atenuadores presentan una adaptación de los puertos muy similar, sobre todo en cuanto al puerto de salida. El mejor valor de adaptación del puerto de entrada es para SN5, mientras que en el puerto de salida es el atenuador SN3 el que presenta valores inferiores.

Comparando las medidas con las gráficas de valores medios proporcionadas por el fabricante, podemos observar que son muy parecidas, con la excepción del mínimo

que presenta S_{11} en torno a 9 GHz, y los valores medidos de S_{22} son algo mayores, aunque siguen una misma tendencia frente a la frecuencia.

En toda la banda de frecuencias de trabajo en el receptor en banda X (de 500 a 1000 GHz) para estos atenuadores, todos presentan un S_{11} y S_{22} bastante inferior a -35 dB.

Respecto a los valores medidos de atenuación (S_{21}), puede observarse que presenta un comportamiento bastante constante con la frecuencia, en torno a los 10 dB nominales, coincidiendo prácticamente con los valores que encontramos en la hoja de características; la mayor diferencia se encuentra a frecuencias altas, con valores de atenuación algo mayores.

Por otro lado, la atenuación presenta un pequeño rizado en toda la banda; esto puede apreciarse con mayor detalle en la Figura 50, en la que se ha representado con mayor resolución los valores medidos de S_{21} para todos los atenuadores.

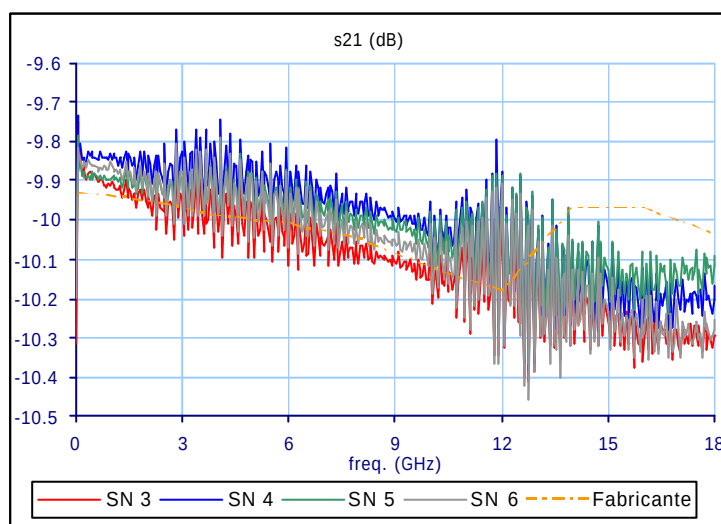


Figura 50. Parámetro S_{21} de los atenuadores fijos BW-S10-W2, Minicircuits

Las atenuaciones que presentan son muy similares entre sí; el comportamiento con la frecuencia es prácticamente el mismo, con una diferencia fija entre las atenuaciones ofrecidas. El atenuador que presenta una mayor atenuación es el SN3, seguido por el SN6, después el SN5 y por último el SN4 es el que ofrece menor atenuación.

La mayor diferencia respecto a los 10 dB de atenuación se presenta a frecuencias altas.

En la banda de frecuencia de trabajo (de 500 a 1000 MHz), la atenuación es de entre 9.8 y 9.9 dB, muy cercana al valor nominal; la diferencia entre atenuadores es menor de 0.1 dB y prácticamente constante en toda la banda.

2.3.10 Divisor Minicircuits ZFSC-2-1

Este divisor se emplea para suministrar, a partir de la señal de 450 MHz que proviene del submódulo de OL, las señales de OL empleadas en los mezcladores para el desplazamiento en frecuencia de la salida expandida.

La banda de frecuencias de funcionamiento para este divisor es, según el fabricante, de 10 MHz a 500 MHz; sin embargo, las medidas se han realizado con el analizador vectorial de redes en una banda más amplia, para caracterizar por completo el elemento. Se ha empleado una potencia para las fuentes internas del aparato de medida de -20 dBm, y se han medido los parámetros S entre el común y cada uno de los puertos del divisor.

El resultado de las medidas realizadas se presenta en la siguiente tabla, en la que puede ser comparado con las especificaciones del fabricante. Los cálculos de valores medios y máximos se ha realizado en la banda de 10 a 500 MHz.

	ESPECIFICACIONES		RESULTADO SN SF012300430	
			Puerto 1	Puerto 2
Perdidas de inserción totales (dB)	50 a 250 MHz	3.3 (max 3.6)	3.3 (max 3.6)	3.3 (max 3.6)
	250 a 500 MHz	3.6 (max 3.8)		
Fase Unbal (º)	50 a 500 MHz	4 typ	0.66 (max 3.24)	
Amplitud Unbal (dB)	50 a 250MHz	0.15 typ	0.2 (max 0.388)	
	250 a 500 MHz	0.3 typ		
VSWR IN (:1)		1.12 typ (-24.5 dB)	-27.74 (max -20.65)	-27.33 (max -17.2)
VSWR OUT (:1)		1.08 typ (-27.96 dB)	-31.46 (max -19.7)	-31.11 (max -20.32)

Tabla 39. Resultados de las medidas de las características del divisor ZFSC-2-1, Minicircuits

En la Figura 51 se pueden comparar las medidas de los parámetros S de ambos divisores para los caminos entre el común y cada uno de los puertos:

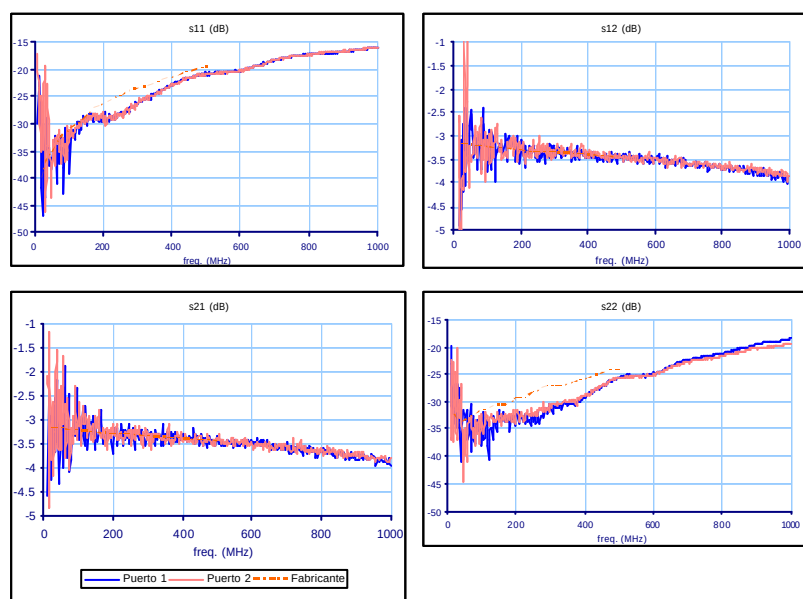


Figura 51. Medida de los parámetros S del divisor ZFSC-2-1, Minicircuits

Puede observarse que el comportamiento para los dos puertos es muy similar.

S_{11} y S_{22} aumentan su valor para las frecuencias altas. La adaptación del puerto común se mantiene por debajo de -20 dB en toda la banda de frecuencia de funcionamiento (hasta 500 MHz), mientras que los puertos de salida presentan una adaptación bastante mejor, con valores de S_{22} inferiores a -25 dB.

Las pérdidas de inserción son bastante estables en toda la banda de frecuencias, aunque crecen ligeramente con la frecuencia. Su valor es siempre inferior a 3.5 dB, y bastante similares para ambos puertos. Estos valores cumplen la especificación dada por el fabricante.

Se ha calculado el balance de fase y amplitud entre las señales presentes en los puertos de cada divisor, y el resultado es mejor que los datos proporcionados en la hoja de características.

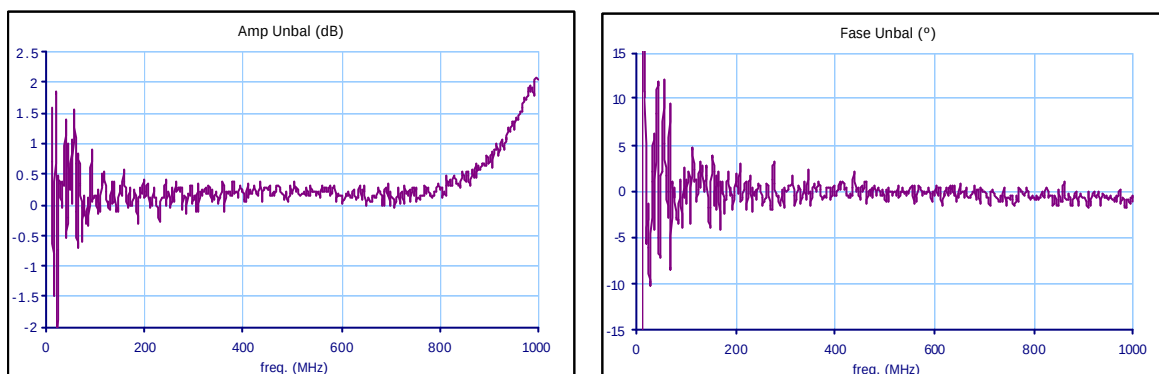


Figura 52. Balance de amplitud y fase de la señal entre los puertos de salida del divisor ZFSC-2-1, Minicircuits

Se ha medido también el aislamiento entre ambos puertos de salida del divisor, adaptando el puerto común a 50 Ω. El resultado es el siguiente:

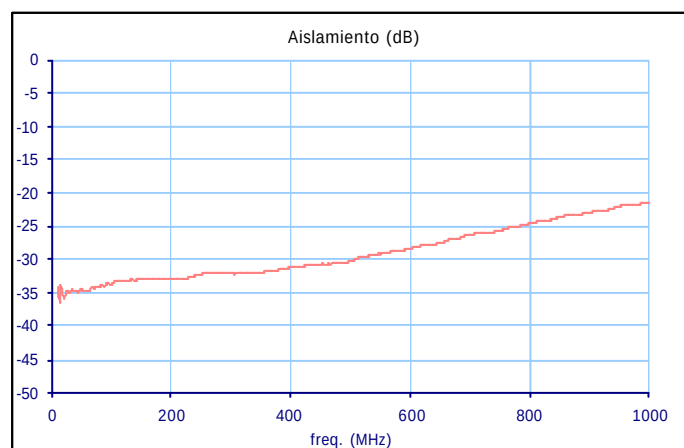
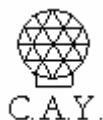


Figura 53. Medida del aislamiento entre los puertos de salida del divisor ZFSC-2-1, Minicircuits



El aislamiento presenta valores mejores que 20 dB en toda la banda, siendo éste un valor aceptable. Para la frecuencia de 450 MHz del tono de entrada en el receptor en banda X, el aislamiento supera los 30 dB.

2.3.11 Conclusiones

A continuación se calcula la atenuación total de la cadena en el submódulo de FI, según los componentes concretos escogidos para cada rama.

Hasta el divisor presente en cada canal (RCP y LCP), la ganancia total para cada uno es:

Canal	Filtro		Amplificador		Acoplador dir		Att variable		Amplif		G
RCP	SN1	-0.12	SN2	18.6	SN1	-0.6	77567	-2.1+att	SN1	19.1	34.88+att
LCP	SN2	-0.14	SN3	18.14	SN2	-0.75	77569	-2.13+att	SN4	18.045	33.16+att

Si se considera que la atenuación programada en el atenuador variable es la misma para ambas ramas y que su valor es suficientemente exacto, se puede apreciar una diferencia entre las ganancias de ambos canales de algo más de 1.5 dB, debidos principalmente a la diferencia en los valores de los amplificadores.

Sin embargo, si se añade la ganancia de los canales en el submódulo de RF al valor calculado, se obtienen valores más equilibrados, puesto que en el submódulo de RF el canal de LCP presenta una ganancia mayor:

$$G_{RCP} = 18.87 + 34.88 = 53.75 \text{ dB}$$

$$G_{LCP} = 20.27 + 33.16 = 53.43 \text{ dB}$$

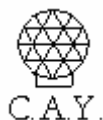
De este modo, la diferencia entre los valores de ganancia acumulada en la cadena de tratamiento de señal es bastante menor.

Puede considerarse que el divisor empleado en cada canal RCP y LCP presenta similares pérdidas en sus puertos (aproximadamente 3.3 dB), y tras los divisores, la ganancia de la parte final de cada rama es:

Canal	Filtro		Atenuador		G
Salida estándar RCP	SN AE6	-0.12	SN5	-9.86	-9.98 dB
Salida estándar LCP	SN AE2	-0.14	SN4	-9.84	-9.98 dB

Canal	Filtro		Mezclador		Filtro		Atenuador		G
Salida expandida RCP	SN AE1	-0.587	SN2	-8.5	SN AE3	-0.33	SN6	-9.88	-19.297 dB
Salida expandida LCP	SN AE2	-0.6	SN1	-8.4	SN AE5	-0.203	SN3	-9.9	-19.103 dB

Las pérdidas correspondientes a cada rama final del submódulo de FI son bastante similares, del mismo modo que las secciones anteriores, que han sido estudiadas de forma similar.



Por lo tanto, puede deducirse que la ganancia total de la cadena de señal del receptor será:

<i>Canal</i>	<i>Submódulo RF</i>	<i>Submódulo FI hasta divisor</i>	<i>Divisor</i>	<i>Rama final</i>	<i>G_{TOTAL}</i>
Salida estándar RCP	19.13	34.88	-3.3	-9.98	40.73 dB
Salida expandida RCP	19.13	34.88	-3.3	-19.297	31.413 dB
Salida estándar LCP	20.46	33.16	-3.3	-9.98	40.34 dB
Salida expandida LCP	20.46	33.16	-3.3	-19.103	31.217 dB

La diferencia entre la ganancia de las salidas estándar es de 0.4 dB, y entre las salidas expandidas de 0.2 dB. Son valores cercanos entre sí, por lo que la configuración escogida para el orden de los componentes parece ser adecuada.

Un posible problema que puede presentarse en este módulo es el armónico a la frecuencia de 900 MHz que el mezclador ZX05-5 de Minicircuits genera a partir del tono OL de 450 MHz. Dicho armónico tendrá una potencia algo mayor de -40 dBm a la salida del mezclador.

Al tratarse de una potencia fija añadida a la señal, podría ser restada de algún modo de la potencia detectada a la salida por el back-end correspondiente.

Si finalmente este armónico supusiera un problema, podría ser conveniente emplear un atenuador para disminuir la potencia del tono de 450 MHz a 7 dBm, con lo que el nivel del armónico sería menor, o bien sustituir el oscilador de 450 MHz por uno de 1880 MHz y realizar una conversión de frecuencia descendente, aunque esto provocaría una inversión de la banda.

2.4 Submódulo de Ruido.

En este submódulo se genera una señal de ruido y opcionalmente se combina con la señal externa de phasecal; la resultante se divide en dos, que serán ofrecidas a la salida del módulo de FI para ser introducidas en los canales de RCP y LCP.

Este submódulo incluye una placa de control que proporciona la señal de alimentación adecuada para el diodo de ruido, así como la señal de control del switch que permite el paso de la señal de phasecal [Ref 1].

El esquema de este submódulo puede encontrarse en la Figura 69 del Anexo A. Esquema de la FI del receptor X.

2.4.1 Diodo de ruido NC3206, Noise Com.

Se trata de una fuente de ruido con una ENR de 30 dB, que genera una señal que puede ser introducida al canal de ambas polarizaciones del receptor. Desde la placa de control [Ref 1], en función del comando recibido desde el equipo de Phasecal, se proporcionará o no una señal de alimentación de 15 V, o bien se conmutará a 80 Hz.

El rango de frecuencias de funcionamiento del diodo es de 8 a 12 GHz, banda en la que se ha realizado en primer lugar la medida de la adaptación del puerto de salida. Para ello se ha empleado el analizador vectorial de redes, con una potencia de -20 dBm.

El resultado obtenido se representa en la siguiente figura:

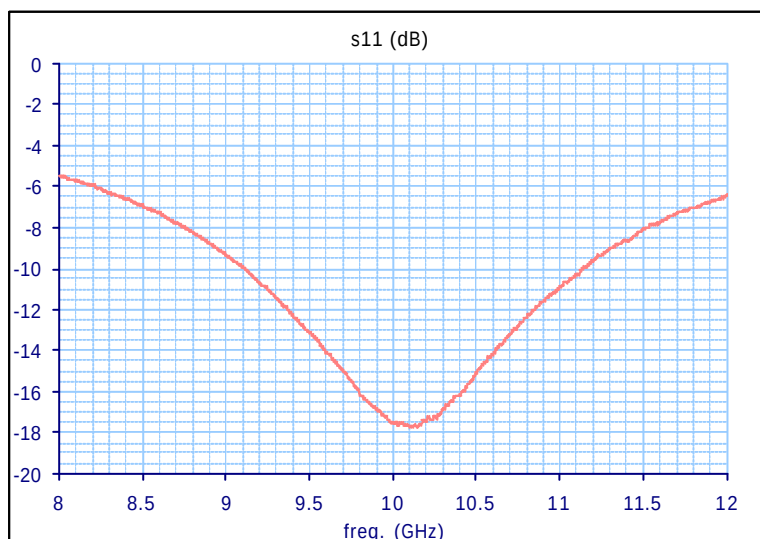


Figura 54. Medida de la adaptación del puerto de salida del Diodo de ruido NC3206, Noise Com.

La especificación del fabricante es de -6 dB como valor máximo para el parámetro S_{22} , lo que se cumple prácticamente en toda la banda. El valor medio de las

medidas del parámetro es de -10.89 dB; alcanza su valor mínimo (-17.5 dB) a la frecuencia de 10.1GHz, y es creciente hacia los extremos de la banda de frecuencia. A 8 GHz alcanza un valor de -5.5 dB, rebasando en 0.5 dB el máximo especificado, pero manteniéndose por debajo de -6 dB en el resto de frecuencias.

La medida del ENR se ha realizado empleando el analizador de figura de ruido N9875A de Agilent, entre las frecuencias de 8 y 12 GHz. Dicho analizador proporciona una tensión para la alimentación del diodo de 28 V, por lo que se emplea un divisor de tensión que proporcione la tensión de 15 V requerida por éste, teniendo en cuenta su consumo.

El consumo indicado en la hoja de características es de 30 mA máximos para una tensión de alimentación de 15 V; la medida realizada muestra que es de 8 mA. Teniendo esto en cuenta, se emplean para el divisor de tensión unas resistencias de 560 Ohm y 1 kOhm.

Por otro lado, un ENR de 30 dB es muy elevado para ser medido con el analizador de figura de ruido, de modo que se recurre a un atenuador de 15 dB Narda 4779-15. La señal resultante del conjunto diodo más atenuador será medida en el analizador de figura de ruido, y por otro lado se miden con el analizador vectorial de redes los parámetros S de dicho atenuador, para de este modo calcular el ENR del diodo como la suma del ENR medido del conjunto más la atenuación medida del atenuador.

$$ENR(diodo) = ENR(diodo + att) + Atenuación(att)$$

La medida realizada de los parámetros S del atenuador se representa gráficamente en la Figura 55:

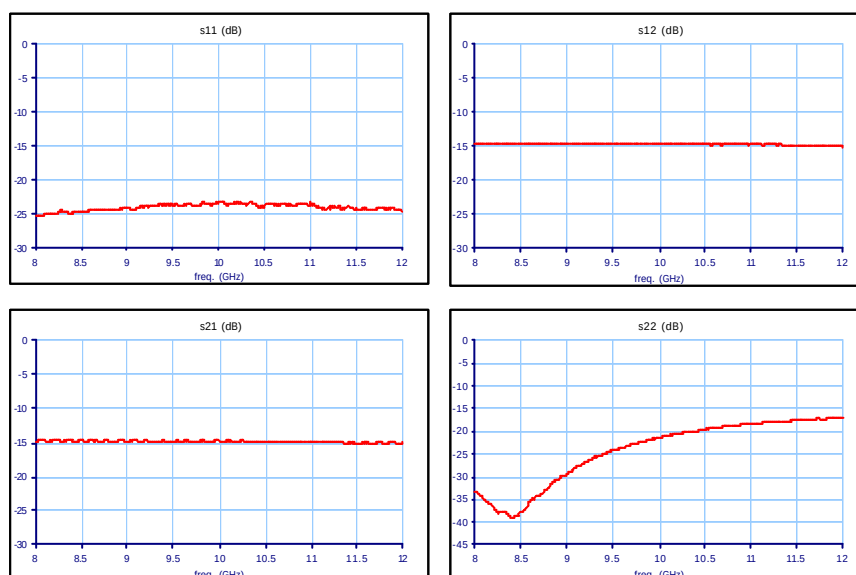


Figura 55. Medida de los parámetros S del atenuador 4779-15, Narda (SN 94)

Mientras que la medida realizada con el analizador de figura de ruido del conjunto diodo más atenuador es la siguiente:

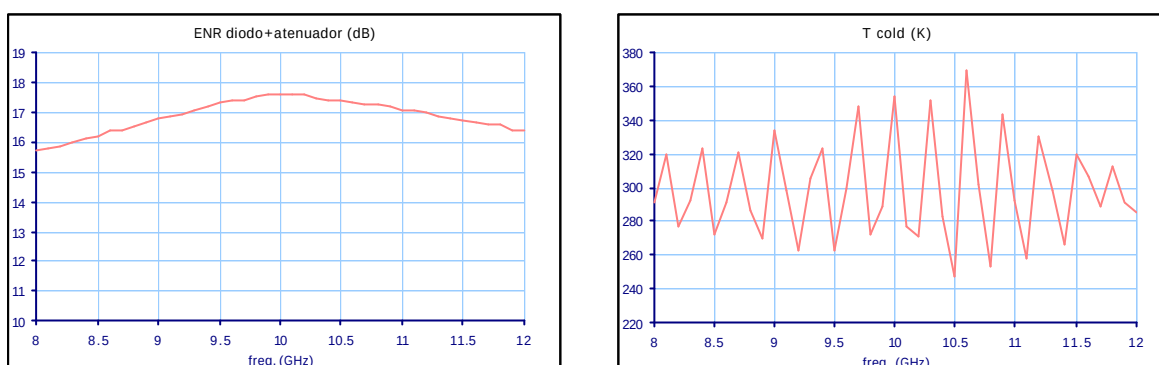


Figura 56. Medida del ENR y T_{cold} del conjunto diodo de ruido NC3206, Noise Com. más atenuador 4779-15, Narda

Restando para cada frecuencia el parámetro S_{21} medido del atenuador al ENR medido del conjunto, se obtiene el ENR del conjunto, representado gráficamente en la siguiente figura:

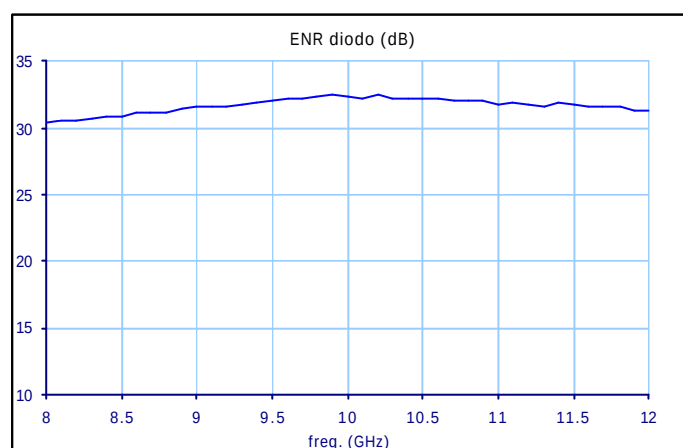


Figura 57. ENR calculado del diodo de ruido NC3206, Noise Com.

En la siguiente tabla se realiza una comparación de los valores de ENR calculados para el diodo y los valores proporcionados por el fabricante; puede comprobarse que los resultados obtenidos son bastante exactos. En la Figura 58 se realiza una comparación con mayor detalle.

Frecuencia	ENR fabricante	ENR medido
8 GHz	30.82	30.4858
9 GHz	31.95	31.6678
10 GHz	32.4	32.3208
11 GHz	32.32	31.8092
12 GHz	30.91	31.3736

Tabla 40. Resultados de las medidas del ENR del diodo de ruido NC3206, NoiseCom.

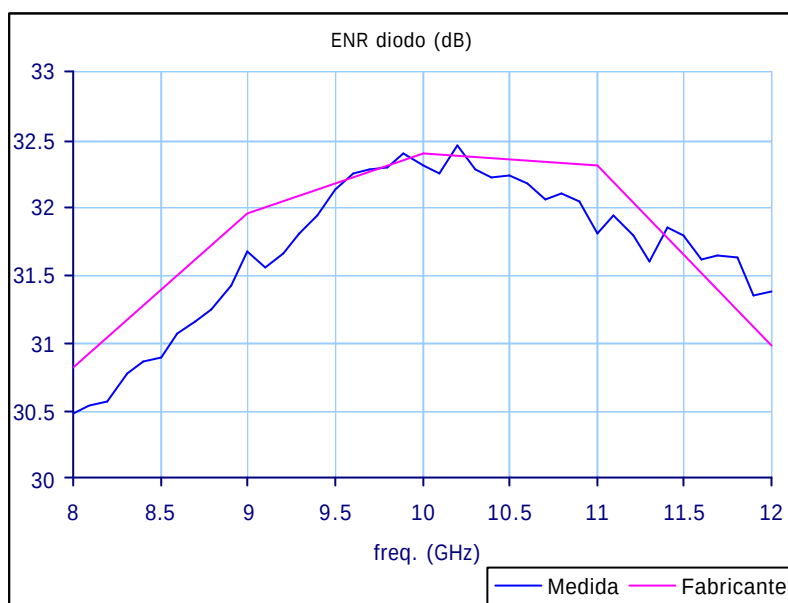


Figura 58. Detalle del ENR calculado del diodo de ruido NC3206, Noise Com.

2.4.2 Aislador 4915, Narda

En este submódulo se emplea un aislador (SN 4) tras el diodo de ruido, para evitar reflexiones de la señal. Se miden sus parámetros S en el rango de frecuencias especificado por el fabricante (de 7 a 10 GHz), y empleando una potencia para las fuentes de -10 dBm.

El resultado de las medidas se representa gráficamente en la Figura 59:

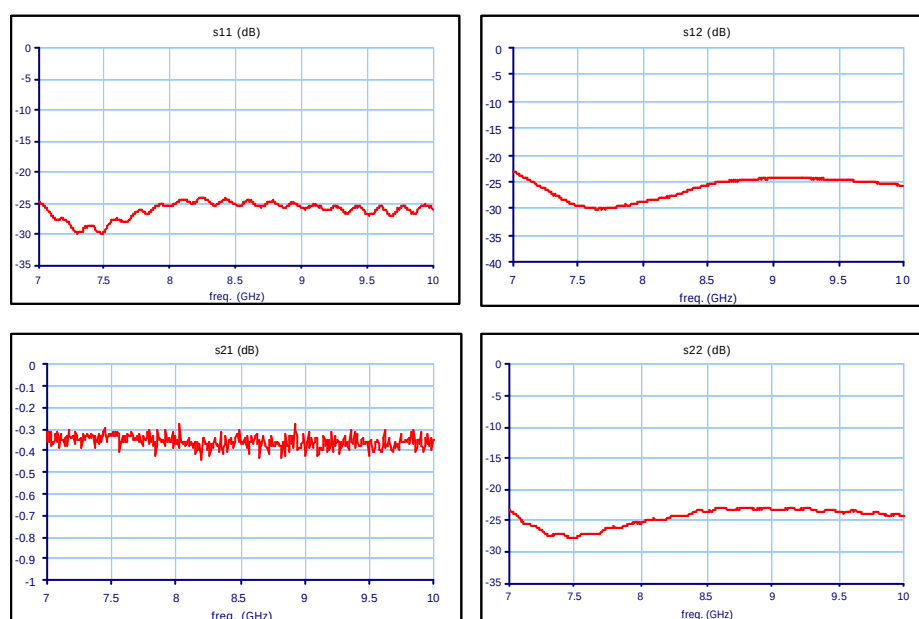


Figura 59. Medida de los parámetros S del aislador 4915, Narda (SN 4)

En la siguiente tabla podemos encontrar un resumen de las características medidas:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN4
Aislamiento (dB)	20 min	26.17 (min 22.93)
Pérdidas (dB)	0.4 max	0,36 (+/- 0,09)
VSWR IN (:1)	1,25 max (-19 dB)	-26.08 (max -24)
VSWR OUT (:1)	1,25 max (-19 dB)	-24.53 (max -22.87)

Tabla 41. Características medidas del aislador 4915, Narda

El aislador cumple las especificaciones del fabricante en cuanto a VSWR a la entrada y la salida, puesto que incluso el valor máximo que alcanzan es bastante menor de los -19 dB dados en las especificaciones.

El comportamiento del dispositivo en cuanto a la adaptación de los puertos es bastante estable en frecuencia, puesto que los valores medidos de S_{11} y S_{22} varían dentro en un rango de unos 5 dB en toda la banda.

Las pérdidas de inserción superan en ocasiones los 0.4 dB de atenuación máxima dados en la hoja de características del elemento; el valor máximo que alcanzan las pérdidas son 0.45 dB, y tienen un valor medio en toda la banda de frecuencias de 0.36 dB.

El aislamiento que presenta es superior al mínimo de 20 dB dado en las especificaciones, alcanzando su valor máximo de unos 30 dB entre 7.5 y 8 GHz; el mínimo que ofrecen es superior a los 20 dB, alrededor de las frecuencias de 7 GHz y de 9 GHz.

2.4.3 Atenuador variable 150T-11-3, Weinschel.

El uso de este atenuador variable permite proporcionar la potencia de la señal de ruido necesaria a la salida del submódulo.

El rango de frecuencias de funcionamiento de este atenuador, según el fabricante, es desde DC a 18 GHz; sin embargo, las medidas se han realizado con el analizador vectorial de redes desde 6 a 10 GHz, puesto que la banda de frecuencia en la que funciona el aislador es de 7 a 10 GHz, y el diodo de ruido genera una señal de 8 a 12 GHz.

La medida se ha efectuado entre los puertos de entrada y salida, y para distintas atenuaciones: con ninguna celda de atenuación activada, con cada una de ellas activada, y con todas activadas simultáneamente. La potencia empleada en los puertos para realizar las medidas es de -30 dBm.

Se trata de un atenuador con 4 celdas de atenuación, de 1, 2, 4 y 2 dB, de modo que es posible programar una atenuación desde 0 a 11 dB con saltos de 1 dB. Funciona

en modo ‘non-latching’, esto es, para mantener activada la atenuación de una celda es necesario mantener la señal de control correspondiente a un nivel alto TTL (5 V).

El conector de control es 14 pines, con la siguiente asignación:

	Pin	Valor
Control Célula D0 (1dB de atenuación)	7	TTL
Control Célula D1 (4 dB de atenuación)	8	TTL
Control Célula D2 (2 dB de atenuación)	5	TTL
Control Célula D3 (4 dB de atenuación)	6	TTL
Alimentación	1, 2	+12V DC
GND	3, 4	GND
Modo: par/serie	13	TTL
ATT reset	14	TTL
-	9,10,11,12	GND

Tabla 42. Pines de control del atenuador variable 150T-11, Weinchel.

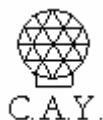
La tabla de verdad de la programación de la atenuación es la siguiente:

Att.	+5V	0V	Att.	+5V	0V
0 dB	-	D0,D1,D2,D3	6 dB	D1,D2	D0,D3
1 dB	D0	D1,D2,D3	7 dB	D0,D1,D2	D3
2 dB	D2	D0,D1,D3	8 dB	D1,D3	D0,D2
3 dB	D0,D2	D1,D3	9 dB	D0,D1,D3	D2
4 dB	D1	D0,D2,D3	10 dB	D1,D2,D3	D0
5 dB	D0,D1	D2,D3	11 dB	D0,D1,D2,D3	-

Tabla 43. Control de la atenuación del atenuador variable 150T-11, Weinchel.

Los resultados de las medidas de las características de los atenuadores utilizados se resumen en la siguiente tabla, junto con las especificaciones del atenuador:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO SN 6211
Pérdidas de inserción (dB)		0.09 (0.26 max)
dc – 4 GHz	0.9 max	
4 - 18 GHz	2.2 max	
Atenuación (dB)		
Celda D0 activada	1 dB	0.993790474
Celda D1 activada	4 dB	4.062981646
Celda D2 activada	2 dB	2.074348479
Celda D3 activada	4 dB	4.034450574
VSWR OUT (:1)	1.25 max (-19.085 dB)	
Ninguna celda activada (0 dB)		-26.44 (max -18.62)
Celda D0 activada (1 dB)		-29.11 (max -23.34)
Celda D1 activada (2 dB)		-28.09 (max -22.01)
Celda D2 activada (4 dB)		-24.96 (max -17.58)
Celda D3 activada (8 dB)		-29.74 (max -24.52)
Todas las celdas activadas (11 dB)		-28 (max -24.09)



VSWR IN max (:1)	1.25 (-19.085 dB)	
Ninguna celda activada (0 dB)		-27.53 (max -19.62)
Celda D0 activada (1 dB)		-29.94 (max -21.46)
Celda D1 activada (2 dB)		-25.66 (max -19.38)
Celda D2 activada (4 dB)		-25.11 (max -20.19)
Celda D3 activada (8 dB)		-26.5 (max -19.66)
Todas las celdas activadas (11 dB)		-28.75 (max -22.68)

Tabla 44. Resultados de las medidas de las características del atenuador variable 150T-11, Weinchel

La medida de las pérdidas de inserción se ha realizado para ninguna celda activada; en este caso se programa una atenuación de 0 dB y se considera que toda la atenuación de la señal es debida a las pérdidas de inserción. En la Figura 60 puede observarse que todas las curvas de atenuación tienen la misma forma, con una diferencia aproximadamente fija entre ellas, lo que significa que las pérdidas de inserción son las mismas para cualquier atenuación programada.

El resultado obtenido muestra que las pérdidas que ofrece el atenuador son muy bajas, de 0.09 dB como media, y alcanzando un máximo de 0.26 dB; son mucho menores que la especificación de 2.2 dB máximos dados por el fabricante para estas frecuencias. Este valor máximo se alcanza a la frecuencia máxima a la que se realiza la medida, puesto que las pérdidas son ligeramente crecientes con la frecuencia, de modo que puede suponerse que a 18 GHz tendrán un valor mayor.

La atenuación se ha calculado como la resta de la atenuación medida (parámetro S_{21}) para cada atenuación programada, menos las pérdidas de inserción. El resultado es muy cercano a la atenuación teórica para cada celda, con una diferencia sobre el valor nominal de menos de 0.1 dB en todos los casos.

La atenuación total de la señal es la suma de la atenuación programada más las pérdidas de inserción.

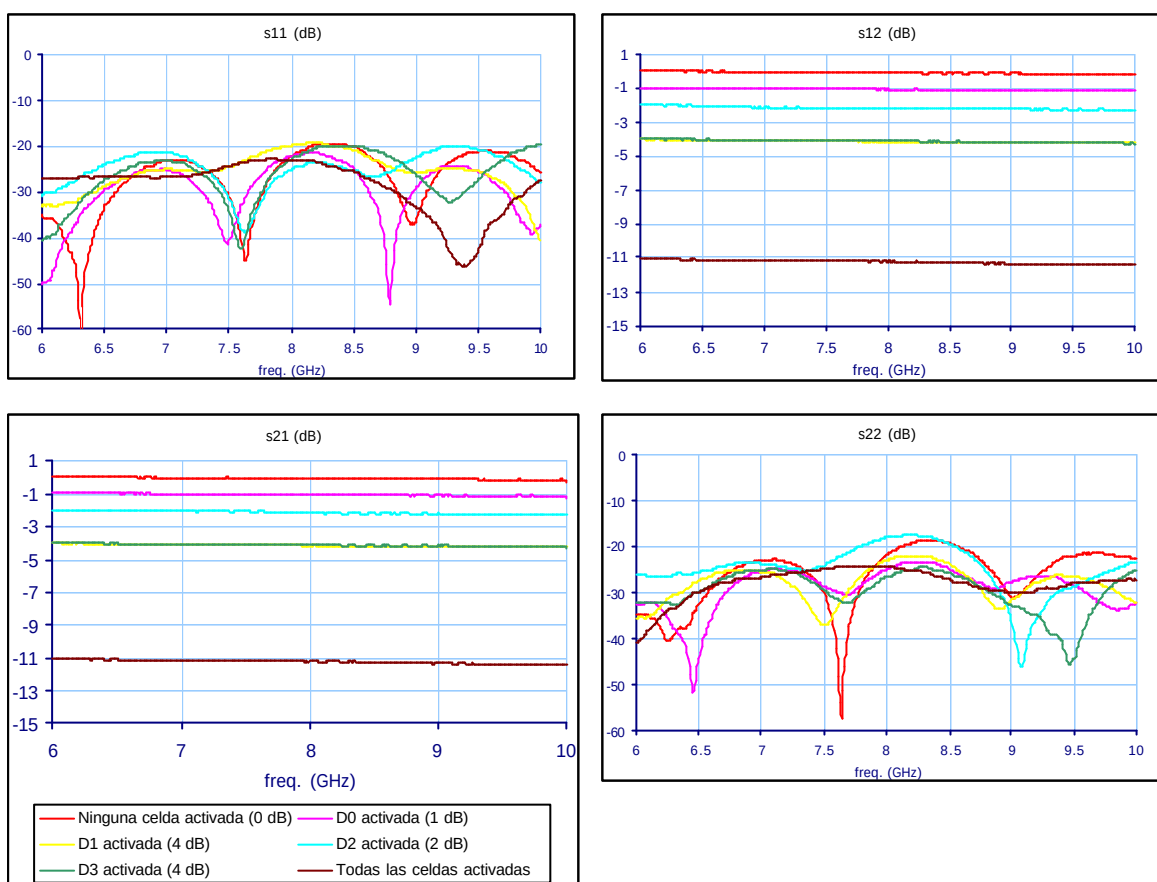


Figura 60. Medida de los parámetros S del atenuador variable 150T-11, Weinchel

Por último, la adaptación de los puertos de entrada y salida del atenuador no cumple las especificaciones en ocasiones, puesto que se superan los -19 dB máximos que indica el fabricante.

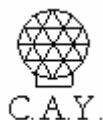
En el caso del puerto de entrada, el máximo que se observa entre los 8 y 8.5 GHz es muy cercano a -19 dB y llega a superarlo ligeramente. Los mayores valores son alcanzados en el caso de que no haya ninguna celda activada, o de que únicamente se haya activado una de las celdas de 4 dB de atenuación (D1 o D3). También presenta máximos cercanos a -20 dB cuando está activada la celda D2 (2 dB de atenuación), a la frecuencia de 9.3 GHz, y cuando está activada D3 (4 dB de atenuación) a 10 GHz.

La adaptación del puerto de salida es algo peor que el del puerto de entrada. Presenta un máximo principal a la misma frecuencia que éste, con valores de S_{22} cercanos a -19 dB e incluso superiores, para la celda D2 activada (2 dB de atenuación) y para el caso de no activar ninguna celda.

2.4.4 Divisor Narda 4456-2

En el submódulo de ruido se emplean dos divisores:

- El primero (SN 12472) se usa para combinar las señales que provienen de la rama correspondiente al diodo de ruido y de la rama de la que procede la señal de phasecal.



- El segundo (SN 12727) divide la señal resultante del anterior, para combinarlas con la señal recibida de cada canal (RCP y LCP) a través del acoplador que se encuentra en el criostato.

La banda de frecuencias de funcionamiento para estos divisores es, según el fabricante, de 2 a 18 GHz; sin embargo, las medidas se han realizado con el analizador vectorial de redes en una banda más amplia, para caracterizar por completo los elementos. Se ha empleado una potencia para las fuentes internas del aparato de medida de -20 dBm, y se han medido los parámetros S entre el común y cada uno de los puertos del divisor.

El resultado de las medidas realizadas se presenta en la siguiente tabla, en la que puede ser comparado con las especificaciones del fabricante. Los cálculos de valores medios y máximos se ha realizado en la banda de 2 a 18 GHz.

	ESPECIFICACIONES		RESULTADO SN 12472		RESULTADO SN 12727	
			Puerto 1	Puerto 2	Puerto 1	Puerto 2
Aislamiento (dB)	19 min		29.4 (min 23)		29.81 (min 20.51)	
Perdidas de inserción totales (dB)	2 a 8 GHz	3.5 max	2.97 (max 3.12)	3.033 (max 3.17)	3.16 (max 3.36)	3.17 (max 3.34)
	8 a 18 GHz	4.2 max	3.48 (max 4.06)	3.42 (max 3.84)	3.68 (max 4.42)	3.71 (max 4.31)
Fase Unbal (°)	2 a 8 GHz	3 typ	0.7 (max 1.29)		1.002 (max 2.81)	
	8 a 18 GHz	6 typ	1.81 (max 2.96)		3.14 (max 8.305)	
Amplitud Unbal (dB)	2 a 8 GHz	0.2 typ	0.056 (max 0.12)		0.062 (max 0.19)	
	8 a 18 GHz	0.3 typ	0.076 (max 0.267)		0.126 (max 0.801)	
VSWR IN (:1)	2 a 8 GHz	1.3 typ (-17.7 dB)	-27.46 (max -21.84)	-27.611 (max -21.97)	-27.21 (max -20.73)	-27.22 (max -20.53)
	8 a 18 GHz	1.4 typ (-15.56 dB)	-26.41 (max -19.93)	-26.576 (max -19.93)	-26.101 (max -18.5)	-26.96 (max -17.64)
VSWR OUT (:1)	2 a 8 GHz	1.25 typ (-19 dB)	-31.974 (max -28.33)	-34.75 (max -30.17)	-36.23 (max -27.76)	-34.58 (max -28.59)
	8 a 18 GHz	1.4 typ (-15.56 dB)	-26.997 (max -16.38)	-26.06 (max -16.26)	-24.46 (max -14.87)	-26.76 (max -18.1)

Tabla 45. Resultados de las medidas de las características del divisor 4456-2, Narda

En la Figura 61 se pueden comparar las medidas de los parámetros S de ambos divisores para los caminos entre el común y cada uno de los puertos:

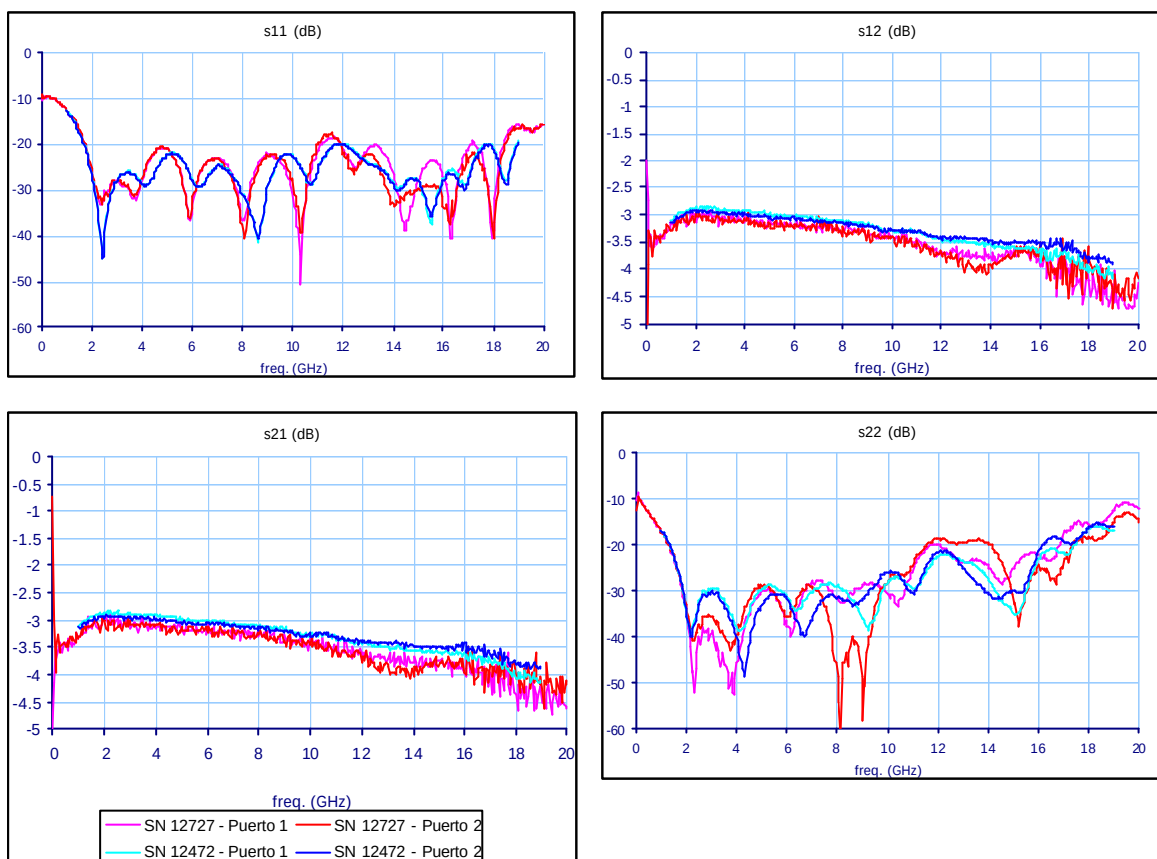


Figura 61. Medida de los parámetros S del divisor 4456-2, Narda

Puede observarse que los resultados obtenidos para ambos divisores guardan cierta similitud.

La adaptación de los puertos es bastante mejor que la especificada por el fabricante. S_{11} y S_{22} toman valores más elevados para las frecuencias altas, especialmente en los puertos de salida.

La adaptación del puerto común se mantiene por debajo de -20 dB en prácticamente toda la banda de frecuencia, mientras que los puertos de salida presentan una adaptación bastante mejor en la banda baja de frecuencias (hasta 8 GHz), en torno a -30 dB o inferior, pero aumentan a -20 dB para la parte alta de la banda.

Las pérdidas de inserción son crecientes con la frecuencia; su comportamiento es bastante constante en la parte baja de la banda de funcionamiento, siendo inferiores a 3.5 dB hasta 8 GHz. Son menores en el divisor SN12472, con una diferencia de unos 0.2 dB con SN12727. En la parte alta de la banda de frecuencia las pérdidas son mayores, llegando a unos 3.5 dB para el divisor SN12472 y unos 4 dB para el SN12727. Estos valores cumplen la especificación dada por el fabricante, aunque en las frecuencias más altas el SN12727 presenta un rizado muy amplio, y llega a superar los 4.2 dB máximos de atenuación que se indican en la hoja de características.

Se ha calculado el balance de fase y amplitud entre las señales presentes en los puertos de cada divisor, y el resultado es mejor que los datos proporcionados en la hoja de características.

La diferencia de amplitud y fase entre las respuestas en ambos puertos es menor para el divisor SN12472; además, el SN12727 presenta un margen de variación más amplio.

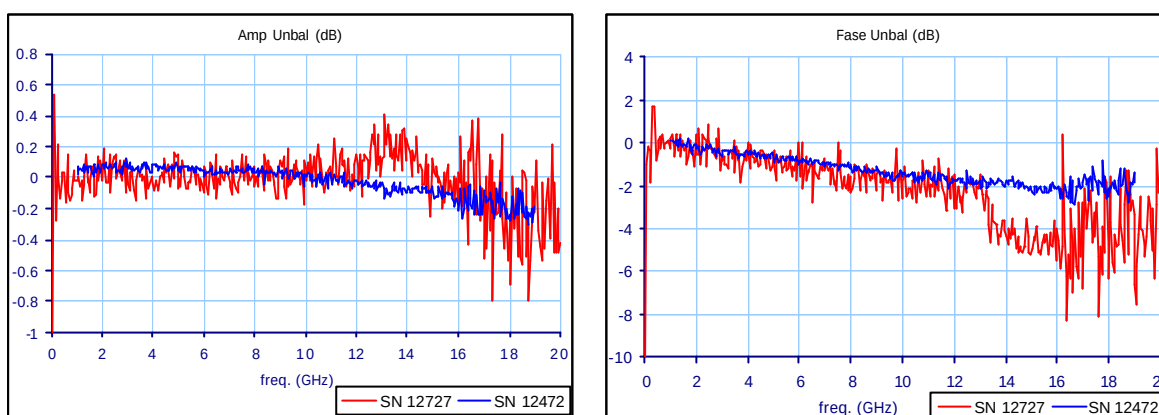


Figura 62. Balance de amplitud y fase de la señal entre los puertos del divisor 4456-2, Narda

2.4.5 Switch Narda SS123DHS-80

Se emplea para elegir entre permitir el paso a la señal de entrada de phase-cal o no introducir ninguna señal (puerto de entrada adaptado). Las señales de control del elemento se generan en la placa de control incluida en el submódulo de ruido [Ref 1].

Se ha medido los parámetros S en la banda de frecuencias de 6 a 10 GHz, en los caminos de la señal entre las puertas de entrada y el común, cuando cada una de estas puertas de entrada está seleccionada, para de este modo medir las pérdidas de inserción. En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos:

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO J1 - COM	RESULTADO J2-COM
Pérdidas de inserción (dB)	1.9 max (4-8 GHz) 2.2 max (8-12 GHz)	1.28 (max 1.49)	1.36 (max 1.61)
VSWR IN (:1)	1.9 max (-10.88 dB)	-27.48 dB (max -20.68)	-22.95 dB (max -17.61)
VSWR OUT (:1)	1.9 max (-10.88 dB)	-28.96 dB (max -23.96)	-27.71 dB (max -22.3)

Tabla 46. Resultados de las medidas de las características del switch SS123DHS-80, Narda

Las pérdidas de inserción medidas cumplen las especificaciones, siendo el valor máximo alcanzando bastante bajo. Por otro lado, la adaptación del puerto común y de los puertos de salida es excelente, con valores de S_{11} y S_{22} muy por debajo de los dados en la hoja de características.

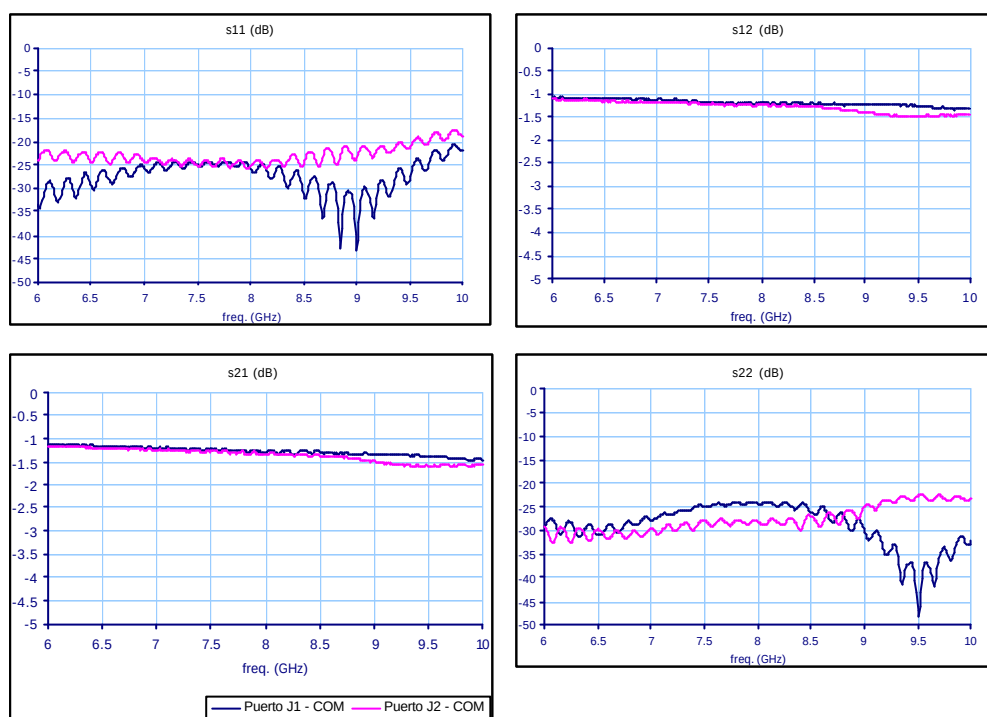


Figura 63. Medida de los parámetros S del switch SS123DHS-80, Narda

- entre el puerto J1 y el común, cuando el puerto J1 está seleccionado como entrada
- entre el puerto J2 y el común, cuando el puerto J2 está seleccionado como entrada

En la Figura 63 puede observarse que las pérdidas de inserción son similares para ambos caminos, aunque algo inferiores para el camino entre el común y el puerto J1 (la diferencia es de unos 0.03 dB); a frecuencias altas (entre 8.5 y 10 GHz) la diferencia es mayor (alcanza los 0.25 dB). Las pérdidas aumentan con la frecuencia; van de -1 a -1.5 dB, sobrepasando levemente este valor a frecuencias altas (a partir de 9 GHz).

La adaptación de los puertos de entrada cuando están seleccionados es muy buena, con valores de S_{11} inferiores a -20 dB prácticamente en toda la banda en la que se ha realizado la medida. La adaptación del puerto J2 presenta un comportamiento más estable con la frecuencia, aunque J1 ofrece valores más bajos de S_{11} . La adaptación del puerto común es asimismo muy buena, no alcanzando los -20 dB.

Por otro lado, se han realizado medidas de los parámetros S para el caso del que camino medido no sea el seleccionado en el switch. En la

Tabla 47 se resumen los resultados de las medidas realizadas.

	ESPECIFICACIONES	RESULTADO CAMINO J1-COM (J2 activado)	RESULTADO CAMINO J2-COM (J1 activado)	RESULTADO CAMINO J1-COM (J1,J2 desactivados)	RESULTADO CAMINO J2-COM (J1,J2 desactivados)
Aislamiento (dB)	80.00	-87.08 max (-77.95)	-85.63 max (-75.39)	-83.04 max (-70.88)	-86.8 max (-75.02)
VSWR IN (:1)	1.8-2 (-10.88 a -9.54 dB)	-0.72 (max -0.42)	-0.75 (max -0.44)	-0.76 (max -0.44)	-0.73 (max -0.42)
VSWR OUT (:1)	1.8-2 (-10.88 a -9.54 dB)	-30.03 (max -24.56)	-28.01 (max -22.7)	-1.1 (max -0.77)	-0.85 (max -0.55)

Tabla 47. Resultados de las medidas de las características del switch SS123DHS-80, Narda, para caminos no activados

La adaptación de los puertos de entrada, cuando estos no están activados, es muy mala (con valores de S_{11} cercanos a 0 dB), al igual que la del puerto común de salida cuando ningún camino está activado.

Por otro lado, la atenuación de la señal entre uno de los puertos de la entrada y el puerto común es muy elevada cuando el camino correspondiente no está seleccionado en el switch, superando los 70 dB dados como valor mínimo por el fabricante.

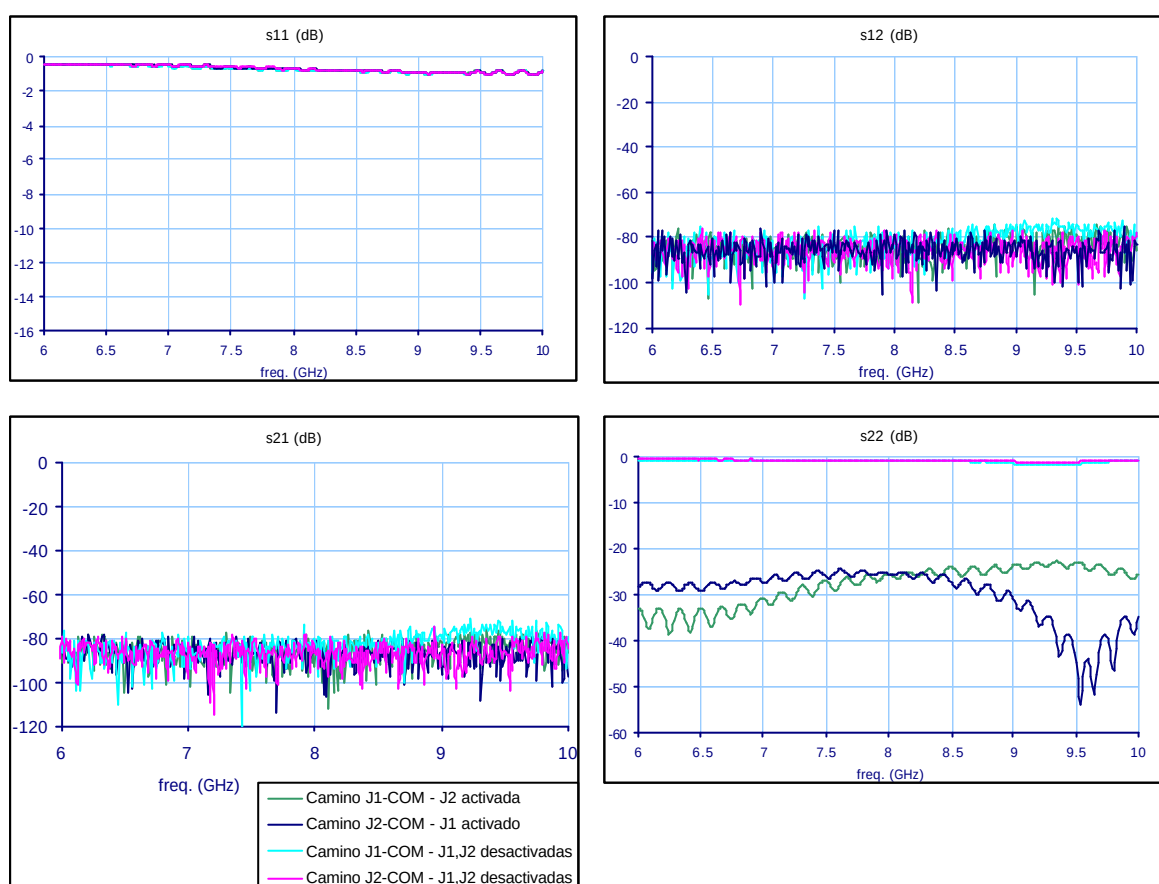
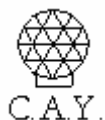


Figura 64. Medida de los parámetros S del switch RF SS123DHS-80, Narda, para caminos entre los puertos de entrada y el común cuando no están activados



Referencias

- Ref 1. *Placa de control del diodo de ruido y del switch de la señal de phasecal.*
M. Azuaga, J. A. López Pérez, I. Malo, C. Almendros, J. A. Abad.
Informe Técnico

Anexo A. Esquema de la FI del receptor X

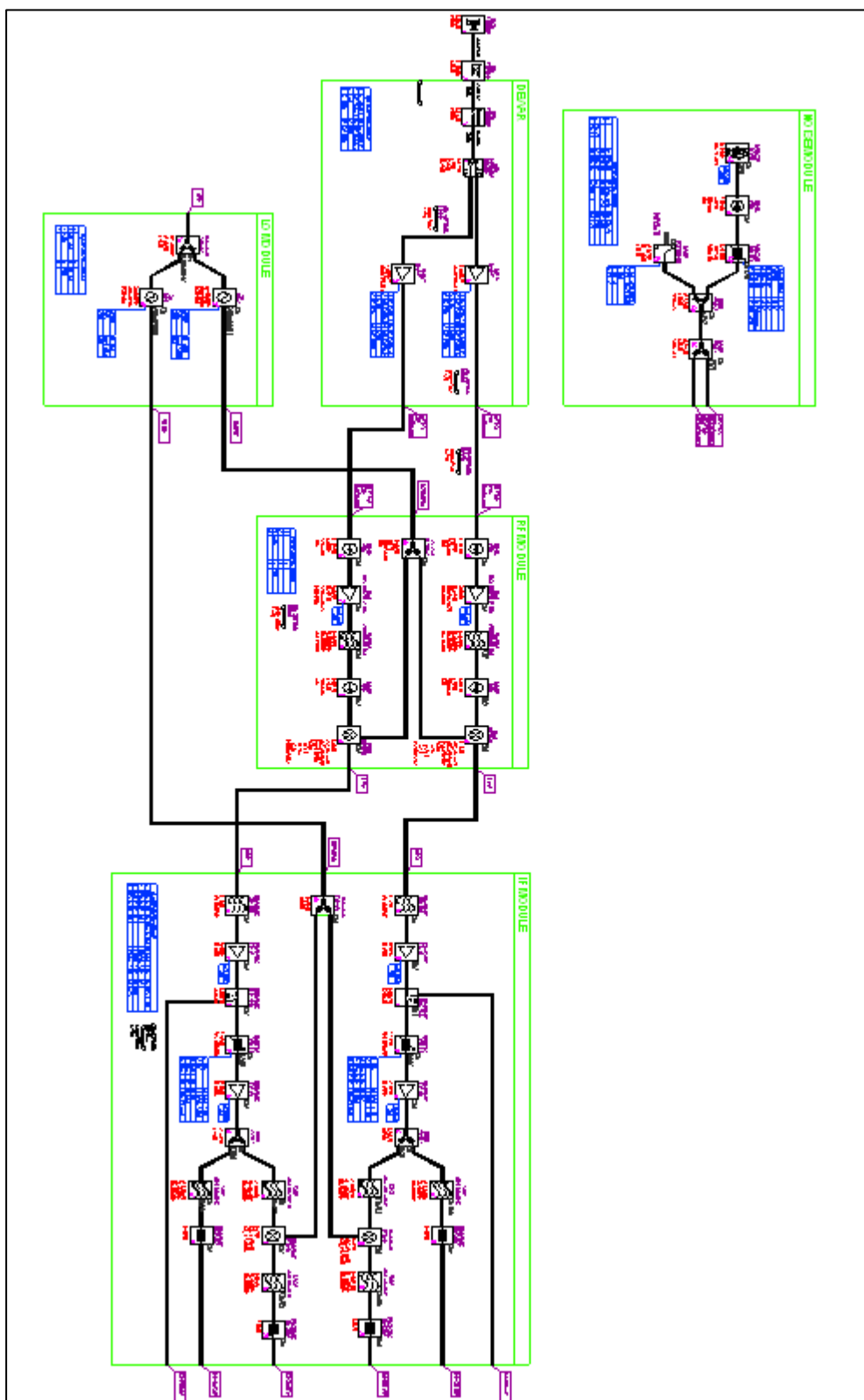


Figura 65. Esquema del módulo de FI del receptor en banda X

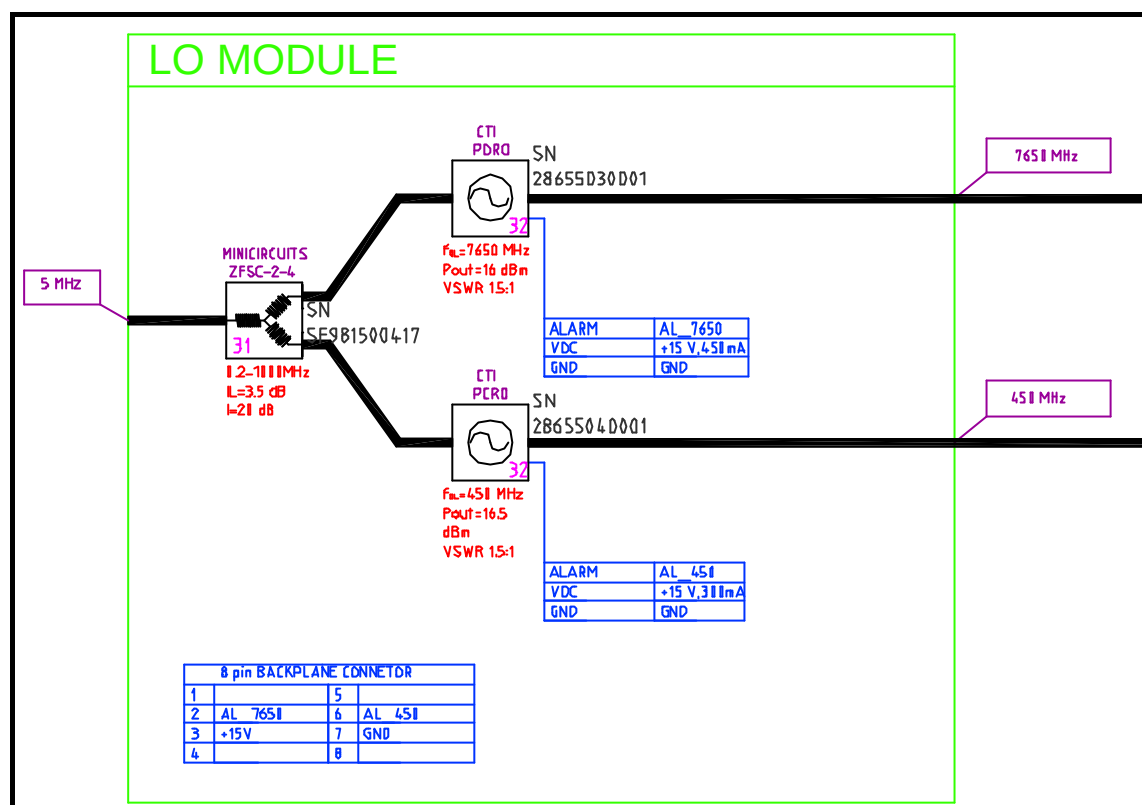


Figura 66. Esquema del submódulo de OL del receptor en banda X

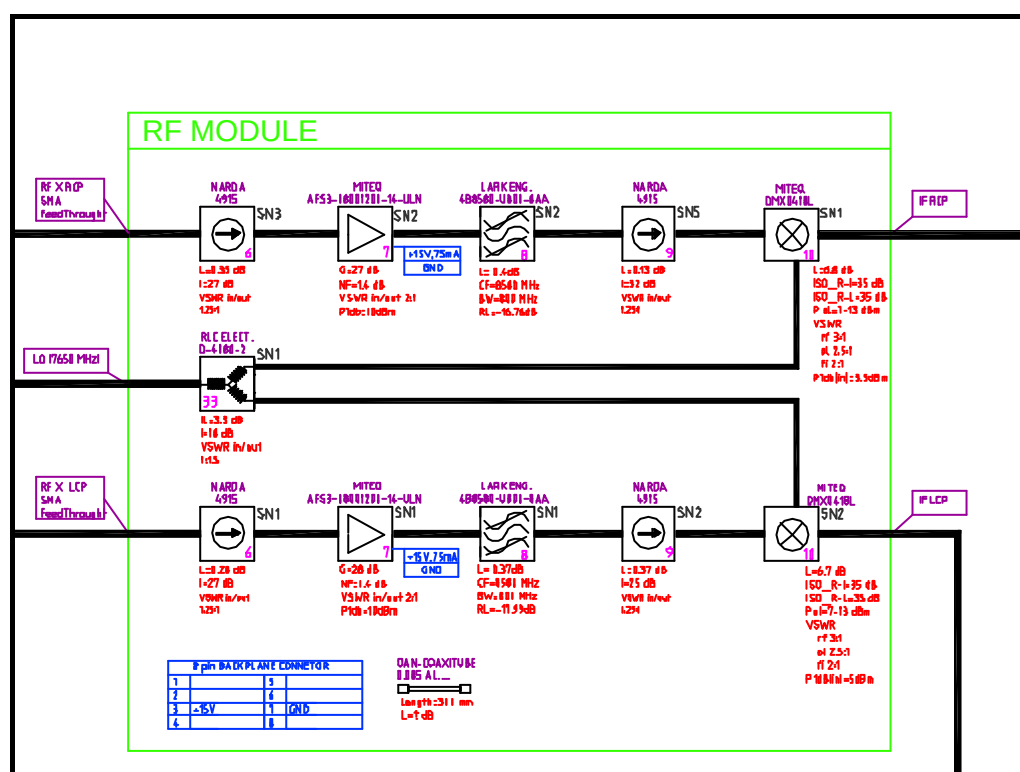
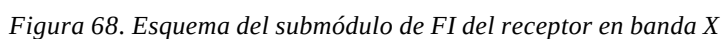
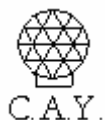


Figura 67. Esquema del submódulo de RF del receptor en banda X





Centro
Astronómico
de Yebes

**Medidas de los componentes del
Receptor X del Radiotelescopio de 40m
del CAY**

M. Azuaga, J. M. Serna,
A. Miguel

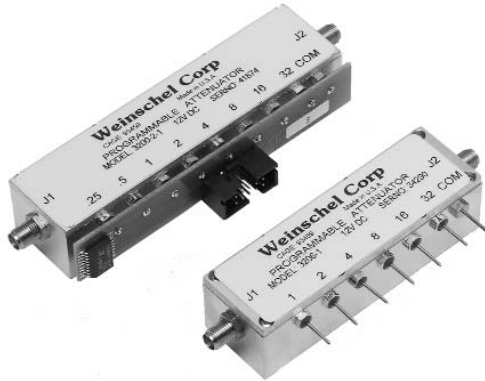
Anexo B. Hojas de características de los elementos



Model 3200, 3201, 3205, 3206 & 3209 Programmable Attenuators

dc to 2.0/3.0 GHz
1 Watt

Wide Selection of Attenuation Ranges & Steps



Features

- /// Widest Selection of Attenuation Ranges and Step Sizes
- /// High Quality Construction and Connectors
- /// Special Configurations Available Upon Request
 - Custom Cell/Step Size Configurations
 - 3.0 GHz and Higher Frequencies

Description

The 3200 Series Programmable Step Attenuators are designed for use in automatic test equipment and OEM systems operating in the dc to 3 GHz frequency range. This series is available in many standard attenuation ranges and cell configurations. Custom designed configurations are available upon request. Each cell contains a standard TO-5 type double-pole, double-throw relay that provides a zero path or attenuated path for the RF signal.

Microstrip circuitry and special compensation techniques produce flat attenuation versus frequency characteristics. The microstrip construction, using thick-film circuit elements, ensures product uniformity. To minimize RF leakage, the 3200 Series Attenuators are provided with gold-plated contact areas and feedthrough filters at each control terminal.

Specifications

NOMINAL IMPEDANCE: 50 W

FREQUENCY RANGE:

dc to 2.0 GHz: 3200-1, 3200-2, 3201-1, 3201-2, 3205-1, 3205-2, 3205-3, 3206-1, 3209-1

dc to 3.0 GHz: 3200-1E, 3200-2E, 3201-1E, 3205-3E, 3206-1E, 3209-1E

CELL CONFIGURATIONS:

Model Number	NO. Cells	Attenuation Range/Steps (dB)	Cell Increments (dB)
3200-1 3200-1E	8	127/1	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64*
3200-2 3200-2E	8	63.75/0.25	0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32
3201-1 3201-1E	5	31/1	1, 2, 4, 8, 16
3201-2	5	120/10	10, 20, 30, 60**
3205-1	4	70/10	10, 20, 20, 20
3205-2	4	55/5	5, 10, 20, 20
3205-3 3205-3E	4	1.5/0.1	0.1, 0.2, 0.4, 0.8
3206-1 3206-1E	6	63/1	1, 2, 4, 8, 16, 32
3209-1 3209-1E	10	64.5/0.1	0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1, 2, 4, 8, 16, 32

*64 dB cell comprised of two 32 dB cells

**60 dB cell comprised of two 30 dB cells

MAXIMUM SWR:

Freq Range (GHz)	3200-1 3200-2	3200-1E 3200-2E 3201-1E 3205-3E	3201-X 3205-X 3206-X	3206-1E	3209-1	3209-1E
dc - 0.2	1.30	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35
0.2 - 2	1.25	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35
2 - 3	---	1.40	---	1.35	---	1.45

INCREMENTAL ATTENUATION ACCURACY:

Frequency Range (GHz)	Accuracy
dc - 0.5	± 0.2 dB or 0.5%
0.5 - 1	± 0.2 dB or 1.0%
1 - 3	± 0.3 dB or 2.0%

MONOTONICITY: dc to 3.0 GHz

INCREMENTAL TEMPERATURE COEFFICIENT:

30 and 32 dB Cells: 0.00005 dB/dB/°C
All other cells: 0.00002 dB/dB/°C

Specifications - Con't

MAXIMUM INSERTION LOSS (dB):

Frequency Range (GHz)	3200-1 3200-2	3200-1E 3200-2E	3201-1 3201-2	3205-X	3201-1E	3205-3E	3206-1	3206-1E	3209-1	3209-1E
dc - 0.5	2.80	2.20	1.80	1.80	1.50	1.25	2.00	1.50	3.50	3.00
0.5 - 1.0	3.50	3.00	2.40	2.30	1.80	1.75	2.70	2.00	4.50	3.50
1.0 - 1.5	4.25	3.20	3.00	2.80	2.25	2.25	3.30	2.50	5.60	4.00
1.5 - 2.0	4.75	3.70	3.75	3.30	2.50	2.50	4.00	2.80	6.70	4.50
2.0-3.0	---	4.90	---	---	3.40	3.40	---	3.70	---	5.50

POWER RATING: 1 watt average to 25°C ambient temperature, derated linearly to 0.25 watt @ 71°C. 50 watts peak (5 m sec pulse width; 1% duty cycle)

POWER COEFFICIENT: <0.005 dB/dB/watt

RATED SWITCH LIFE: 5 million cycles operations per cell @ 0 dBm

SWITCHING TIME: 6 msec. maximum at nominal rated voltage

RELEASE TIME: 3 msec maximum

CYCLING RATE: 5 Hz maximum per relay

OPERATING VOLTAGE: +12V (+ 16V maximum; +10V minimum)

OPERATING CURRENT:

2 GHz Models: 14 mA typical per cell @ +12V

3 GHz Models: 30 mA typical per cell @ +12V

TEMPERATURE RANGE (Operating): -55°C to +71°C

CALIBRATION: Test data is available at additional cost.

CONNECTORS: SMA female connectors per MIL-STD-348 interface dimensions - mate nondestructively with MIL-C-39012 connectors.

CONTROL TERMINALS: 0.040 inch. (1 mm) diameter solderable leads. May be used with PC board sockets/receptacles.

CONSTRUCTION:

Housing: Aluminum

Connectors: Stainless steel body and beryllium copper contacts.

Control terminals: Brass/Copper, Silver plated

WEIGHT (Typical):

3200-1, 3200-2, 3200-1E & 3200-2E: 117 g (4.1 oz)

3201-1 & 3201-1E: 89 g (3.1 oz)

3201-2: 96 g (3.4 oz)

3205-1, 3205-2, 3205-3, 3205-3E: 77 g (2.7 oz)

3206-1, 3206-1E: 99 g (3.5 oz)

3209-1, 3209-1E: 159 g (5.6 oz)

MODEL NUMBER DESCRIPTION:

Example:

3200-X* - X

Basic Model
Number

TTL Option
(Add -1 or -2)
Example: 3200-1-1

*Refer to Cell Configuration table for available attenuation ranges and step sizes. Add E for 3 GHz designs, check table for available models.

CONTROL CONFIGURATION:

Standard Unit: One terminal is connected to case ground and the remaining terminals are provided for activation of individual cells. Attenuation is fail-safe to "0" setting in the absence of a control voltage. Application of a voltage (+) to a particular cell causes it to switch to the attenuate position.

Units with TTL Option: Units with this option are supplied with a very low profile connectorized TTL interface board mounted directly to the control terminals. This TTL interface option is available with either a 10 pin ribbon cable connector or a 15 pin "D" connector (**limited models**, refer to list below). Each type is supplied with a mating connector. Refer to Physical Dimensions for mating connector pin/wiring details. Two wires are specified for supply voltage and ground. The remaining wires will accept TTL control signals to activate or de-activate a particular attenuation cell. A TTL high will energize a cell to the high attenuation state, whereas a TTL low will maintain a cell in its zero attenuation state.

To order 3200 Series Attenuators with this option add -1 to basic model number for ribbon cable connector and -2 for the "D" connector. Example: Model 3201-1 with a TTL interface board would be 3201-1-1. Mating connector is provided. To order a TTL Driver board separately for an existing 3200 Series Attenuator, use the following:

Basic Model No.	TTL BD Kit Part No. 10 Pin Ribbon	TTL BD Part No. 15 Pin "D" CONN
3200-1, 3200-1E	101-1780	101-1798-000**
3200-2, 3200-2E	101-1780	101-1798-000**
3201-1, 3201-2E	101-1781	101-1798-001**
3201-2	101-1781	101-1798-001**
3205-1	101-1781	101-1798-001**
3205-2	101-1781	101-1798-001**
3205-3, 3205-3E	101-1781	101-1798-001**
3206-1, 3206-3E	101-1781	N/A
3209-1, 3209-1E	101-1804-000*	N/A

* 14 pin ribbon connector.

** 3 FT TTL Interface Cable Part No. 101-1805 supplied with unit.

Note: Control is non-latching and requires a continuous control signal for the period of time in which attenuation is required.



TTL DRIVER SPECIFICATIONS:

INTERFACE CONNECTOR: Option -1 (Models 3200, 3201, 3205 and 3206): 10 pin .025 square post header on .1 center, mates with Amp connector 746285-1 or equivalent.
Option -1 (3209): 14 pin .025 square post header on .1 center, mates with Amp connector 746285-2 or equivalent.
Option -2: 15 pin D Socket Connector, mates with Cannon connector DA-15S or equivalent.

INPUT VOLTAGE: V_{IN} High = +2.0V minimum
+5.0V typical
 V_{CC} maximum
 V_{IN} Low = 0 minimum
0.8 maximum

INPUT CURRENT: I_{IN} ($V_{IN}=2.4$ V) = 55 m A
 I_{IN} ($V_{IN}=3.85$ V) = 280 m A

SUPPLY CURRENT (Digital Section): $I_{CC}=25.0$ mA maximum

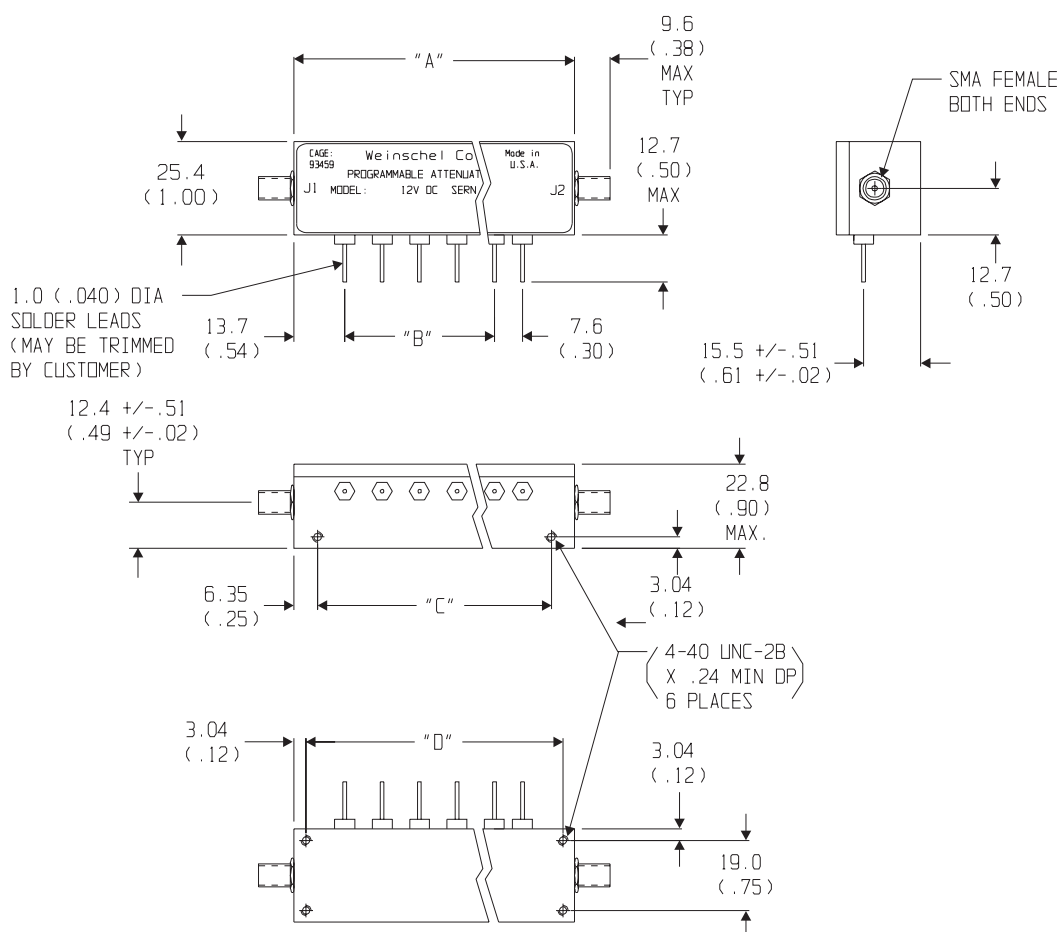
SUPPLY CURRENT (per cell continuous): $I_{CC}=25.0$ mA maximum for 2 GHz models and 30 mA per cell for 3 GHz models.

SUPPLY VOLTAGE: $V_{CC}=+12.0$ to +15V

TEMPERATURE RANGE (Operating): -40°C to +70°C

NEW SMARTSTEP DRIVER MODELS: Most 3200s are available with a SmartStep interface\driver cards. These are designed to interface with our 8210A Series SmartStep Controllers which greatly simplifies computer control applications. Refer to Model 3200T and 3201T data sheet for more information.

PHYSICAL DIMENSIONS:

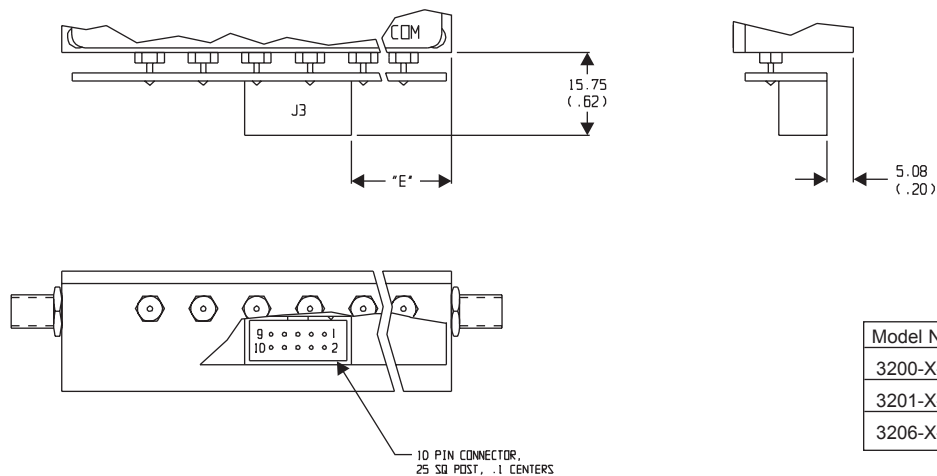


Model No.	No. Cells	A	B	C	D
3200-X	8	101.6 (4.0)	7 EQ SPCS @ 10.16 (.40) = 71.1 (2.80)	88.9 (3.50)	95.2 (3.75)
3201-X	5/4	76.2 (3.00)	4 EQ SPCS @ 10.16 (.40) = 40.64 (1.60)	63.5 (2.50)	69.8 (2.75)
3205-X	4	58.9 (2.32)	3 EQ SPCS @ 10.16 (.40) = 30.5 (1.20)	46.2 (1.82)	52.6 (2.07)
3206-X	6	81.3±0.5 (3.20±0.02)	5 EQ SPCS @ 10.16 (.40) = 50.8 (2.00)	68.6 (2.70)	75.18 (2.96)

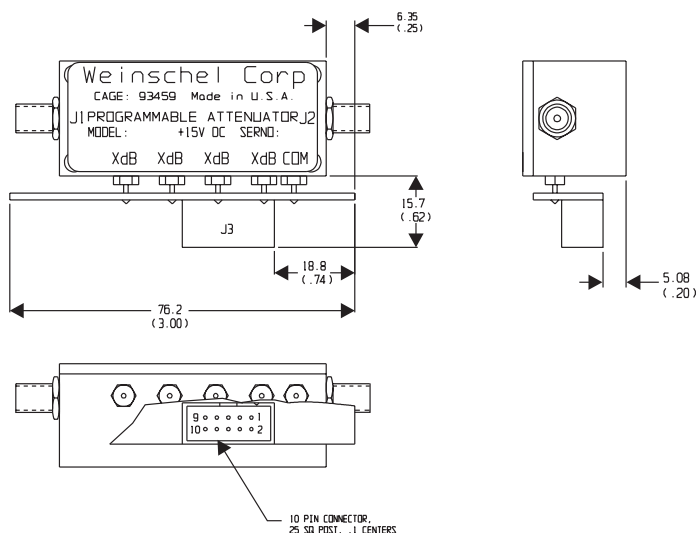
NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

PHYSICAL DIMENSIONS:

TTL OPTION -1 (3200, 3201, 3206):



TTL OPTION -1 (3205):



Control Connector J3 Pin Locations:

TTL Conn PIN No. (J3)	3200-1-1 dB (Cell)	3200-2-1 dB (Cell)	3201-1-1 dB (Cell)	3201-2-1 dB (Cell)	3205-1-1 dB (Cell)	3205-2-1 dB (Cell)	3205-3-1 dB (Cell)	3206-1-1 dB (Cell)
1	32	0.25	NC	NC	NC	NC	NC	NC
2	1	0.5	NC	NC	NC	NC	NC	NC
3	2	1	1	30	NC	NC	NC	1
4	32*	2	2	10	10	5	0.1	2
5	4	4	4	30**	20	10	0.2	4
6	8	8	8	20	20	20	0.4	8
7	16	16	16	30**	20	20	0.8	16
8	32*	32	NC	NC	NC	NC	NC	32
9	COM	COM	COM	COM	COM	COM	COM	COM
10	+Vcc	+Vcc	+Vcc	+Vcc	+ Vcc	+ Vcc	+Vcc	+ Vcc

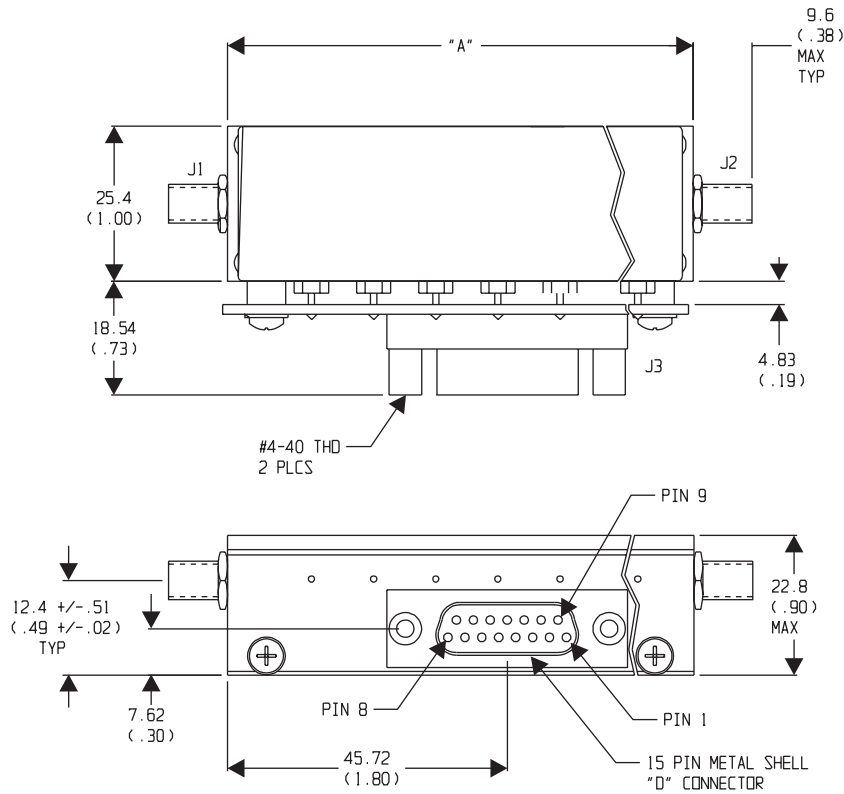
*64 dB cell comprised of two 32 dB cells
 **60 dB cell comprised of two 30 dB cells
 NC = Not Connected

NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.



PHYSICAL DIMENSIONS:

TTL Driver Option -2 (3200, 3201, 3205):



Model No.	A
3200-X-2	101.6 (4.00)
3201-X-2	76.2 (3.00)
3205-X-2	76.2 (3.00)

Control Connector J3 Pin Locations:

"D" Conn PIN No. (J3)	3200-1-2 dB (Cell)	3200-2-2 dB (Cell)	3201-1-2 dB (Cell)	3201-2-2 dB (Cell)	3205-1-2 dB (Cell)	3205-2-2 dB (Cell)	3205-3-2 dB (Cell)	Cable (P/N 101-1805) Color Code
1	32	32	NC	NC	NC	NC	NC	BRN
2	16	16	NC	NC	NC	NC	NC	YEL
3	8	8	NC	NC	NC	NC	NC	GRN
4	4	4	16	30**	20	20	0.8	LT BLU
5	32	0.25	1	30**	NC	NC	NC	VIO
6	1	0.5	2	10	10	5	0.1	GRY
7	2	1	4	30	20	10	0.2	WHT
8	32*	2	8	20	20	10	0.4	WHT/BLK
9	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	RED
10	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	BLK
11	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	---
12	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	---
13	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	---
14	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	---
15	+Vcc	+Vcc	+Vcc	+Vcc	+Vcc	+Vcc	+Vcc	ORN

*64 dB cell comprised of two 32 dB cells

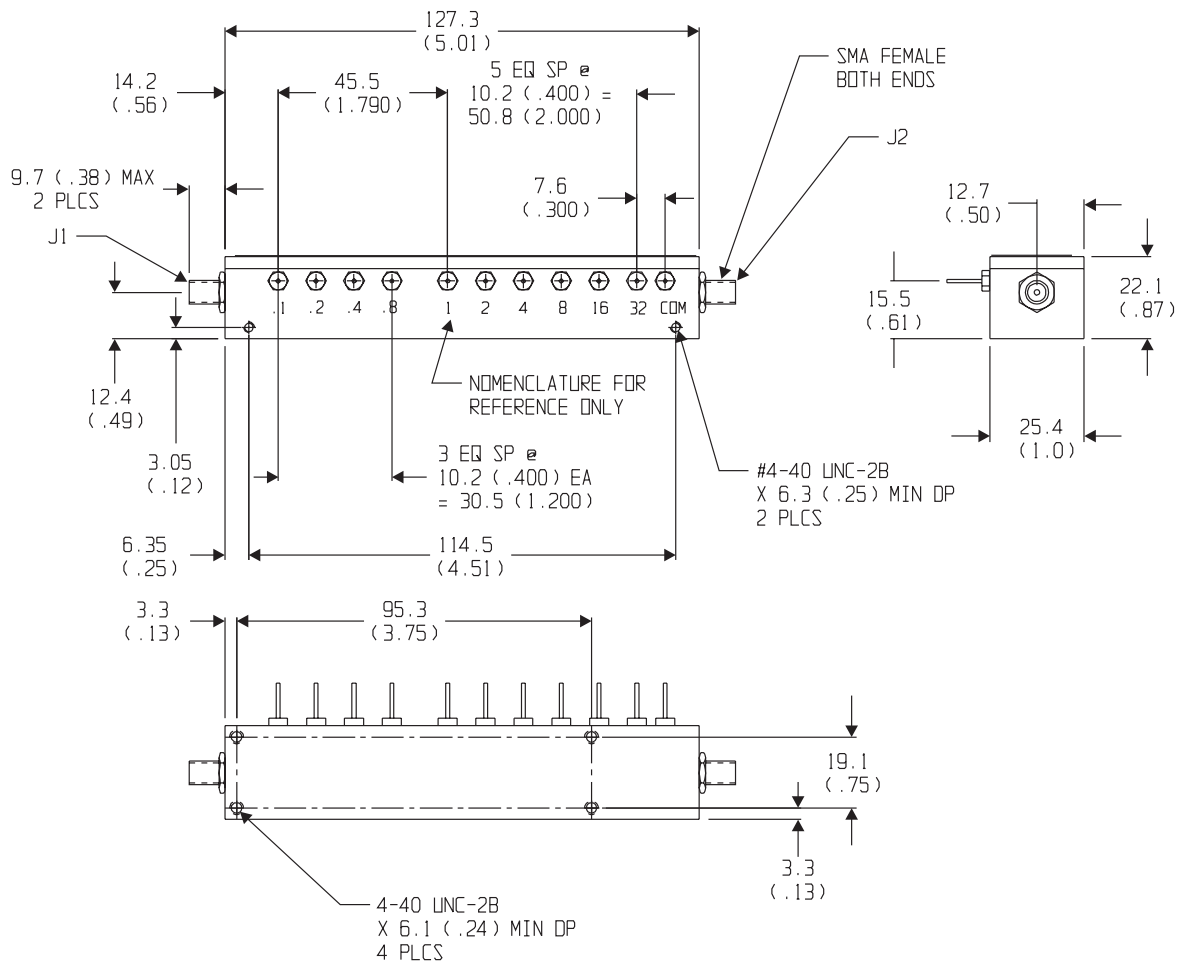
**60 dB cell comprised of two 30 dB cells

NC = Not Connected

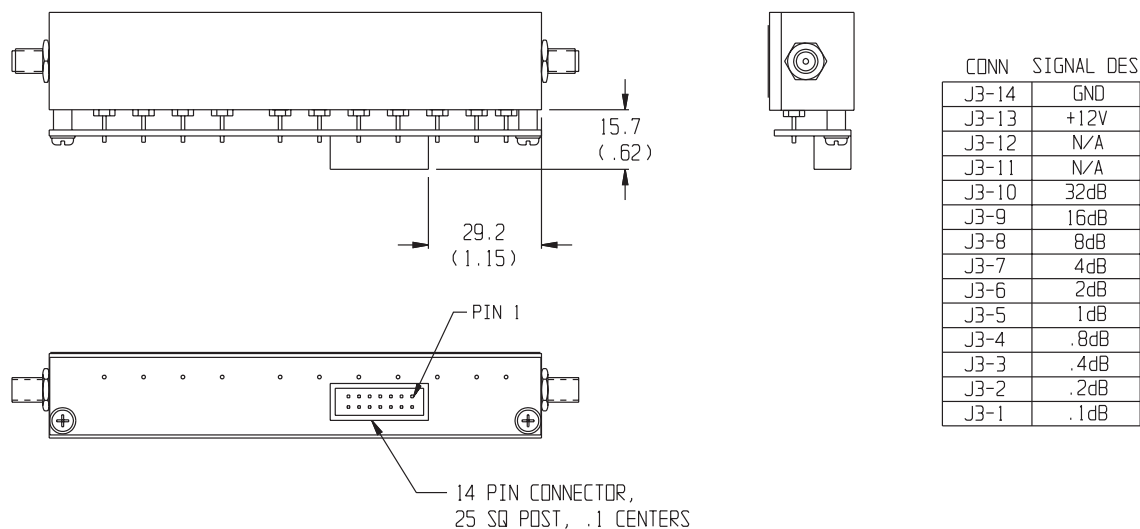
NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

PHYSICAL DIMENSIONS:

Model 3209-1:

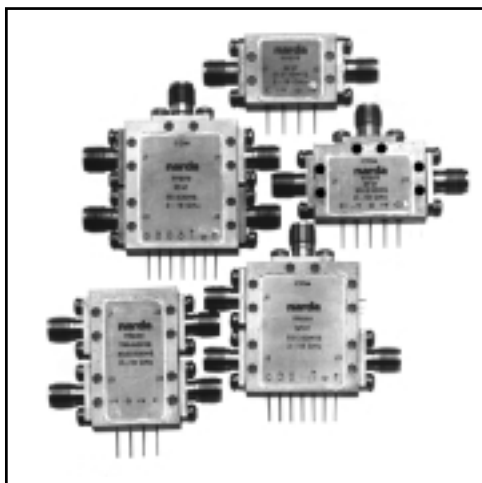


Model 3209-1-1 (TTL Option -1):



NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

Control Products



0.5–18 GHz and 2–18 GHz

SUPER-SLIM HIGH PERFORMANCE DROP-IN PIN SWITCHES

- Reflective and Absorptive
- SPST thru SP6T plus Transfer
- High Speed
- High Isolation—up to 80 dB
- Low Insertion Loss
- Super-Slim Packages
- Drop-In Applications
- Integral TTL Drivers
- Hermetically Sealed

DESCRIPTION

The super-slim series of broadband hermetically sealed switches offers fast switching speed and low insertion loss in very compact packages. Both 0.5 to 18 GHz and 2 to 18 GHz models are available. The switches are gold plated and have removable SMA connectors for use in drop-in applications. Superior RF performance is achieved over the entire bandwidth due to the use of selected PIN diodes and optimum RF circuit designs.

All models include integral drivers with reverse voltage protection. The drivers are TTL compatible and are tailored to each RF circuit to give optimum switching performance.

The small size, high speed, broad bandwidth and low insertion loss make these switches ideal for EW systems, automatic test equipment and simulators.

Control Products

SPECIFICATIONS

Frequency Range is 2-18 GHz. Performance is shown in band segments.

REFLECTIVE SWITCHES

MODEL NO.	TYPE	SWITCHING TIME nsec	BAND SEGMENT GHz	INSERTION LOSS dB (max)	VSWR (Max)	ISOLATION dB (min)	POWER HANDLING mW	POWER SUPPLY REQUIREMENTS mA @+5V mA @-12V		OUTLINE DRAWING
SS213DHS	SPST	15	2-4 4-8 8-12 12-18	1.2 1.4 1.9 2.4	1.8:1 1.9:1 1.9:1 2.0:1	50 65 60 60	500	50	50	1
SS213DHS-80	SPST	15	2-4 4-8 8-12 12-18	1.3 1.5 1.9 2.5	1.8:1 1.9:1 2.0:1 2.0:1	80 80 80 80	500	60	40	2
SS123DHS	SP2T	15	2-4 4-8 8-12 12-18	1.5 2.0 2.4 2.9	1.9:1 1.9:1 2.0:1 2.0:1	75 70 65 60	200	90	60	3
SS123DHS-80	SP2T	15	2-4 4-8 8-12 12-18	1.5 1.9 2.2 2.9	1.8:1 1.9:1 2.0:1 2.0:1	80 80 80 80	200	90	60	3
SS133DHS	SP3T	15	2-4 4-8 8-12 12-18	1.5 2.0 2.5 3.0	1.9:1 1.9:1 2.0:1 2.0:1	75 70 65 60	200	90	60	4
SS143DHS	SP4T	15	2-4 4-8 8-12 12-18	1.6 2.1 2.6 3.0	1.9:1 1.9:1 2.0:1 2.0:1	75 70 65 60	200	110	70	5
SS153DHS	SP5T	20	2-4 4-8 8-12 12-18	2.0 2.5 3.0 3.6	1.9:1 2.0:1 2.0:1 2.0:1	70 70 65 60	200	220	90	6
SS163DHS	SP6T	20	2-4 4-8 8-12 12-18	2.0 2.5 3.0 3.6	1.9:1 2.0:1 2.0:1 2.0:1	70 70 65 60	200	250	100	7

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

FREQUENCY RANGE 2-18 GHz

TTL CONTROL LOGIC

Logic 0 (0-0.8V, 1.6 mA max sink @ 0.4V) = Insertion Loss

Logic 1 (2.0-5.5V, 40µA max Source @ 2.4V) = Isolation

SWITCHING TIME

T on = 50% TTL to 90% of RF voltage

T off = 50% TTL to 10% of RF voltage

SWITCHING RATE

All models

5 MHz max PRF @50% duty cycle

DRIVER Reverse voltage protected

SURVIVAL POWER (25°C)

Models SS213DHS

and SS213DHS-80 1.5w CW, 20w Peak
(1µsec max. pulse width, 7½% duty cycle)

All Other Models 1.0w CW, 20w Peak
(1µsec max. pulse width, 5% duty cycle)

Derate linearly to 50% at +95°C

Control Products

SPECIFICATIONS

Frequency Range is 2-18 GHz. Performance is shown in band segments.

ABSORPTIVE SWITCHES

MODEL NO.	TYPE	SWITCHING TIME nsec	BAND SEGMENT GHz	INSERTION LOSS dB (max)	VSWR (Max)	ISOLATION dB (min)	POWER HANDLING mW	POWER SUPPLY REQUIREMENTS mA @+5V mA @-12V		OUTLINE DRAWING
SS213BDHTS	SPST	20	2-4	1.5	1.9:1	65	200	40	60	1
		20	4-8	1.7	1.9:1	60				
		20	8-12	2.1	1.9:1	55				
		25	12-16	2.5	2.0:1	50				
		25	16-18	2.5	2.0:1	50				
SS123BDHTS	SP2T	20	2-4	1.6	1.9:1	65	200	60	60	3
		20	4-8	1.8	1.9:1	65				
		20	8-12	2.5	1.9:1	60				
		25	12-16	2.9	2.0:1	55				
		25	16-18	2.9	2.0:1	55				
SS133BDHTS	SP3T	20	2-4	1.8	1.9:1	65	200	105	75	4
		20	4-8	2.0	1.9:1	65				
		20	8-12	2.7	1.9:1	60				
		25	12-16	3.2	2.0:1	50				
		25	16-18	3.2	2.0:1	45				
SS143BDHTS	SP4T	20	2-4	1.8	1.9:1	65	200	105	75	5
		20	4-8	2.0	1.9:1	65				
		20	8-12	2.7	1.9:1	60				
		25	12-16	3.2	2.0:1	50				
		25	16-18	3.2	2.0:1	45				
SS153BDHTS	SP5T	25	2-4	2.2	1.9:1	65	200	220	90	6
		25	4-8	2.7	2.0:1	65				
		25	8-12	3.2	2.0:1	60				
		25	12-16	3.8	2.0:1	50				
		25	16-18	3.8	2.0:1	50				
SS163BDHTS	SP6T	25	2-4	2.2	1.9:1	65	200	250	100	7
		25	4-8	2.7	2.0:1	65				
		25	8-12	3.2	2.0:1	60				
		25	12-16	3.8	2.0:1	50				
		25	16-18	3.8	2.0:1	50				

OPTIONS

Very Low Loss Video Leakage
Inverted TTL Logic Control
BCD Decoder Driver
Package Configuration
Over Voltage Protection

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

TEMPERATURE

Operating -54°C to +95°C
Storage -65°C to +125°C

HUMIDITY

Per MIL-STD-202F, method 103B, condition B
(96 hours at 95% R.H.)

SHOCK

Per MIL-STD-202F, method 213B, condition B (75G, 6 msec)

ALTITUDE

Per MIL-STD-202F, method 105C, condition B (50,000 feet)

VIBRATION

Per MIL-STD-202F, method 204D, condition B
(.06" double amplitude or 15G, whichever is less).

THERMAL SHOCK

Per MIL-STD-202F, method 107D, condition A
(5 cycles)

Control Products

REFLECTIVE SWITCHES

Frequency range is 0.5 to 18 GHz. Performance is shown in band segments.

MODEL NO.	TYPE	SWITCHING TIME nsec	BAND SEGMENT GHz	INSERTION LOSS dB (max)	VSWR (Max)	ISOLATION dB (min)	POWER HANDLING mW	POWER SUPPLY REQUIREMENTS mA @+5V mA @-12V		OUTLINE DRAWING
SS212DHS	SPST	15	0.5-2 2-4 4-8 8-12 12-18	1.1 1.3 1.6 2.1 2.6	1.6:1 1.7:1 1.8:1 1.9:1 2.0:1	70 70 70 70 70	200	50	50	2
SS122DHS	SP2T	20	0.5-2 2-4 4-8 8-12 12-18	1.5 1.5 2.0 2.4 2.9	1.8:1 1.9:1 1.9:1 2.0:1 2.0:1	70 75 70 65 60	200	90	60	3
SS132DHS	SP3T	20	0.5-2 2-4 4-8 8-12 12-18	1.5 1.5 2.0 2.5 3.0	1.8:1 1.9:1 1.9:1 2.0:1 2.0:1	70 75 70 65 60	200	90	60	4
SS142DHS	SP4T	20	0.5-2 2-4 4-8 8-12 12-18	1.6 1.6 2.1 2.6 3.2	1.8:1 1.9:1 1.9:1 2.0:1 2.0:1	70 75 70 65 60	200	110	70	5
SS152DHS	SP5T	20	0.5-2 2-4 4-8 8-12 12-18	2.0 2.0 2.5 3.0 3.6	1.8:1 1.9:1 2.0:1 2.0:1 2.0:1	70 70 70 65 60	200	220	90	6
SS162DHS	SP6T	20	0.5-2 2-4 4-8 8-12 12-18	2.0 2.0 2.5 3.0 3.6	1.8:1 1.9:1 2.0:1 2.0:1 2.0:1	70 70 70 65 60	200	260	100	7

TRANSFER SWITCH

Frequency range is 2-18 GHz. Performance is shown in Band segments.

MODEL NO.	TYPE	SWITCHING TIME nsec	BAND SEGMENT GHz	INSERTION LOSS dB (max)	VSWR (Max)	ISOLATION dB (min)	POWER HANDLING mW	POWER SUPPLY REQUIREMENTS mA @+5V mA @-12V		OUTLINE DRAWING
XSS323CDHS	XFER	50	2-4 4-8 8-12 12-18	1.8 2.2 2.1 2.6	1.8:1 1.9:1 2.0:1 2.0:1	70 70 60 55	200	80	80	8

Control Products

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

FREQUENCY RANGE 0.5-18 GHz

TTL CONTROL LOGIC

Logic 0 (0-0.8V, 1.6 mA max sink @ 0.4V) = Insertion Loss

Logic 1 (2.0-5.5V, 40 μ A max Source @ 2.4V) = Isolation

FOR TRANSFER SWITCH (XSS323CDHS)

Logic 0: J1-J4 and J2-J3 at Insertion Loss

Logic 1: J1-J2 and J4-J3 at Insertion Loss

SWITCHING TIME

T on = 50% TTL to 90% of RF voltage

T off = 50% TTL to 10% of RF voltage

SWITCHING RATE

All models 5 MHz max PRF @50% duty cycle

DRIVER Reverse voltage protected

SURVIVAL POWER (25°C)

1.0w CW, 20w Peak

(1 μ sec max. pulse width, 5% duty cycle)

Derate linearly to 50% at +95°C

OPTIONS

Very Low Loss Video Leakage

Inverted TTL Logic Control

BCD Decoder Driver

Package Configuration

Over Voltage Protection

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

TEMPERATURE

Operating -54°C to +95°C

Storage -65°C to +125°C

HUMIDITY

Per MIL-STD-202F, method 103B, condition B
(96 hours at 95% R.H.)

SHOCK

Per MIL-STD-202F, method 213B, condition B (75G, 6 msec)

ALTITUDE

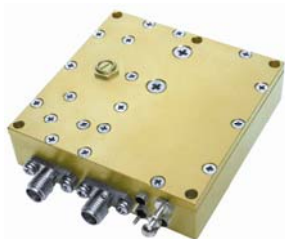
Per MIL-STD-202F, method 105C, condition B (50,000 feet)

VIBRATION

Per MIL-STD-202F, method 204D, condition B
(.06" double amplitude or 15G, whichever is less).

THERMAL SHOCK

Per MIL-STD-202F, method 107D, condition A
(5 cycles)



Features

- Wide Operating Temperature Range -40 to +75°C Standard
- Ultra Low Phase-Noise
- Small Size
- Field Adjustable Tuning
- No Subharmonics
- Ideal for Outdoor Applications
- Low Cost, Low Profile, Low Power Consumption
- High Stability Internal References

Options

- Ruggedized for Military applications
- Dual Loop Option
- Field Replaceable SMA Connectors
- Hermetically sealed Militarized units -45°C to +85°C
- Digital Single Loop for 5 MHz or 10 MHz input frequencies
- Flush Profile Tuner

Description

The Herley-CTI series PDRO, Phase Locked Dielectric Resonator Oscillators, have been designed for use in Commercial and Military communication systems where demanding performance, high reliability and cost are critical. The series PDRO take advantage of the small size, low phase-noise and high efficiency offered by fundamental GaAs MESFET and BJT DROs when they are phase-locked to an external crystal oscillator in the 50 MHz to 300 MHz range.

In addition to the low-profile models which will phase-lock to an external reference in the 50 to 300 MHz range, two reference options are available.

The first option offers an integrated, high-stability internal crystal oscillator in the 100 MHz range in a slim line package.

The second option offers a dual loop design, also in a slim line package. This internal crystal source is phase-locked to an external frequency standard between 1 and 100 MHz using digital synthesis techniques and allows the output frequency to be phase-locked to an integer or fractional multiple of the reference used. Features such as ultra-low-phase noise, high power, small size and low cost make CTI's PDRO product line the best value on the market today for your Commercial or Military applications.



Typical Performance Specifications

Parameter	External Reference	Internal Reference	Dual Loop
Output Frequency Range	3 GHz to 45 GHz	3 GHz to 45 GHz	3 GHz to 45 GHz
Output Power	+15 dBm	+15 dBm	+15 dBm
Power Variation	±2 dBm	±2 dBm	±2 dBm
Output Impedance	50 Ω	50 Ω	50 Ω
Load VSWR	1.5:1	1.5:1	1.5:1
Supply Voltage*	+8, +12 or +15 Vdc	+8, +12 or +15 Vdc	+8, +12 or +15 Vdc
Regulation	±0.5 V	±0.5 V	±0.5 V
Current **	280 mA	350 mA Steady State 800 mA Surge	450 mA
Spurious	-80 dBc	-80 dBc	-80 dBc
Harmonics	-20 dBc	-20 dBc	-20 dBc
Phase Noise	See Table	See Table	See Table
Alarm	TTL High in Lock	TTL High in Lock	TTL High in Lock
External Reference Frequency	50 MHz to 300 MHz	N/A	5 MHz to 15 MHz
Input Power Level	0 dBm ± 3dB	N/A	0 dBm ± 3dB
Frequency Stability	Same as Reference	±2.5 ppm	Same as Reference
Connections			
RF Output ***	SMA-F or 2.99 mm	SMA-F or 2.99 mm	SMA-F or 2.99 mm
Reference Input	SMA-F	SMA-F	SMA-F
Reference Monitor	N/A	SMA-F	N/A
Alarm	Feed thru	Feed thru	Feed thru
Supply Voltage	Feed thru	Feed thru	Feed thru
Ground	Solder Lug	Solder Lug	Solder Lug
Operating Temperature	-40°C to +75°C	-40°C to +75°C	-40°C to +75°C

* 8 V option available for certain models, contact factory for details.

** Lower current option available for certain models, contact factory for details

*** 2.99 mm connectors used on models above 26 GHz

Typical Phase Noise for External Reference Units

Frequency Offset from Carrier (Hz)	Phase Noise (dBc/Hz) 5 GHz	Phase Noise (dBc/Hz) 10 GHz	Phase Noise (dBc/Hz) 14 GHz	Phase Noise (dBc/Hz) 28 GHz	Phase Noise (dBc/Hz) 43 GHz
100	-80	-75	-72	-66	-61
1 k	-105	-100	-97	-91	-86
10 k	-120	-110	-107	-101	-96
100 k	-123	-115	-110	-104	-100
1 M	-135	-128	-125	-119	-114
10 M	-145	-140	-140	-134	-126

Typical Phase Noise for Internal Reference Units

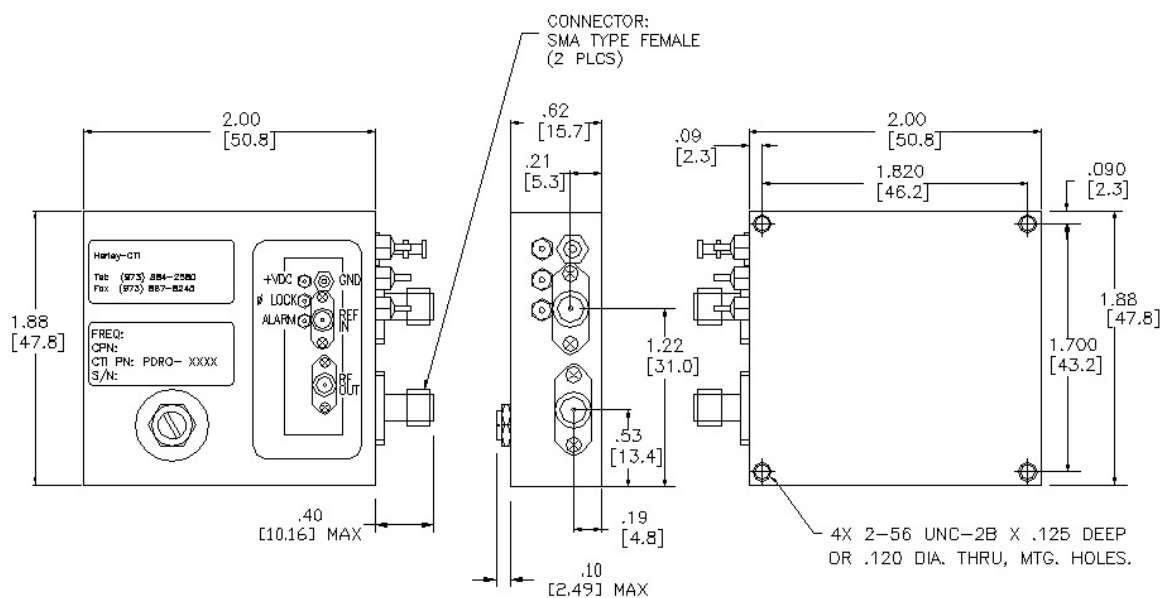
Frequency Offset from Carrier (Hz)	Phase Noise (dBc/Hz) 5 GHz	Phase Noise (dBc/Hz) 10 GHz	Phase Noise (dBc/Hz) 14 GHz	Phase Noise (dBc/Hz) 28 GHz	Phase Noise (dBc/Hz) 43 GHz
100	-80	-75	-72	-66	-61
1 k	-105	-100	-97	-90	-86
10 k	-120	-110	-107	-101	-96
100 k	-123	-115	-110	-104	-100
1 M	-135	-128	-125	-119	-114
10 M	-145	-140	-140	-134	-126

Typical Phase Noise for Dual Loop Units

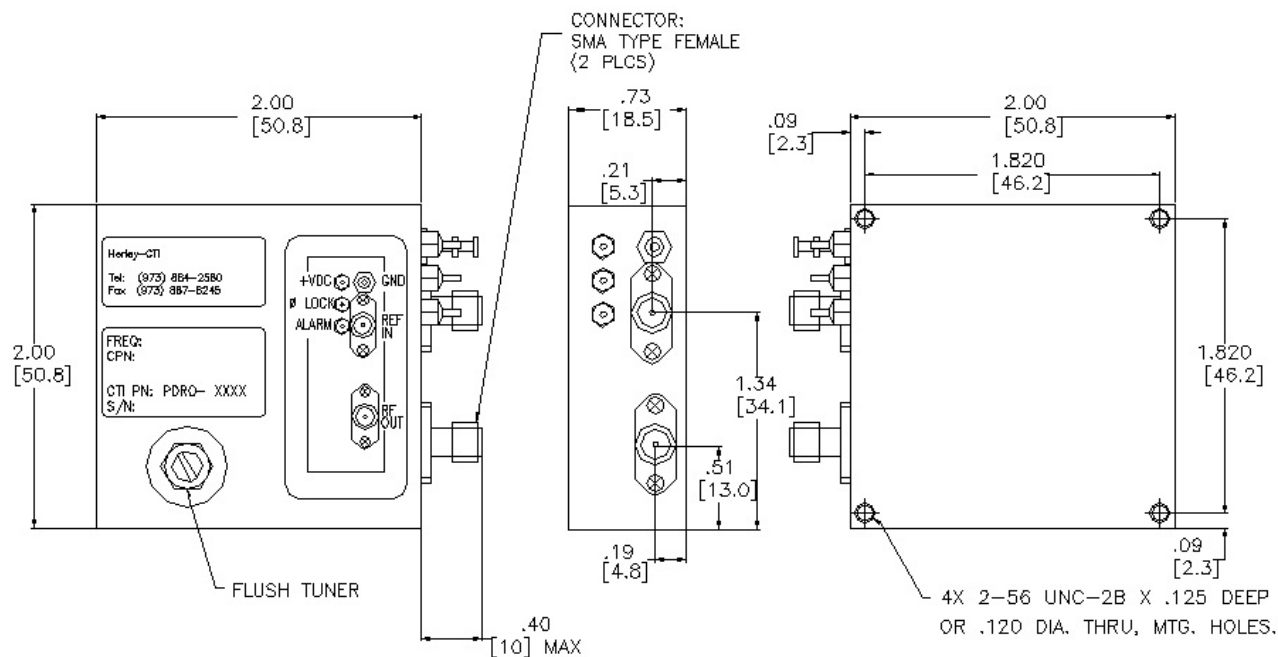
Frequency Offset from Carrier (Hz)	Phase Noise (dBc/Hz) 5 GHz	Phase Noise (dBc/Hz) 10 GHz	Phase Noise (dBc/Hz) 14 GHz	Phase Noise (dBc/Hz) 28 GHz	Phase Noise (dBc/Hz) 43 GHz
100	-75	-70	-65	-59	-54
1 k	-100	-95	-90	-84	-81
10 k	-120	-110	-107	-101	-96
100 k	-123	-115	-110	-104	-100
1 M	-135	-128	-125	-119	-114
10 M	-145	-140	-140	-134	-126

Outline Drawings

External Reference PDRO for Frequencies 8 GHz to 45 GHz With Standard Tuner Height



Dimensions are in Inches/mm, Tol. .xx=+/- .02, .xxx=+/- .005

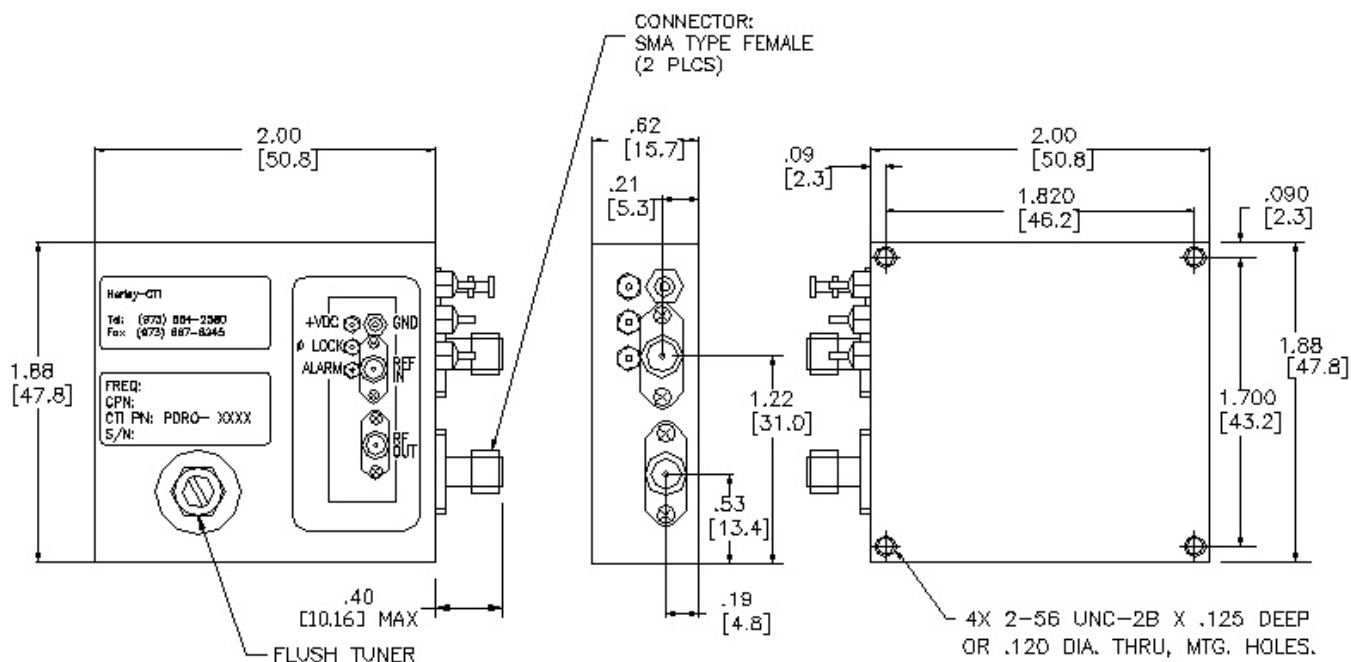
**Outline Drawings****External Reference PDRO for Frequencies 6 GHz to 8 GHz
With Flush Tuner**

Dimensions are in Inches/mm, Tol. .xx=+/- .02, .xxx=+/- .005

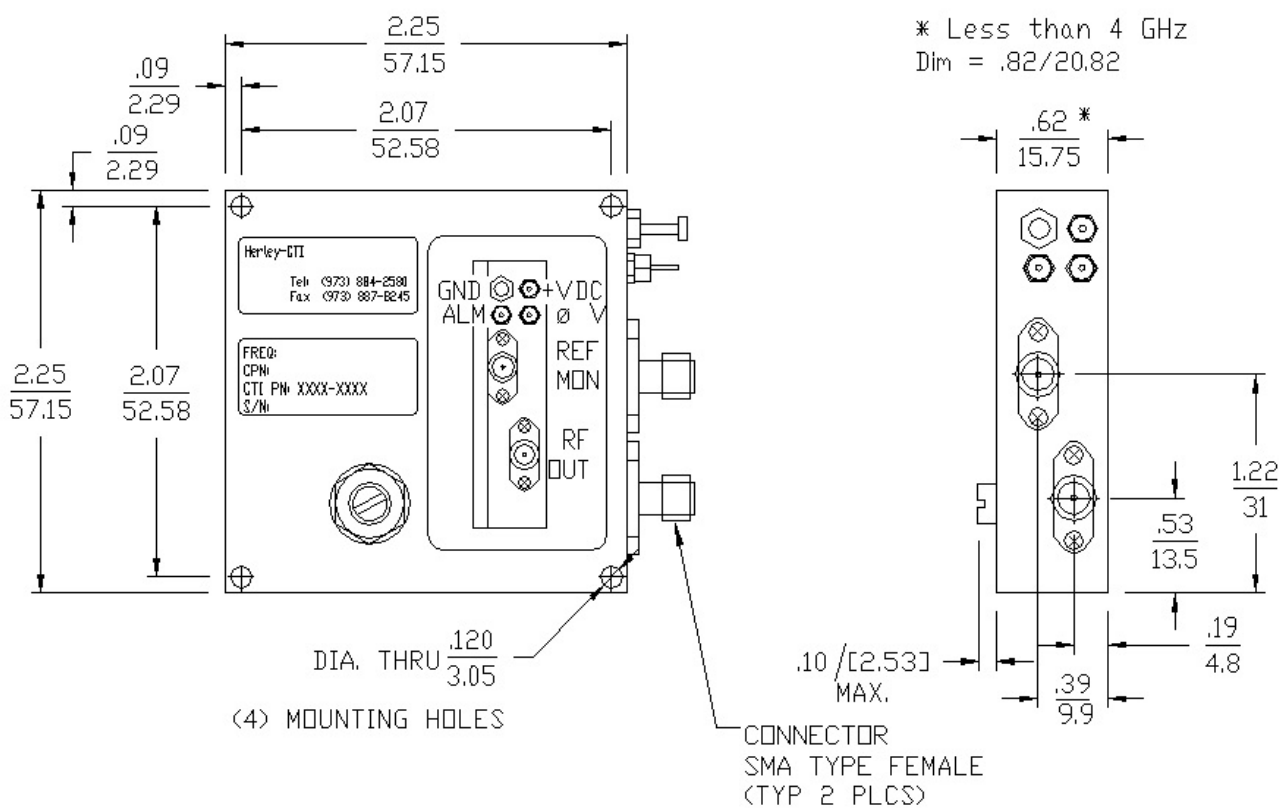


Outline Drawings

External Reference PDRO for Frequencies 8 GHz to 45 GHz With Flush Tuner



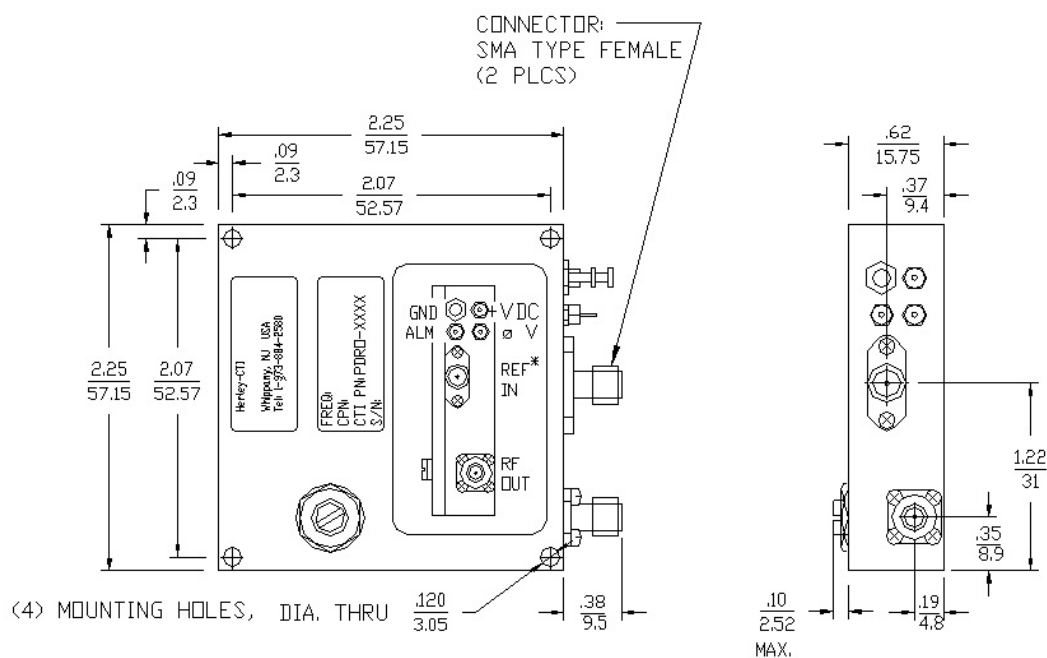
Dimensions are in Inches/mm, Tol. .xx=+/- .02, .xxx=+/- .005

**Outline Drawings****Dual Loop XPDRO, Externally or Internally Referenced PDRO for Frequencies from 3 GHz to 18 GHz With Standard Tuner Height**

Dimensions are in Inches/mm, Tol. .xx=+/- .02, .xxx=+/- .005

**Outline Drawings**

Dual Loop XPDRO, Externally or Internally Referenced PDRO for Frequencies from 18 GHz to 45 GHz With Standard Tuner Height



* FOR INT. REF UNITS THIS PORT IS LABELED REF MON

Dimensions are in Inches/mm, Tol. .xx=+/-0.02, .xxx=+/-0.005



Features

- Wide Operating Temperature
- Ultra Low Phase-Noise
- Small Size
- Low Loss High Q Circuit
- No Subharmonics
- Ideal for Outdoor Applications
- Low Cost, Low Profile, Low Power Consumption

Options

- Ruggedized for Military applications
- Dual Loop Option
- Field Replaceable SMA Connectors
- Internal Reference

Description

The Herley-CTI series PCRO oscillators offer a solution and serves as the perfect complement to the PDRO offered.

Phase-locked coaxial resonator oscillators covering frequencies from 300 MHz to 3 GHz are specifically designed for communication systems requiring high stability and low phase-noise in a small package. All models incorporate low phase-noise transistors and a metalized high Q coaxial resonator. Each unit is protected from variations and

transients in the DC power supply by a voltage regulator. When locked to an external reference in the 5 to 100 MHz range, the low noise characteristics of the high Q coaxial resonator oscillator are enhanced by the long term stability of the reference. In addition, the PCRO series can be customized and screened to meet more demanding specifications as well as a wide variety of Airborne, Radar and other Military applications.

Typical Performance Specifications

Parameter	External Reference	Internal Reference	Dual Loop
Output Frequency Range	300 MHz to 3 GHz	300 MHz to 3 GHz	300 MHz to 3 GHz
Output Power	+13 dBm	+13 dBm	+13 dBm
Power Variation	±2 dBm	±2 dBm	±2 dBm
Output Impedance	50 Ω	50 Ω	50 Ω
Load VSWR	1.5:1	1.5:1	1.5:1
Supply Voltage*	+12 or +15 Vdc	+12 or +15 Vdc	+12 or +15 Vdc
Regulation	±0.5 V	±0.5 V	±0.5 V
Current *	300 mA	450 mA Steady State 850 mA Surge	400 mA
Spurious	-90 dBc	-90 dBc	-90 dBc
Harmonics	-20 dBc	-20 dBc	-20 dBc
Phase Noise	See Table	See Table	See Table
Alarm	TTL High in Lock	TTL High in Lock	TTL High in Lock
External Reference Frequency	5 MHz to 100 MHz	N/A	5 MHz to 100 MHz
Input Power Level	0 dBm ± 3dB	N/A	0 dBm ± 3dB
Frequency Stability	Same as Reference	±5 ppm	Same as Reference
Connections			
RF Output	SMA-F	SMA-F	SMA-F
Reference Input	SMA-F	SMA-F	SMA-F
Reference Monitor	N/A	SMA-F	N/A
Alarm	Feed thru	Feed thru	Feed thru
Supply Voltage	Feed thru	Feed thru	Feed thru
Ground	Solder Lug	Solder Lug	Solder Lug
Operating Temperature	-30°C to +75°C	-30°C to +75°C	-30°C to +75°C

* Lower current option available for certain models, contact factory for details

Typical Phase Noise for External Reference Units

Using 100 MHz Low Noise Reference

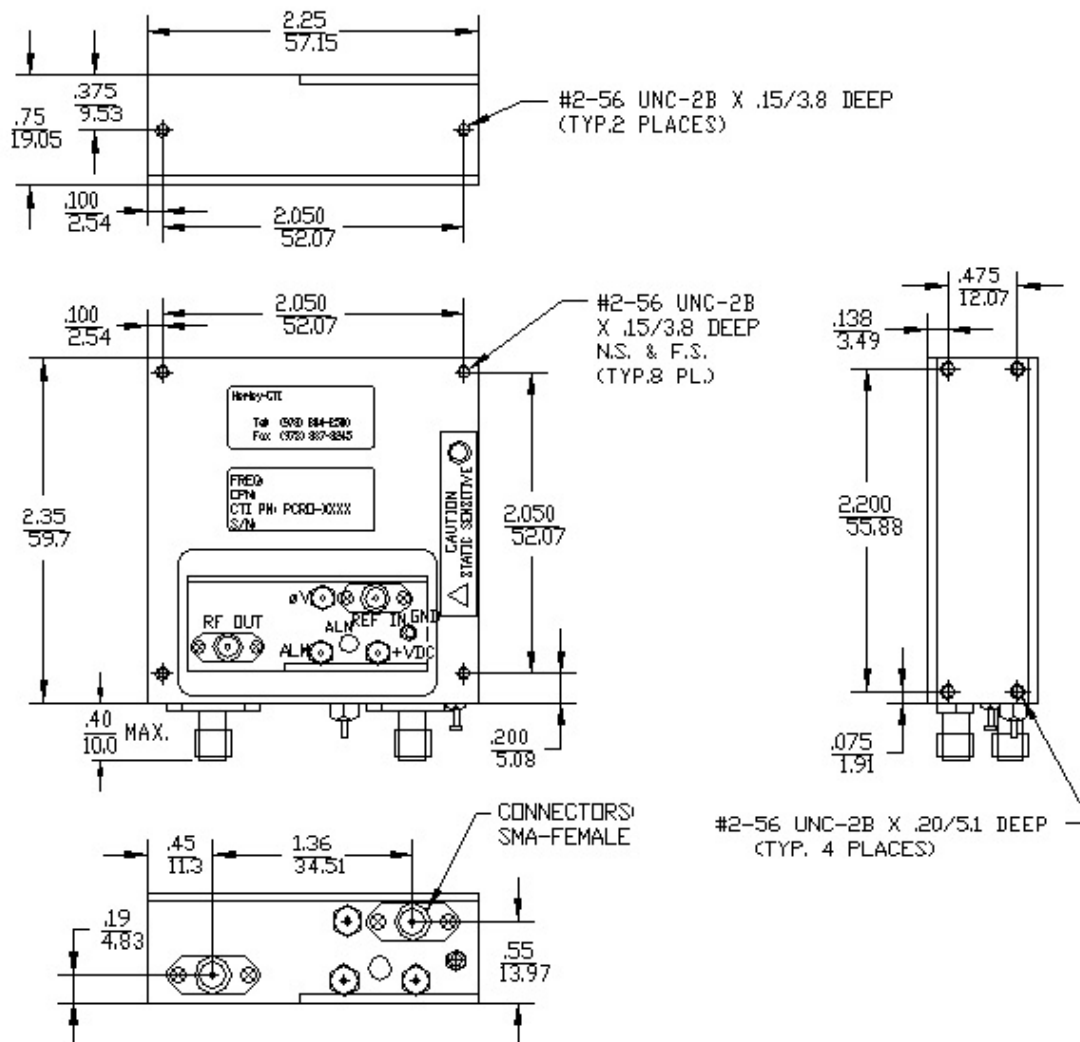
Frequency Offset from Carrier (Hz)	Phase Noise (dBc/Hz) 500 MHz	Phase Noise (dBc/Hz) 1.5 GHz
100	-100	-90
1 k	-120	-110
10 k	-130	-120
100 k	-140	-135
1 M	-150	-145
10 M	-160	-155

Typical Phase Noise for Internal Reference Units

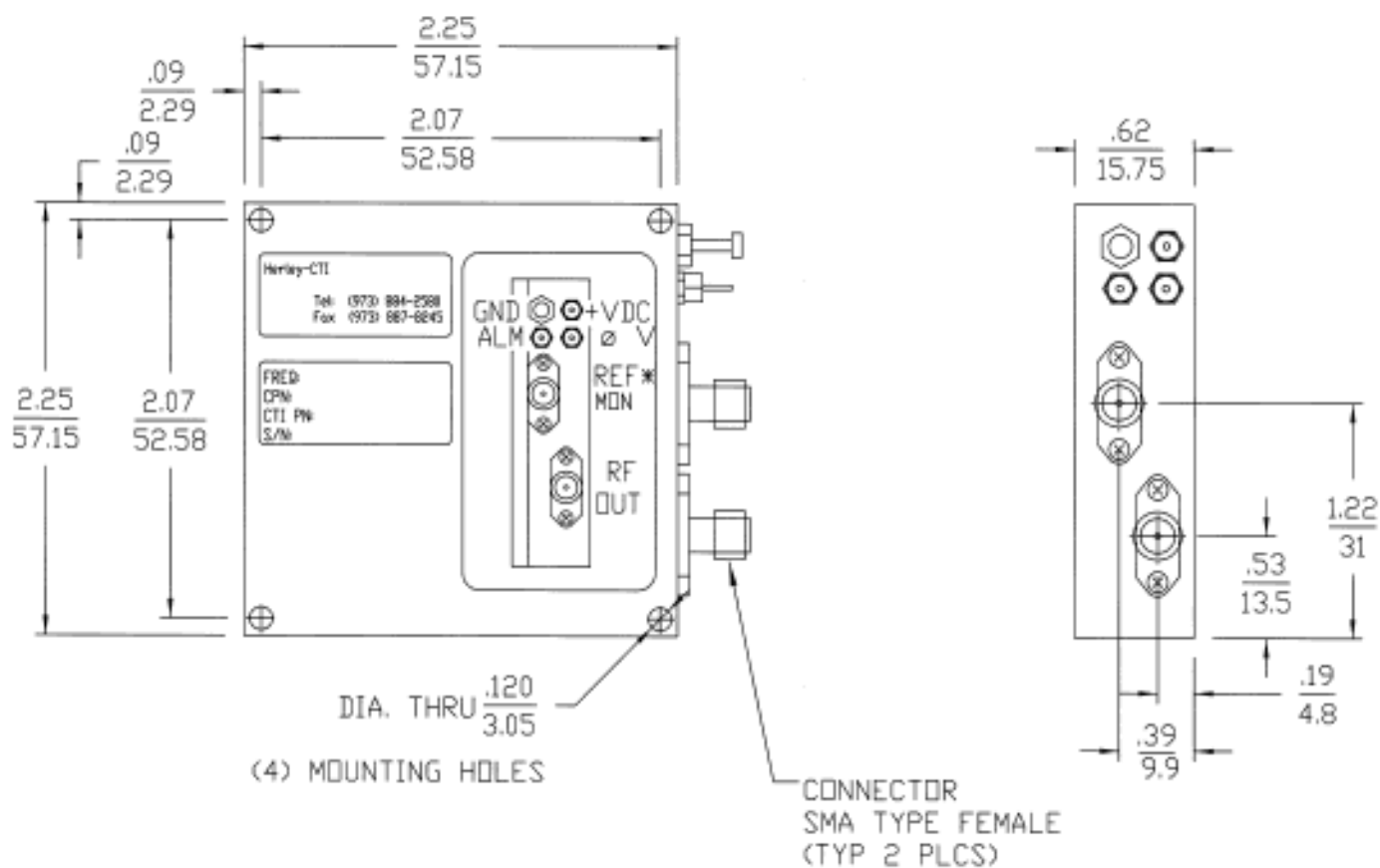
Frequency Offset from Carrier (Hz)	Phase Noise (dBc/Hz) 500 MHz	Phase Noise (dBc/Hz) 1.5 GHz
100	-95	-85
1 k	-125	-115
10 k	-130	-120
100 k	-135	-130
1 M	-150	-145
10 M	-160	-155

Typical Phase Noise for Dual Loop Units

Frequency Offset from Carrier (Hz)	Phase Noise (dBc/Hz) 500 MHz	Phase Noise (dBc/Hz) 1.5 GHz
100	-95	-85
1 k	-125	-115
10 k	-130	-120
100 k	-135	-130
1 M	-150	-145
10 M	-160	-155

**Outline Drawings****External Reference 300 MHz to 3 GHz**

Dimensions are in Inches/mm, Tol. .xx=+/- .02, .xxx=+/- .005

**Outline Drawings****Internal Reference 300 MHz to 3 GHz**

Dimensions are in Inches/mm, Tol. .xx=+/- .02, .xxx=+/- .005

* REF MON IS OPTIONAL

HERLEY-CTI, INC.

9 Whippany Rd. • Whippany NJ 07981 • Tel 973-884-2580

E-mail Sales@herley-cti.com • Fax 973-887-6245

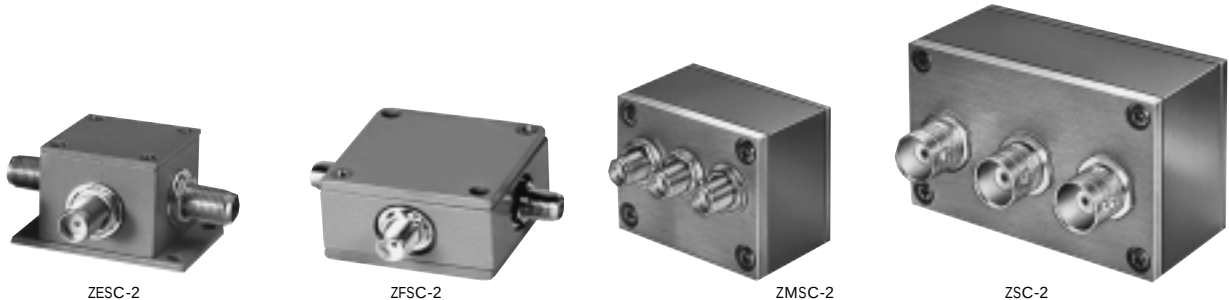
Website: www.herley.com

May 2004

POWER SPLITTERS/COMBINERS

50 & 75Ω

2 Way-0° 2 kHz to 10 GHz



MODEL NO.	FREQ. RANGE MHz f _L -f _U	ISOLATION dB						INSERTION LOSS, dB Above 3dB						PHASE UNBAL. Degrees			AMPLITUDE UNBAL. dB			VSWR (:1)		CASE STYLE Note B	CONNECTION	PRICE \$ ea. Qty. (1-9)
		L		M°		U		L		M°		U		L	M°	U	L	M°	U	S	OUT			
		Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.			
ZESC-2-11	10-2000	19	10	18	13	20	11	0.5	0.9	0.5	1.0	0.6	1.2	1	3	6	0.20	0.30	0.50			V37	ar	71.95
ZFSC-2-1	5-500	30	25	28	20	25	20	0.2	0.5	0.3	0.6	0.6	0.8	2	4	4	0.15	0.15	0.30			K18	ar	44.95
ZFSC-2-1-75	0.25-300	20	15	30	25	25	20	0.4	0.75	0.4	0.75	0.4	1.0	2	3	5	0.15	0.20	0.30			K18	ar	45.95
ZFSC-2-1W-75	5-600	44	26	45	30	31	20	0.22	0.6	0.27	0.7	0.46	0.9	1	2	3	0.20	0.30	0.40			K18	ar	50.95
ZFSC-2-1W	1-750	30	20	28	20	25	20	0.2	0.5	0.4	0.8	0.8	1.0	2	4	4	0.15	0.15	0.30			K18	ar	48.95
ZFSC-2-2	10-1000	30	20	25	20	23	18	0.2	0.5	0.5	1.0	0.9	1.2	2	4	4	0.15	0.15	0.30			K18	ar	51.95
ZFSC-2-9G	3500-9000	18	12	20	12			0.5	1.5	0.6	1.2			7	10		0.30	0.50				JJJ142	as	59.95
ZFSC-2-10G	2000-10000	15	9	20	12			0.5	1.5	0.6	1.6			7	12		0.60	0.50				JJJ142	as	69.95
ZFSC-2-4	0.2-1000	20	15	25	20	23	18	0.2	0.8	0.5	1.0	0.9	1.2	2	4	4	0.15	0.15	0.30	see Yoni for Performance		K18	ar	55.95
ZFSC-2-5	10-1500	25	15	30	20	25	18	0.25	0.6	0.5	1.0	0.8	1.5	2	3	4	0.15	0.20	0.50			K18	ar	59.95
ZFSC-2-6*	0.002-60	27	20	30	20	27	20	0.3	0.6	0.3	0.6	0.6	1.0	2	3	4	0.15	0.20	0.30			K18	ar	49.95
ZFSC-2-6-75	0.004-60	30	20	35	20	25	20	0.5	0.8	0.4	0.8	0.7	1.0	1	2	3	0.15	0.20	0.30			K18	ar	51.95
ZFSC-2-11	10-2000	14	10	16	14	20	15	1.2	1.5	1.2	1.5	1.0	2.2	1	2	4	0.20	0.30	0.50	Data and		K18	ar	64.95
ZFSC-2-2500	0.2-2500	16	11	17	14	17	14	0.5	0.8	0.6	1.4	0.8	1.5	1	4	8	0.20	0.30	0.40			K18	ar	74.95
ZMSC-2-1	0.1-400	20	15	25	20	25	20	0.2	0.5	0.4	0.75	0.6	1.0	2	3	4	0.15	0.20	0.30	curves		M21	at	49.95
ZMSC-2-1W	1-650	25	20	35	20	25	20	0.3	0.5	0.5	0.8	0.7	1.0	2	3	4	0.15	0.20	0.30			M21	at	54.95
ZMSC-2-2*	0.002-60	27	20	30	20	27	20	0.3	0.6	0.3	0.6	0.6	1.0	2	3	4	0.15	0.25	0.30			M21	at	59.95
ZSC-2-1	0.1-400	20	15	25	20	25	20	0.2	0.5	0.4	0.75	0.6	1.0	2	3	4	0.15	0.20	0.30			M22	at	47.95
ZSC-2-1W	1-650	25	20	35	25	25	20	0.3	0.5	0.5	0.8	0.7	1.0	2	3	4	0.15	0.20	0.30			M22	at	49.95
ZSC-2-2*	0.002-60	25	20	30	20	27	20	0.3	0.6	0.3	0.6	0.6	1.0	2	3	4	0.15	0.25	0.30			M22	at	52.95
ZSC-2-2-75**	0.002-60	25	20	30	20	27	20	0.3	0.6	0.3	0.6	0.6	1.0	2	3	4	0.15	0.25	0.30			M22	at	53.95
ZSC-2-4	10-1000	25	20	35	20	25	20	0.2	0.5	0.5	0.8	0.7	1.3	2	4	6	0.15	0.20	0.30			M22	at	52.95
ZSC-2375	55-85			35	25					0.3	0.5			1			0.10					M22	at	52.95
ZSC-2-1-75	0.25-300	20	15	30	20	20	15	0.4	0.75	0.4	0.75	0.4	1.0	2	3	5	0.15	0.20	0.30			M22	at	49.95

NOTES:

- * Isolation specified to 0.006 MHz
- ** Insertion loss, specified to -20°C from 0.002 to 0.004 MHz. From 2 to 6 KHz, isolation 14 dB min.
- ⊛ When only specification for M range given, specification applies to entire frequency range.
- ✦ At low range frequency band (f_L to $10 f_L$), linearly derate maximum input power by 13 dB.
- Denotes 75 Ohm model, for coax connector models 75 Ohm BNC connectors are standard.
- ▲ Available only with SMA connectors
- ▼ Available with SMA or N connectors, ZAPD-50 & -50W with N only.
- A. General Quality Control Procedures, Environmental Specifications, Hi-Rel and MIL description are given in "Mini-Circuits Guarantees Quality" article.
- B. For details on Connector types, case mounted options, case finishes see "Case styles & Outline Drawings".
- C. Prices and specifications subject to change without notice.
- 1. Absolute maximum power, voltage and current ratings:
 - 1a. Matched power rating:
 - Models ZAPD, ZN2PD, ZC2PD, ZN2PD2 10 Watt
 - ZAPD-900-5W, ZN2PD-20 5W (as a splitter)
 - ZAPD-30 and other models 1 Watt
 - 1b. Internal load dissipation:
 - ZAPD-900-5W 1W max.
 - ZN2PD-20 0.725W max.
 - ZN2PD-9G, ZAPD-2-22-75, ZN2PD2 0.25W max.
 - All other models 0.125 Watt

coaxial connections

see case style outline drawing for pin locations

PORT	ar	as	at
SUM PORT	3	5	2
PORT 1	1	1	1
PORT 2	2	2	3
GND EXT.	—	—	—
CASE GND	—	—	—
NOT USED	—	—	—



Distribution Centers NORTH AMERICA 800-654-7949 • 417-335-5935 • Fax 417-335-5945 • EUROPE 44-1252-832600 • Fax 44-1252-837010

Mini-Circuits ISO 9001 & ISO 14001 Certified

050818

Coaxial



	MODEL NO.	FREQ. RANGE MHz f_L - f_U	ISOLATION dB			INSERTION LOSS, dB Above 3dB			PHASE UNBAL. Degrees			AMPLITUDE UNBAL. dB			VSWR (:1)		CASE STYLE Note B	CONNECTION	PRICE \$ ea. Qty. (1-9)									
			L	M ⁰	U	L	M ⁰	U	L	M ⁰	U	L	M ⁰	U	S	OUT												
			Typ. Min.	Typ. Min.	Typ. Min.	Typ. Max.	Typ. Max.	Typ. Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Typ. Max.	Typ. Max.												
NEW	ZC2PD-900	800-900		30	20		0.1	0.4		2		0.20		1.10	1.30	1.10	1.30	F183	as	64.95								
	ZN2PD-20	750-2000	18 ^{L0} 15	25	20	18 ^{U0} 15		0.2	0.5		4		0.30		1.16	1.5	1.10	1.35	VVV180	as	67.95							
	ZN2PD-920	800-920		30	20		0.15	0.4		2		0.20		1.10	1.20	1.04	1.20	VVV180	as	59.95								
	ZN2PD-920W	700-1050		22	15		0.15	0.5		3		0.30		1.20	1.50	1.04	1.20	VVV180	as	54.95								
	ZN2PD-1900	1600-1900		30	20		0.18	0.4		2		0.20		1.20	1.35	1.04	1.20	VVV180	as	69.95								
	ZN2PD-1900W	1500-2000		24	15		0.2	0.5		3		0.30		1.20	1.50	1.04	1.20	VVV180	as	64.95								
	ZN2PD-9G	1700-9000		22	15		0.5	1.4		4		0.60						VVV180	as	69.95								
	ZN2PD2-50	500-5000		25	15		0.8	1.4		4		0.5		1.20	—	1.10	—	VVV845	as	74.95								
		600-1600		24	17		0.7	1.1		2		0.3		1.20	—	1.10	—											
		1600-2700		26	18		0.8	1.2		3		0.3		1.20	—	1.10	—											
		2700-3600		28	19		0.9	1.3		3		0.4		1.20	—	1.10	—											
		3700-4800		22	18		0.9	1.4		4		0.5		1.20	—	1.10	—											
		GHz																										
		IZY2PD-64	5.8-6.4		35	24		0.2	0.5		5		0.30		1.05	1.30	1.20	1.35	JJJ245	as	89.95							
		IZY2PD-86	7.0-8.6		30	18		0.1	0.5		6		0.25		1.10	1.45	1.10	1.40	JJJ245	as	94.95							
	ZAPD-1	0.5-1.0		25	19		0.25	0.6		2		0.20						F14	as	54.95								
	ZAPD-2	1.0-2.0		25	19		0.25	0.6		2		0.20						F14	as	54.95								
	■ ZAPD-2-22-75	0.91-2.15		30	20		0.2	0.7		2		0.40		1.15	1.60	1.10	1.30	F14	as	58.95								
	▼ ZAPD-20	0.7-2.0		30	20		0.30	0.7		3		0.40		1.15	1.35	1.10	1.30	F53	as	59.95								
	ZAPD-21	0.5-2.0		25	18		0.25	1.0		3		0.20						F53	as	59.95								
	▲ ZAPD-30	0.02-3.0	14	12	16	12	20	14	1.1	1.5	1.1	1.8	1.4	2.3	3	5	9	0.30	0.40	0.80	1.50	1.95	1.55	2.10	see Yoni for Performance Data and curves	F14	as	79.95
	▼ ZAPD-4	2.0-4.2		25	19		0.4	0.8		6		0.40						F14	as	59.95								
	▼ ZAPD-50	4.4-5.0		26	20		0.3	0.8		5		0.50						F14	as	54.95								
	▼ ZAPD-50W	4.2-6.0		26	16		0.3	0.8		5		0.70						F14	as	64.95								
	▼ ZAPD-900-5W	0.1-0.9		23	18		0.3	1.0		3		0.30		1.15	1.50	1.22	1.50	F14	as	59.95								
	▼ ZAPD-1750	0.95-1.75		30	22		0.2	0.4		4		0.50		1.15	1.50	1.22	1.50	F14	as	54.95								

L = low range [f_L to $10 f_L$]

L¹ = f_L to 6 GHz

L⁰ = 750 to 875 MHz

M = mid range [$10 f_L$ to $f_U/2$]

U¹ = 6 GHz to f_U

U⁰ = 1850 to 2000 MHz

U = upper range [$f_U/2$ to f_U]

NSN GUIDE

MCL NO.	NSN	MCL NO.	NSN	MCL NO.	NSN
ZAPD-1(TNC)	5985-01-250-4883	ZFSC-2-2(SMA)	6625-01-333-1127	ZN2PD-920W-S	5895-01-522-3794
ZAPD-2 (BNC)	5895-01-476-0831	ZFSC-2-2B	5895-01-330-4416	ZSC-2-1-75BR	5985-01-476-2126
ZAPD-2(SMA)	5895-01-229-7431	ZFSC-2-4	6625-01-291-3346	ZSC-2-1	5895-01-214-6032
ZAPD-2(N)	5985-01-449-0825	ZFSC-2-4B	5895-01-446-1158	ZSC-2-1B	6625-01-109-3706
ZAPD-4(N)	6625-01-173-1887	ZFSC-2-5	6625-01-253-2444	ZSC-2-1(BNC)	5895-01-036-6254
ZAPD-4(SMA)	5985-01-383-0636	ZFSC-2-6	6625-01-419-4241	ZSC-2-1B(BNC)	6625-00-270-3055
ZAPD-900-5W-N	5985-01-523-2508	ZFSC-2-6(BNC)	5895-01-408-6857	ZSC-2-1W	5895-01-283-0850
ZESC-2-11	5985-01-381-9081	ZFSC-2-6B	5985-01-315-2869	ZSC-2-1WB	6625-01-264-8985
ZFSC-2-1	6625-01-139-3499	ZFSC-2-9G	5895-01-524-8996	ZSC-2-1-75B	5895-01-136-8182
ZFSC-2-1(SMA)	6625-01-213-6490	ZFSC-2-10G	5895-01-467-5372	ZSC-2-2B	5820-01-136-7245
ZFSC-2-1(BNC)	5985-01-176-4551	ZFSC-2-11(SMA)	6625-01-415-2183	ZSC-2-2-75B	5915-01-012-8162
ZFSC-2-1-75	5895-01-325-4795	ZFSC-2-2500B	5895-01-516-3575	ZSC-2375	5895-01-229-0157
ZFSC-2-1W(SMA)	6625-01-200-5094	ZMSC-2-1	5985-01-204-1526	ZSC-2-4	5895-01-523-0183
ZFSC-2-1W	5895-01-348-3534	ZMSC-2-1B	5895-01-253-2445	ZSC-2-4B	5895-01-467-5362
ZFSC-2-2B(SMA)	6625-01-362-1801	ZMSC-2-1BR	5985-01-338-9329		
ZFSC-2-2	5895-01-467-5374	ZMSC-2-1W	5895-01-127-0232		



The Design Engineers Search Engine

Provides Actual Data Instantly
At: <http://www.minicircuits.com>

In Stock... Immediate Delivery
For Custom Versions Of Standard Models
Consult Our Applications Dept.



Available
Tape & Reel

Coaxial

Power Splitter/Combiner

2 Way-0° 50Ω

0.2 to 1000 MHz

ZFSC-2-4+
ZFSC-2-4


BNC version shown

Maximum Ratings

Operating Temperature	-55°C to 100°C
Storage Temperature	-55°C to 100°C
Power Input (as a splitter)	1W max.
Internal Dissipation	0.125W max.

Coaxial Connections

SUMPORT	3
PORT 1	1
PORT 2	2

Features

- wideband, 0.2 to 1000 MHz
- low insertion loss, 0.5 dB typ.
- good isolation, 25 dB typ.
- excellent amplitude unbalance, 0.1 dB typ.
- excellent phase unbalance, 0.5 deg. typ.
- rugged shielded case

Applications

- cellular
- VHF/UHF
- instrumentation

CASE STYLE: K18			
Connectors	Model	Price	Qty.
BNC	ZFSC-2-4	\$55.95	(1-9)
SMA	ZFSC-2-4-S	\$60.95	(1-9)
N-TYPE	ZFSC-2-4-N	\$60.95	(1-9)
BRACKET (OPTION "B")		\$2.50	(1+)

+ RoHS compliant in accordance with EU Directive (2002/95/EC)

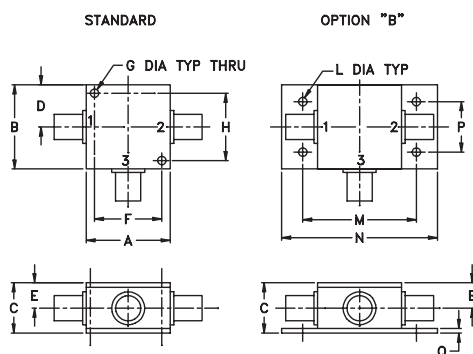
The + suffix identifies RoHS Compliance. See our web site for RoHS Compliance methodologies and qualifications.

Splitter Electrical Specifications

FREQ. RANGE (MHz)	ISOLATION (dB)						INSERTION LOSS (dB) ABOVE 3.0 dB						PHASE UNBALANCE (Degrees)			AMPLITUDE UNBALANCE (dB)		
	L		M		U		L		M		U		L	M	U	L	M	U
	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.
f _L -f _U	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.
0.2-1000	20	15	25	20	23	18	0.2	0.8	0.5	1.0	0.9	1.2	2	4	4	0.15	0.15	0.30

L = low range [f_L to 10 f_L] M = mid range [10 f_L to $f_U/2$] U = upper range [$f_U/2$ to f_U]

Outline Drawing



Outline Dimensions (inch/mm)

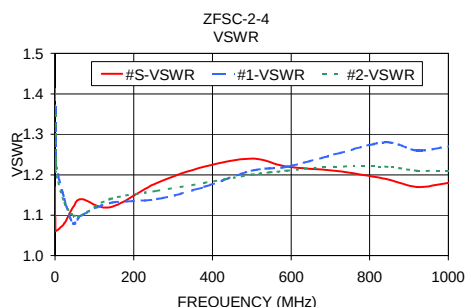
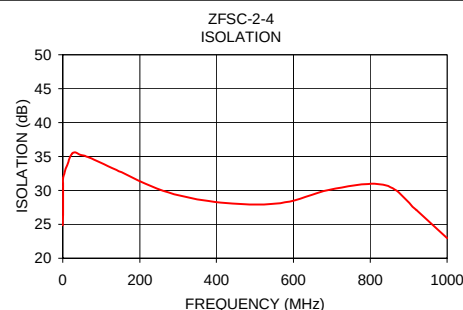
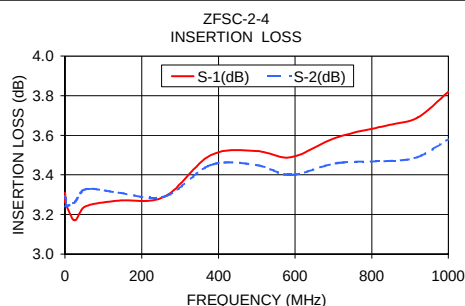
A	B	C	D	E	F	G	H
1.25	1.25	.75	.63	.38	1.00	.125	1.000
31.75	31.75	19.05	16.00	9.65	25.40	3.18	25.40

J	K	L	M	N	P	Q	wt
--	--	.125	1.688	2.18	.75	.07	grams
--	--	3.18	42.88	55.37	19.05	1.78	70.0

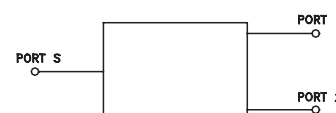
For option B with N-type connectors, dimension "C" increases to 0.94 inches.

Typical Performance Data

Frequency (MHz)	Insertion Loss (dB) S-1	Insertion Loss (dB) S-2	Amplitude Unbalance (dB)	Isolation (dB)	Phase Unbalance (deg.)	VSWR S	VSWR 1	VSWR 2
0.20	3.31	3.30	0.02	24.83	0.10	1.17	1.41	1.39
0.70	3.29	3.24	0.05	30.54	0.20	1.07	1.25	1.23
1.00	3.26	3.24	0.03	31.83	0.36	1.06	1.23	1.21
24.00	3.17	3.26	0.09	35.39	0.03	1.08	1.14	1.13
46.00	3.23	3.32	0.08	35.23	0.09	1.12	1.08	1.10
68.00	3.25	3.33	0.08	34.84	0.18	1.14	1.10	1.10
140.00	3.27	3.31	0.04	32.99	0.27	1.12	1.13	1.14
260.00	3.29	3.29	0.01	29.95	0.36	1.18	1.14	1.16
380.00	3.50	3.45	0.04	28.42	0.25	1.22	1.17	1.18
500.00	3.52	3.45	0.07	27.91	0.21	1.24	1.21	1.20
590.00	3.49	3.40	0.09	28.34	0.17	1.22	1.22	1.21
710.00	3.59	3.46	0.13	30.28	0.34	1.21	1.25	1.22
840.00	3.65	3.47	0.18	30.75	0.49	1.19	1.28	1.22
920.00	3.69	3.49	0.20	27.07	0.65	1.17	1.26	1.21
1000.00	3.82	3.58	0.24	22.95	0.81	1.18	1.27	1.21



electrical schematic


Mini-Circuits®

Distribution Centers NORTH AMERICA 800-654-7949 • 417-335-5935 • Fax 417-335-5945 • EUROPE 44-1252-832600 • Fax 44-1252-837010

Mini-Circuits ISO 9001 & ISO 14001 Certified

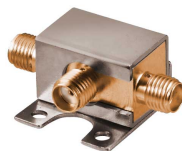
INTERNET <http://www.minicircuits.com>

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661

REV. A
M98898
ZFSC-2-4
HY/TD/CP/AM
060228

Frequency Mixers

0.5 to 6000 MHz

NEW!**ZX05-SERIES**

CASE STYLE: FL905

Features

- rugged construction
- small size
- low conversion loss
- high L-R isolation
- multiple patents pending

Applications

- cellular
- PCS
- instrumentation
- satellite communication

Electrical Specifications ($T_{AMB} = 25^{\circ}\text{C}$)

MODEL NO.	LO level (dBm)	RF @ 1dB compr. (dBm) Typ.	FREQUENCY (MHz)		CONVERSION LOSS (dB)				LO-RF ISOLATION (dB)						LO-IF ISOLATION (dB)						IP3@ center band Typ. (dBm)	E F A C T O R	PRICE \$ Qty. (1-24)
			LO/RF f _L - f _U	IF	$\bar{x}$	m	σ	Max.	Total Range Max.	L		M		U		L		M		U			
ZX05-1L	+3	0	2-500	DC-500	5.2	0.1	7.2	8.0	68	50	55	30	44	30	55	40	45	30	35	25	16	1.3	37.95
† ZX05-10L	+4	+1	10-1000	DC-800	7.2	0.1	8.2	8.8	70	55	60	40	47	37	40	26	37	20	24	13	16	1.2	37.95
ZX05-1	+7	+1	0.5-500	DC-500	5.0	0.1	6.5	7.8	70	50	55	35	45	30	65	45	40	25	30	20	15	0.8	37.95
† ZX05-2	+7	+1	5-1000	DC-1000	6.67	0.26	8.0	9.5	65	50	47	25	35	22	62	35	45	25	32	20	20	1.3	37.95
ZX05-10	+7	+1	10-1000	DC-800	6.8	0.1	7.8	8.3	80	50	60	40	47	37	40	26	33	20	24	13	16	0.9	37.95
† ZX05-5	+7	+1	5-1500	DC-1000	6.6	0.1	7.5	9.3	50	40	40	25	33	23	50	40	30	20	20	10	15	0.8	37.95
ZX05-11X	+7	+1	10-2000	5-1000	7.1	0.1	8.2	9.8	62	45	36	20	27	18	60	45	37	20	38	20	9	0.2	37.95
• ZX05-C24	+7	+1	300-2400	DC-700	6.1	0.1	8.9	—	40 (typ.) 25 (min.)						25 (typ.) 15 (min.)						10	0.3	37.95
ZX05-30W	+7	+1	300-4000	DC-950	6.8	0.2	9.0	9.8	35 (typ.) 17 (min.)						16 (typ.) 7 (min.)						12	0.5	37.95
ZX05-C42	+7	+1	1000-4200	DC-1500	6.1	0.1	8.9	—	35 (typ.) 23 (min.)						20 (typ.) 12 (min.)						10	0.3	37.95
• ZX05-C60	+7	+1	1600-6000	DC-2000																			37.95
			1600-4400	DC-2000	6.3	0.2	8.3	—	32 (typ.) 20 (min.)						17 (typ.) —						9	0.2	
			4400-6000	DC-2000	6.2	0.3	8.5	—	23 (typ.) 17 (min.)						18 (typ.) —						8	0.1	
ZX05-1LHW	+10	+5	2-750	DC-750	5.3	0.1	6.8	8.5	66	50	52	35	46	27	64	40	50	27	40	20	15	0.5	38.95
• ZX05-C24LH	+10	+5	300-2400	DC-700	6.5	0.1	8.9	—	40 (typ.) 25 (min.)						30 (typ.) 15 (min.)						13	0.3	38.95
ZX05-C42LH	+10	+5	1000-4200	DC-1500	6.0	0.1	8.9	—	38 (typ.) 23 (min.)						20 (typ.) 11 (min.)						12	0.2	38.95
• ZX05-C60LH	+10	+5	1600-6000	DC-2000																			38.95
			1600-4400	DC-2000	6.3	0.1	7.9	—	35 (typ.) 23 (min.)						17 (typ.) —						13	0.3	
			4400-6000	DC-2000	6.0	0.1	8.3	—	27 (typ.) 20 (min.)						21 (typ.) —						11	0.1	
† ZX05-1MHW	+13	+9	0.5-600	DC-600	5.2	0.1	6.9	8.0	63	50	53	32	43	20	56	40	44	25	30	20	17	0.4	39.95
ZX05-12MH	+13	+9	10-1200	DC-1200	6.3	0.1	8.0	9.3	62	45	45	32	40	26	68	40	42	27	30	20	22	0.9	39.95
• ZX05-C24MH	+13	+9	300-2400	DC-700	6.1	0.1	8.6	—	40 (typ.) 20 (min.)						25 (typ.) 14 (min.)						13	0	39.95
ZX05-25MH	+13	+9	5-2500	5-1500	6.9	0.1	8.8	9.8	47	28	34	23	34	23	34	23	32	18	23	17	18	0.5	39.95
ZX05-42MH	+13	+9	5-4200	5-3500	7.5	0.2	9.8	11.8	47	28	29	20	30	15	34	23	26	17	23	17	19	0.6	39.95
ZX05-C42MH	+13	+9	1000-4200	DC-1500	6.2	0.1	8.9	—	35 (typ.) 15 (min.)						20 (typ.) 10 (min.)						16	0.3	39.95
• ZX05-C60MH	+13	+9	1600-6000	DC-2000																			39.95
			1600-4400	DC-2000	6.9	0.1	8.5	—	32 (typ.) 25 (min.)						17 (typ.) —						15	0.2	
			4400-6000	DC-2000	6.0	0.1	8.5	—	22 (typ.) 18 (min.)						15 (typ.) —						15	0.2	
ZX05-1HW	+17	+14	5-750	DC-750	6.0	0.1	8.6	9.0	64	45	48	35	42	28	50	35	40	30	30	20	26	0.9	41.95
† ZX05-10H	+17	+14	10-1000	DC-800	7.0	0.1	8.5	9.5	68	52	55	38	47	25	46	30	32	20	26	13	22	0.5	41.95
ZX05-17H	+17	+14	100-1700	50-1500	7.2	0.1	8.5	9.5	32	20	—	—	36	22	32	20	—	—	37	22	25	0.8	41.95
ZX05-20H	+17	+14	1500-2000	DC-300	5.2	0.2	7.8	—	31 (typ.) 22 (min.)						34 (typ.) 20 (min.)						22	0.5	41.95

E FACTOR= [IP3(dBm)-LO Power(dBm)]/10

† Models noted have positive phase detection. Phase detection negative for all other models.

• Conversion loss specification at 30 MHz IF. For performance vs. IF See our website.

L = low range [f_L to $10 f_L$]M = mid range [$10 f_L$ to $f_U/2$]m = mid band [$2 f_L$ to $f_U/2$]U = upper range [$f_U/2$ to f_U]

ZX05-SERIES

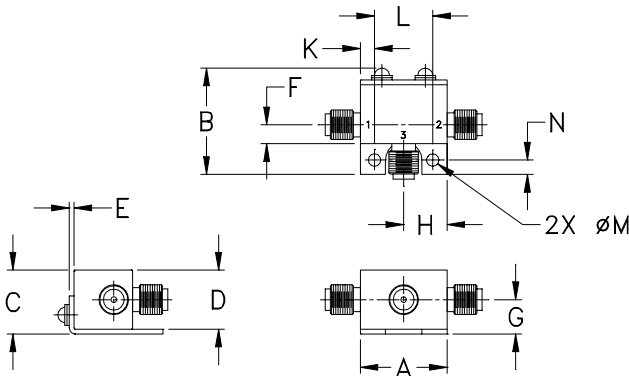
Maximum Ratings

Operating Temperature	-40°C to 85°C
Storage Temperature	-55°C to 100°C
RF Power	50mW, 200mW(for LO+13, +17)
IF Current	40mA

Port Connections

PORT	
LO	1
RF	2
IF	3

Outline Drawing



Outline Dimensions (inch/mm)

A	B	C	D	E	F	G	H	J
.74	.90	.54	.50	.04	.16	.29	.37	—
18.80	22.86	13.72	12.70	1.02	4.06	7.37	9.40	—
K	L	M	N	wt.				
.122	.496	.106	.122	grams				
3.10	12.60	2.69	3.10	20.0				

Programmable Attenuators



General Information

In this section of the catalog, each Programmable Attenuator is outlined utilizing individual data sheets containing product features, specifications, and outline drawings. These data sheets are preceded by a quick reference guide to help you select the Programmable Attenuator(s) that fits your needs. The page number for each Programmable Attenuator data sheet is given in the quick reference guide.

Also covered in this section are the available accessories for the MCE/Weinschel programmable attenuators such as product specific driver boards, and our SmartStep programmables. Refer to our SmartStep Components and Subsystems section for more programmable attenuator accessories such as the Model 8210A SmartStep Interface and our new series of programmable attenuator units and subsystem solutions.

RELAY SWITCHED PROGRAMMABLES...dc-2/3 GHz

Model Number	Connector Type	Frequency Range (GHz)	Incremental Attenuation Range (dB)	Insertion Loss (dB)	Average Power (Watts)	Peak Power (Watts)	Maximum SWR	Page No.	
3200-1 3200-2 3201-1 3201-2 3205-1 3205-2 3205-3 3206-1 3209-1	SMA	dc-2.0	0-127/1 0-63.75/0.25 0-31/1 0-120/10 0-70/10 0-55/5 0-1.5/0.1 0-63/1 0-64.5/0.1	2.80-4.75* 1.80-3.75* 1.80-3.30*	1	50	1.25-1.30* 1.25	135	
3200-1E 3200-2E 3201-1E 3205-3E 3206-1E 3209-1E	SMA	dc-3.0	0-127/1 0-63.75/0.25 0-31/1 0-1.5/0.1 0-63/1 0-64.5/0.1	2.20-4.90* 1.50-3.40* 1.25-3.40* 1.50-3.70* 3.00-5.50*	1	50	1.25-1.40* 1.25-1.35* 1.35-1.45*		
3200T-1 3200T-2 3201T-1 3201T-2 3201T-4 3205T-1 3205T-2 3205T-3 3206T-1 3209T-1	SMA	dc-2.0	0-127/1 0-63.75/0.25 0-31/1 0-120/10 0-1.2/0.1 0-70/10 0-55/5 0-1.5/0.1 0-63/1 0-64.5/0.1	2.80-4.75* 1.80-3.75* 1.80-3.30*	1	50	1.25-1.30* 1.25	141	
3200T-1E 3200T-2E 3201T-1E 3205T-3E 3206T-1E 3209T-1E	SMA	dc-3.0	0-127/1 0-63.75/0.25 0-31/1 0-1.5/0.1 0-63/1 0-64.5/0.1	2.20-4.90* 1.50-3.40* 1.25-3.40* 1.50-3.70* 3.00-5.50*	1	50	1.20-1.40* 1.25-1.35* 1.35-1.45*		
3250-63 3250T-63 (75 W)	BNC	dc-1.0	0-63/1	2.25-4.75*	1	50	1.20-1.30*	144	



RELAY SWITCHED PROGRAMMABLES...dc-4/18/26.5 GHz

Model Number	Connector Type	Frequency Range (GHz)	Incremental Attenuation Range (dB)	Insertion Loss (dB)	Average Power (Watts)	Peak Power (Watts)	Maximum SWR	Page No.	
150-11 150-15 150-31 150-62 150-70 150-75 150-110	3.5mm	dc-18.0	0-11/1 0-15/1 0-31/1 0-62/2 0-70/10 0-75/5 0-110/10	0.9-2.2* 0.9-2.2* 1.1-2.6* 1.1-2.6* 0.7-2.6* 0.9-2.2* 0.9-2.2*	1	100	1.50-1.90* 1.50-1.90* 1.50-1.90* 1.50-1.90* 1.35-1.70* 1.50-1.90* 1.50-1.90*	152	
151-11 151-15 151-31 151-62 151-70 151-75 151-110	3.5mm	dc-4.0	0-11/1 0-15/1 0-31-1 0-62/2 0-70/10 0-75/5 0-110/10	0.9 0.9 1.1 1.1 0.7 0.9 0.9	1	100	1.50 1.50 1.50 1.50 1.35 1.50 1.50		
152-55 152-70 152A-70 152-90	3.5mm	dc-26.5	0-55/5 0-70/10 0-70/10 0-90/10	0.9-2.98* 0.9-2.98* 0.9-2.98* 0.9-2.98*	1	100	1.40-1.80* 1.40-1.80* 1.40-1.80* 1.40-1.80*		
150T-11 150T-15 150T-31 150T-62 150T-70 150T-75 150T-110	3.5mm	dc-18.0	0-11/1 0-15/1 0-31/1 0-62/2 0-70/10 0-75/5 0-110/10	0.9-2.2* 0.9-2.2* 1.1-2.6* 1.1-2.6* 0.7-2.6* 0.9-2.2* 0.9-2.2*	1	100	1.50-1.90* 1.50-1.90* 1.50-1.90* 1.50-1.90* 1.35-1.70* 1.50-1.90* 1.50-1.90*	157	
151T-11 151T-15 151T-31 151T-62 151T-70 151T-75 151T-110	3.5mm	dc-4.0	0-11/1 0-15/1 0-31/1 0-62/2 0-70/10 0-75/5 0-110/10	0.9 0.9 0.9 1.1 0.7 0.9 0.9	1	100	1.50 1.50 1.50 1.50 1.35 1.50 1.50		
152T-55 152T-70 152AT-70 152T-90	3.5mm	dc-26.5	0-55/5 0-70/10 0-70/10 0-90/10	0.9-2.98* 0.9-2.98* 0.9-2.98* 0.9-2.98*	1	100	1.40-1.80* 1.40-1.80* 1.40-1.80* 1.40-1.80*		

SOLID-STATE PROGRAMMABLES...to 2.5 GHz

Model Number	Connector Type	Frequency Range (GHz)	Incremental Attenuation Range (dB)	Insertion Loss (dB)	Average Power (Watts)	Maximum SWR	Page No.	
4206-63 4208-63.75	SMA	0.01-2.5	0-63/1 0-63.75/0.25	7.00-10.00* 8.50-13.00*	2/4**	1.40-150*	148	
4216-63 4218-63.75 4218-127	SMA	0.8-2.3	0-63/1 0-63.75/0.25 0-127/1	2.10-4.90*	+28 dBm	1.50	150	

*Varies with frequency.

**Unidirectional

Frequently Asked Questions about Programmable Attenuators....

What are the applications of Weinschel programmable attenuators?

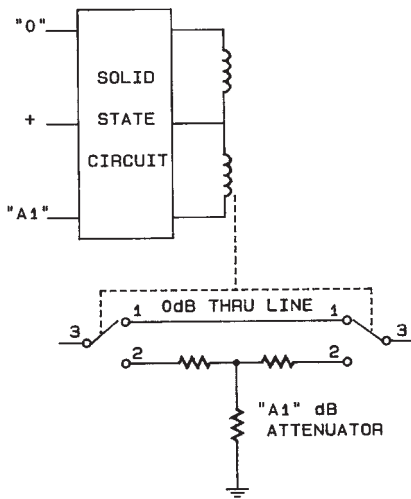
Weinschel's programmable attenuators are used to control the power of radio frequency and microwave signals. Applications include control of input power to signal measuring systems, control of output power from signal generating systems, adjustment power for BIT error rate testing, controlling losses in a signal path and simulating the signal fading of a microwave communication system....to name just a few.

How do they work?

Weinschel's programmable attenuators consist of a series of attenuation pads (cells) that are selectively inserted into the signal path via a control signal. An example is a series of cells such as 1, 2, 4, 8 and 16 dB arranged in a binary sequence. Such an attenuator is called a binary attenuator. Combinations of cells are switched "on" to provide attenuation steps from 0 dB to 31 dB. Another example is a unit having cell values of 10, 20 and 40 dB which will provide 10 dB steps between 0 dB and 70 dB.

How are the attenuators switched?

The basic structure of a programmable attenuator is shown below. There are several ways the attenuator pads are switched in and out of the RF path. Weinschel's 3200 series uses TO-5 can relay switches. These are useful up to 2.0 GHz and higher. Weinschel's 150 series operate up to 26.5 GHz and utilize reed switches housed within a precision machined cavity.



Future versions of Weinschel programmable attenuators will use solid state switching. They will have fast switching speeds but their frequency range is more limited than mechanical step attenuators. Whereas mechanically switched attenuators operate from DC to their maximum frequency, solid state attenuators have a lower frequency limit. Solid state attenuators also have lower isolation between control and through path.

How fast do the attenuators switch?

Switching speed of mechanically switched attenuators is typically between 6 and 35 msec. This is the maximum time between the application of the switching command to the cell and the cessation of contact bounce. This time is a function of switch structure and size.

What is a latching and non-latching attenuator?

Non-latching is also called momentary or fail-safe.

For the non-latching type, the attenuator is switched to the attenuation "on" position only so long as control power is applied to the switch. As soon as power is removed the switch reverts to its passive state or fail-safe state...usually the zero dB state. In latching attenuators each cell stays in the last setting even if power is removed. Latching attenuators have two control lines. One control line causes the attenuator to switch to the "attenuation on" setting while the other control line causes the attenuator to switch to the zero dB setting. There is normally a permanent magnet that holds the switch stable in either position.

Each version has its advantages and disadvantages. The non-latching switch requires constant power to the solenoid when in the "on" position. On the other hand the latching version requires greater switch current to overcome its permanent magnet.

How are the attenuators controlled?

The Model 3200 Series non-latching attenuators require only one 12 volt control line per cell. The direction of control current is not important. The Series 3220 latching versions require two control lines per cell and the direction of the current is important. The Model 3220 Series is a 12 volt latching attenuator using a grounded return line and two positive control lines.

The Model 150 Series is a latching version using one positive 5 volt or 24 volt common return line and two grounding control lines.

In order for switching to be guaranteed the voltage between common and control must be held within specified limits. Power supply regulation must be kept within range even while heavy switching current is being drawn. Any cable voltage drops must be added to the minimum control voltage to obtain the required power supply voltage at the attenuator.

Weinschel's programmable attenuators, such as the Model 3200 and new SmartStep Series feature on-board TTL drivers. TTL driver boards are also available for the Model 150 Series attenuators.





What is the switch life of these programmable attenuators?

Specified life for mechanical switches is normally in the range of 1 to 10 million switching. This specification is per switch, independent of the other switches in the attenuator. For the Model 150 series attenuators the specification is 5 million cycles, i.e. one cycle is the switch moving in both directions. These specifications are based on the mechanical life of the switch, however, other factors have an impact on attenuator life. High power operation can have an adverse effect on the switch contact surfaces. This can reduce the overall life of the switch by causing the attenuator performance to go outside its specification.

What is monotonicity?

A programmable step attenuator is considered monotonic if its attenuation always increases when it is commanded to increase. This applies on a per frequency basis. For instance the 20 dB setting at 1 GHz will always be less than the 21 dB setting at 1 GHz. This does not necessarily mean that the 20 dB setting at 1 GHz will always be less than the 21 dB setting 18 GHz. Monotonicity is influenced by the SWR of the individual attenuator cells as the cells are combined to form an attenuation value. It is also influenced by the summation of individual cell attenuation tolerances as the cells are combined.

What is the difference between insertion loss and incremental attenuation?

Programmable attenuators have insertion loss and also incremental attenuation. Insertion loss is the loss through the attenuator when all cells are switched to zero dB. It is the residual loss of the device itself. Insertion loss usually increases with frequency reaching several dB at the higher frequencies and generally has very flat frequency response. Incremental attenuation is the attenuation values of the attenuators cells relative to the insertion loss. Since insertion loss is always present, the performance of a programmable attenuator is always given as incremental attenuation relative to insertion loss. Insertion loss is considered part of the fixed performance of the system path in which the programmable attenuator is located.

What are the advantages of SmartStep Attenuators?

The SmartStep™ attenuators feature an internal microcontroller-based driver that provides a TTL-level digital interface for control of the attenuator relays (Figure 1). This card simplifies operation and interfacing requirements, while at the same time providing for greatly enhanced flexibility over past designs. User-selectable modes of operation include both parallel and serial I²C bus. The parallel mode provides a simple, one-bit per relay on/off control with internal pullups for use primarily in single attenuator applications. This mode allows the attenuator to be controlled via a variety of methods, such as a TTL-level digital output port, or mechanical toggle switches. The I²C

mode provides a two-wire serial bus structure and protocol for connecting a number of devices to a single host control interface, suitable for use in larger system and sub-system applications. The SmartStep™ contains non-volatile configuration memory that is used to hold a wide variety of attenuator and driver-dependent parameters, including serial number, attenuator cell dB values, relay configurations, and switching requirements, which are all accessible via the I²C interface. This frees the system designer from such low-level details, allowing faster integration. In either operational mode, the microcontroller enters an idle condition during periods of inactivity, turning off all on-board clocks, reducing EMI concerns, and lowering power consumption. On-board regulation for the digital circuitry allows the SmartStep™ to operate from a single input supply voltage.

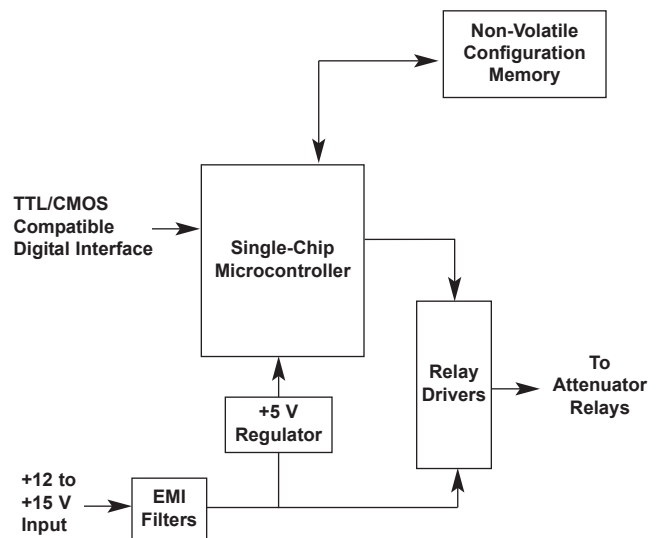


Figure 1. SmartStep Driver Circuitry

How can I control the SmartStep Attenuators?

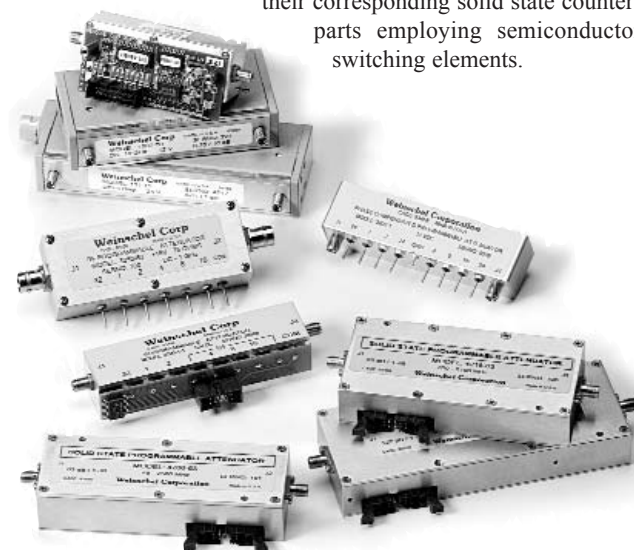
The communications interface (Model 8210A) provides a flexible, low cost solution for the operation of programmable step attenuators and other electromechanical devices under computer control. Designed to interface to Weinschel's new line of SmartStep™ programmable attenuators, the Model 8210A represents a new concept in device control applications for bench test and subsystem designs. The 8210A communications interface provides a high-level interface from various industry standard communications interfaces, including IEEE-488 and RS232/RS422/RS485, to the SmartStep's serial Driver Interface Bus.

Intermodulation Distortion in Programmable Attenuators....

Weinschel Corporation has been a major supplier of programmable attenuators to the RF industry for over 25 years. Historically the most demanding specifications for these components have been low insertion loss and SWR, combined with a reasonable life expectancy of several million switching cycles. This was usually adequate for RF instruments like spectrum analyzers and signal generators, wherein the attenuator bandwidth rather than the switching speed was of prime concern. To achieve wide bandwidths the programmable attenuators were mostly of electromechanical design and the linearity of these passive components was not only assumed but never questioned by any customer. Intermodulation distortion discussions and problems were usually limited to components such as amplifiers, mixers and filters.

In recent years, however, wireless communication systems employing complex digital modulation schemes, increased channel capacity, high transmit power and extremely low receiver sensitivity have put into question the linearity of passive components. Even very low level multi-tone intermodulation products generated by attenuators can seriously degrade the efficiency of a system/instrument if these products fall within the user pass-band. For two closely spaced tones at frequencies f_1 and f_2 , the third order IM products at $2f_1 - f_2$ and $2f_2 - f_1$, are the most harmful distortion products. They are harmful because they are located close to f_1 and f_2 and virtually impossible to filter out. In today's base stations the multicarrier power amplifier (MCPA) is replacing banks of single-channel amplifiers and their corresponding power combining network. MCPAs have the capability of carrying a number of modulation schemes simultaneously and can also employ schemes such as dynamic-channel-allocation (DCA) to use the allocated frequency spectrum more efficiently. The in-band intermodulation distortion (IMD) performance of these amplifiers is extremely critical and needs to be measured using low distortion programmable multi-tone generators whose IMD performance must be quite superior. This is discussed in the two case studies cited here.

Electromechanical programmable attenuators obviously provide a far superior IMD performance than their corresponding solid state counterparts employing semiconductor switching elements.



However, their slow switch speed, in the order of milliseconds, and short switch life in the order of 5-10 million cycles make them unattractive in some applications like cell phone testing and other ATE systems. Solid State programmable attenuators do overcome these two problems and are therefore included here for IMD performance comparison. It is not the intent of this brief article to go into the theory of intermodulation distortion. The goal here is to provide some good basic IMD test data for a variety of commercial programmable attenuators and let the end user select the most appropriate type for his application.

Measurement System and Parameters...

All test data presented here was generated using a commercially available Passive IM Analyzer, Summitek Model SI-800A which provides a fully integrated system for characterizing distortion produced by cables, attenuators and other passive devices. Although the system is capable of measuring both, through and reflected IM3, IM5, IM7 and IM9, the focus here is only on through IM for the most troublesome third order product, IM3. To carry out a meaningful comparison between different attenuators all measurements were carried out using two equal amplitude input tones at 869 MHz (f_1) and 891 MHz (f_2), the IM3 frequency being 847 MHz ($2f_1 - f_2$). Input carrier power was stepped in increments of 1 dB from -7dBm to +27dBm. All external adapters and cables were carefully selected to maintain the system's residual IM level of around -120 dBm. Although the system permitted receiver measurements between -70 to -120 dBm we restricted all measurements between -85 to -110 dBm by using a calibrated low IM coupler and attenuators at the output port of the DUT. One must be aware that the accuracy of such small signal measurements can easily be off by 2 to 3 dB so restricting the measurement dynamic range helps reduce the receiver non-linearity error. Measurements were done over several days to ensure stability and repeatability.

Distortion Comparison for Basic Types of Programmable Attenuators...

The programmable attenuators discussed here are the switched type with a discrete number of 'cells'. Switching between the zero and attenuate state on each cell is achieved by a DPDT switch configuration. The cell values are usually in a binary sequence. For example a 6 cell/6 bit unit could have 1, 2, 4, 8, 16 and 32 dB sections providing a 63 dB dynamic range in 1dB increments. Four basic families of programmable attenuators are compared, each family being identified by the switch element used to achieve the transfer from zero to attenuate state.

For the purposes of distortion comparison it was deemed necessary to select units with similar electrical length and/or programmability. Both the electromechanical units, TO5 relay and edge-line type, had an electrical length of about 20 cms. The two solid state units had 6 cell programmability yielding 63 dB in 1 dB step size. All IM3 vs Pin measurements were done with the attenuators programmed to be in their characteristic zero insertion loss state. The zero state was selected because it generated the highest IM3 levels. The graph below shows the



obvious compromise in IMD performance for the two solid state types. It is worth noting that the IM3 vs Pin slope is not exactly 3:1 as would be the case in a perfect third order device. The theoretical two tone third order intercept point, IP3, commonly used as a figure of merit for comparing linearity is shown in the following table at two different input power levels. The input IP3 is derived from the following relation:

$$\text{Input IP3} = \frac{3(\text{Pin} - \alpha) - \text{IM3}}{2} + \alpha$$

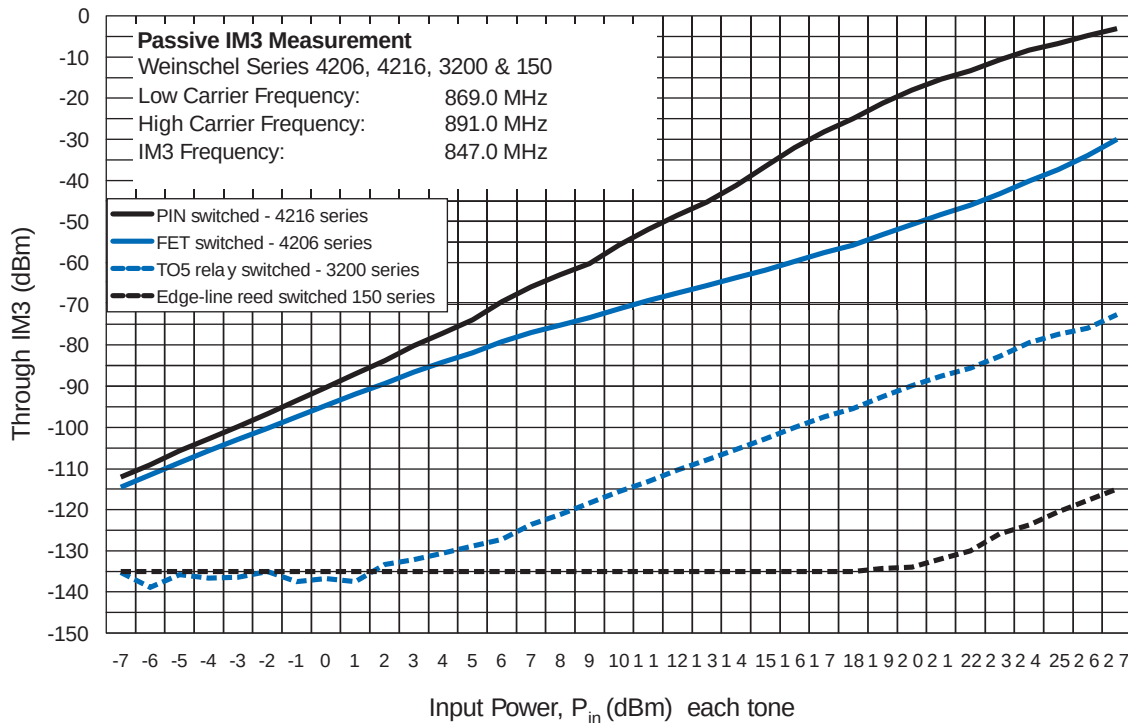
where α = zero insertion loss of each unit @ 847 MHz, the IM3 frequency. IM3 and Pin are selected from Table 1.

TABLE 1. SPECIFICATION COMPARISONS:

Parameter	Attenuator Type			
	PIN	FET	Relay	Edge-Line
IP3 @ 10 dBm	42.0 dBm	48.0 dBm	72 dBm	98 dBm*
IP3 @ 24dBm	39.0 dBm	53.5 dBm	75 dBm	98 dBm
I. Loss	2.0 dB	5.0 dB	1.5 dB	0 dB
Switching Time	2 μ sec	2 μ sec	5 msec	20 msec
Switch Life	∞	∞	10 million	5 million
Frequency (GHz)	0.1-2.5	0.01-2.5	dc-3	dc-26.5

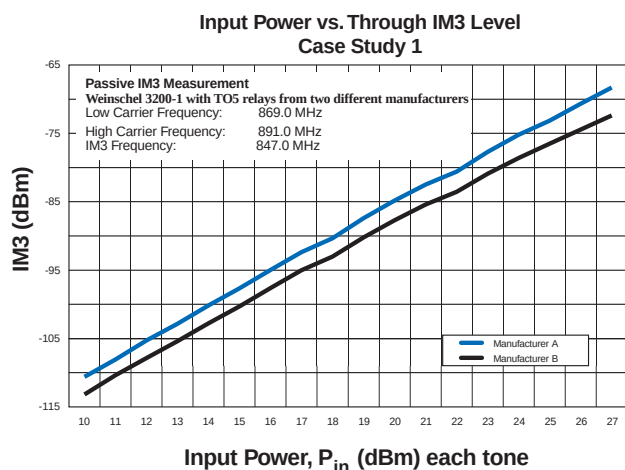
* NOTE: Although the actual IM3 was not measurable the curve for the edge-line unit is linear and predictable unlike the two curves for the solid state attenuators. If we were to extrapolate this curve we would get the same IP3 figure of +98dBm as expected.

IM3 Performance of Electromechanical & Solid State Programmable Attenuators



Case Study 1

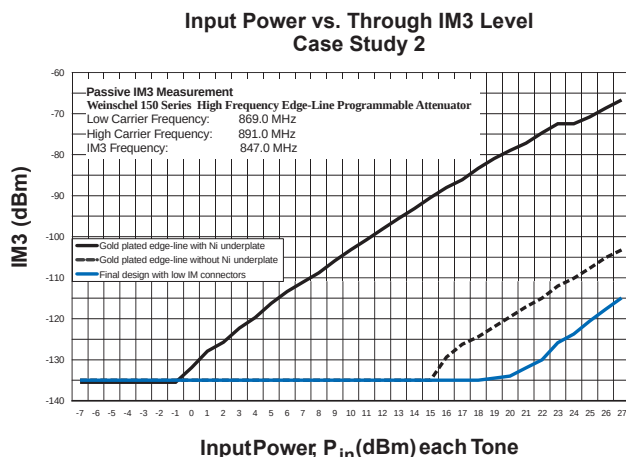
RDL, Inc. offers its IMD series Phase Aligned 8 tone generators to test intermodulation distortion in multi-carrier power amplifiers. The output level of these generators is accurately controlled using a Weinschel TO5 relay based programmable attenuator offering over 60 dB dynamic range. Eight +13 dBm carriers are input to the attenuator. In MCPAs with feedforward correction, in-band IMD levels could be as low as -75 dBc so RDL wanted at least -85 dBc at the output of their generator. The first problem was that Weinschel could not simulate the exact test conditions. This was readily resolved by establishing a good correlation between our two tone IM3 measurement and RDL's 8 tone test. Having employed the best plating techniques and using good low IM connector design the attenuator was still short of the required IMD spec. The final improvement was achieved by extensive testing on relays from three different manufacturers. Figure 2 shows IM3 plots of the two best performers. Manufacturer B consistently provided a 4 to 5 dB improvement at the two tone level at Pin of +22dBm and higher. This corresponded to an acceptable output distortion level for the RDL generator.



Case Study 2

Matrix Test Equipment, Inc. manufactures ultra low distortion multi-tone signal generators. Their units offer up to 160 channels from 5 MHz through 1 GHz. Each carrier can be leveled as high as +10 dBm. One of their most stringent requirements is a cross modulation test. The Matrix generator specification is -100 dB below the sideband of a 100% amplitude modulated carrier, which is -110 dBc. The actual components used in the critical path had to measure -120 dBc or better. Their generator needed an ultra linear attenuator to provide a programmed output level in 0.5 dB increments. Relay based units were tested and found to be unacceptable. The high performance edge-line attenuators were expected to solve the problem but at first they too fell short, but mainly in their zero attenuation state, which generates maximum distortion. Prior to supplying these units to Matrix no customer had asked for a distortion specification on these supposedly passive attenuators. Environmental performance had warranted the use of nickel underplate on the edge lines. This was disclosed to the customer and suspected to be

the prime cause of high IMD levels. Since the unit was going to be mounted in a benign environment, elimination of the nickel underplate was not thought to be a problem. Figure 3 demonstrates the tremendous reduction in IM3 levels upon elimination of the nickel underplate—a significant 40 dB! A further 10-15 dB improvement was achieved by redesigning the connectors to reduce their passive IMD. The IM improvement in these connectors would have served no purpose prior to the elimination of nickel. This is because the main source of distortion lay behind the connector back plane, along the edge transmission line, which had a far greater electrical length than the two connectors.



Conclusion

Abundant intermodulation test data for four families of programmable attenuators has been presented in an easy format, together with their other key performance features. This should enable instrument and system designers to select the most suitable type for their application.

The two case studies have also demonstrated that an OEM component supplier cannot possibly simulate the different distortion test scenarios of every customer. Such tests would be extremely varied, complex and cost prohibitive. The IM analyzer used at Weinschel was indeed a narrow band instrument and one might be concerned about the unit's performance at other frequencies. This is a legitimate concern for the solid state types, in which the distortion mechanism is a strong function of the operating frequency. For the broadband electromechanical types this is not a major issue. However, with a meaningful two tone intermodulation measurement it is quite possible to get an excellent correlation with the customer's test conditions and thereby come up with a corresponding specification under the two tone test. It is helpful though, to be able to replicate the total power level that the unit would be subjected to in the field.

Author: Jimmy Dholoo, VP Engineering @ Weinschel

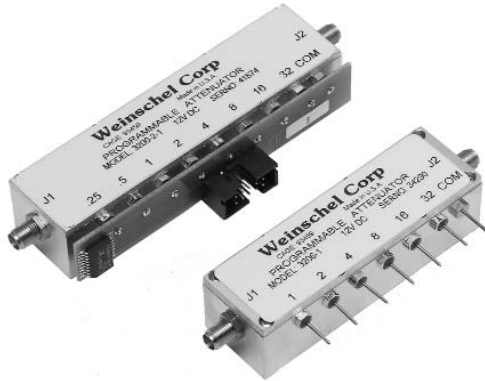
© April 1999, Wireless Design & Development



Model 3200, 3201, 3205, 3206 & 3209 Programmable Attenuators

dc to 2.0/3.0 GHz
1 Watt

Wide Selection of Attenuation Ranges & Steps



Features

- /// **Widest Selection of Attenuation Ranges and Step Sizes**
- /// **High Quality Construction and Connectors**
- /// **Special Configurations Available Upon Request**
 - Custom Cell/Step Size Configurations
 - 3.0 GHz and Higher Frequencies

Description

The 3200 Series Programmable Step Attenuators are designed for use in automatic test equipment and OEM systems operating in the dc to 3 GHz frequency range. This series is available in many standard attenuation ranges and cell configurations. Custom designed configurations are available upon request. Each cell contains a standard TO-5 type double-pole, double-throw relay that provides a zero path or attenuated path for the RF signal.

Microstrip circuitry and special compensation techniques produce flat attenuation versus frequency characteristics. The microstrip construction, using thick-film circuit elements, ensures product uniformity. To minimize RF leakage, the 3200 Series Attenuators are provided with gold-plated contact areas and feedthrough filters at each control terminal.

Specifications

NOMINAL IMPEDANCE: 50 Ω

FREQUENCY RANGE:

dc to 2.0 GHz: 3200-1, 3200-2, 3201-1, 3201-2, 3205-1, 3205-2, 3205-3, 3206-1, 3209-1

dc to 3.0 GHz: 3200-1E, 3200-2E, 3201-1E, 3205-3E, 3206-1E, 3209-1E

CELL CONFIGURATIONS:

Model Number	NO. Cells	Attenuation Range/Steps (dB)	Cell Increments (dB)
3200-1 3200-1E	8	127/1	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64*
3200-2 3200-2E	8	63.75/0.25	0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32
3201-1 3201-1E	5	31/1	1, 2, 4, 8, 16
3201-2	5	120/10	10, 20, 30, 60**
3205-1	4	70/10	10, 20, 20, 20
3205-2	4	55/5	5, 10, 20, 20
3205-3 3205-3E	4	1.5/0.1	0.1, 0.2, 0.4, 0.8
3206-1 3206-1E	6	63/1	1, 2, 4, 8, 16, 32
3209-1 3209-1E	10	64.5/0.1	0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1, 2, 4, 8, 16, 32

*64 dB cell comprised of two 32 dB cells

**60 dB cell comprised of two 30 dB cells

MAXIMUM SWR:

Freq Range (GHz)	3200-1 3200-2	3200-1E 3200-2E 3201-1E 3205-3E	3201-X 3205-X 3206-X	3206-1E	3209-1	3209-1E
dc - 0.2	1.30	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35
0.2 - 2	1.25	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35
2 - 3	---	1.40	---	1.35	---	1.45

INCREMENTAL ATTENUATION ACCURACY:

Frequency Range (GHz)	Accuracy
dc - 0.5	± 0.2 dB or 0.5%
0.5 - 1	± 0.2 dB or 1.0%
1 - 3	± 0.3 dB or 2.0%

MONOTONICITY: dc to 3.0 GHz

INCREMENTAL TEMPERATURE COEFFICIENT:

30 and 32 dB Cells: 0.00005 dB/dB/°C
All other cells: 0.00002 dB/dB/°C

Specifications - Con't

MAXIMUM INSERTION LOSS (dB):

Frequency Range (GHz)	3200-1 3200-2	3200-1E 3200-2E	3201-1 3201-2	3205-X	3201-1E	3205-3E	3206-1	3206-1E	3209-1	3209-1E
dc - 0.5	2.80	2.20	1.80	1.80	1.50	1.25	2.00	1.50	3.50	3.00
0.5 - 1.0	3.50	3.00	2.40	2.30	1.80	1.75	2.70	2.00	4.50	3.50
1.0 - 1.5	4.25	3.20	3.00	2.80	2.25	2.25	3.30	2.50	5.60	4.00
1.5 - 2.0	4.75	3.70	3.75	3.30	2.50	2.50	4.00	2.80	6.70	4.50
2.0-3.0	---	4.90	---	---	3.40	3.40	---	3.70	---	5.50

POWER RATING: 1 watt average to 25°C ambient temperature, derated linearly to 0.25 watt @ 71°C. 50 watts peak (5 m sec pulse width; 1% duty cycle)

POWER COEFFICIENT: <0.005 dB/dB/watt

RATED SWITCH LIFE: 5 million cycles operations per cell @ 0 dBm

SWITCHING TIME: 6 msec. maximum at nominal rated voltage

RELEASE TIME: 3 msec maximum

CYCLING RATE: 5 Hz maximum per relay

OPERATING VOLTAGE: +12V (+ 16V maximum; +10V minimum)

OPERATING CURRENT:

2 GHz Models: 14 mA typical per cell @ +12V

3 GHz Models: 30 mA typical per cell @ +12V

TEMPERATURE RANGE (Operating): -55°C to +71°C

CALIBRATION: Test data is available at additional cost.

CONNECTORS: SMA female connectors per MIL-STD-348 interface dimensions - mate nondestructively with MIL-C-39012 connectors.

CONTROL TERMINALS: 0.040 inch. (1 mm) diameter solderable leads. May be used with PC board sockets/receptacles.

CONSTRUCTION:

Housing: Aluminum

Connectors: Stainless steel body and beryllium copper contacts.

Control terminals: Brass/Copper, Silver plated

WEIGHT (Typical):

3200-1, 3200-2, 3200-1E & 3200-2E: 117 g (4.1 oz)

3201-1 & 3201-1E: 89 g (3.1 oz)

3201-2: 96 g (3.4 oz)

3205-1, 3205-2, 3205-3, 3205-3E: 77 g (2.7 oz)

3206-1, 3206-1E: 99 g (3.5 oz)

3209-1, 3209-1E: 159 g (5.6 oz)

MODEL NUMBER DESCRIPTION:

Example:

3200-X* - X

Basic Model
Number

TTL Option
(Add -1 or -2)
Example: 3200-1-1

*Refer to Cell Configuration table for available attenuation ranges and step sizes. Add E for 3 GHz designs, check table for available models.

CONTROL CONFIGURATION:

Standard Unit: One terminal is connected to case ground and the remaining terminals are provided for activation of individual cells. Attenuation is fail-safe to "0" setting in the absence of a control voltage. Application of a voltage (+) to a particular cell causes it to switch to the attenuate position.

Units with TTL Option: Units with this option are supplied with a very low profile connectorized TTL interface board mounted directly to the control terminals. This TTL interface option is available with either a 10 pin ribbon cable connector or a 15 pin "D" connector (**limited models**, refer to list below). Each type is supplied with a mating connector. Refer to Physical Dimensions for mating connector pin/wiring details. Two wires are specified for supply voltage and ground. The remaining wires will accept TTL control signals to activate or de-activate a particular attenuation cell. A TTL high will energize a cell to the high attenuation state, whereas a TTL low will maintain a cell in its zero attenuation state.

To order 3200 Series Attenuators with this option add -1 to basic model number for ribbon cable connector and -2 for the "D" connector. Example: Model 3201-1 with a TTL interface board would be 3201-1-1. Mating connector is provided. To order a TTL Driver board separately for an existing 3200 Series Attenuator, use the following:

Basic Model No.	TTL BD Kit Part No. 10 Pin Ribbon	TTL BD Part No. 15 Pin "D" CONN
3200-1, 3200-1E	101-1780	101-1798-000**
3200-2, 3200-2E	101-1780	101-1798-000**
3201-1, 3201-2E	101-1781	101-1798-001**
3201-2	101-1781	101-1798-001**
3205-1	101-1781	101-1798-001**
3205-2	101-1781	101-1798-001**
3205-3, 3205-3E	101-1781	101-1798-001**
3206-1, 3206-3E	101-1781	N/A
3209-1, 3209-1E	101-1804-000*	N/A

* 14 pin ribbon connector.

** 3 FT TTL Interface Cable Part No. 101-1805 supplied with unit.

Note: Control is non-latching and requires a continuous control signal for the period of time in which attenuation is required.



TTL DRIVER SPECIFICATIONS:

INTERFACE CONNECTOR: Option -1 (Models 3200, 3201, 3205 and 3206): 10 pin .025 square post header on .1 center, mates with Amp connector 746285-1 or equivalent. Option -1 (3209): 14 pin .025 square post header on .1 center, mates with Amp connector 746285-2 or equivalent. Option -2: 15 pin D Socket Connector, mates with Cannon connector DA-15S or equivalent.

INPUT VOLTAGE: V_{IN} High = +2.0V minimum
+5.0V typical
Vcc maximum
 V_{IN} Low = 0 minimum
0.8 maximum

INPUT CURRENT: I_{IN} ($V_{IN}=2.4$ V) = 55 m A
 I_{IN} ($V_{IN}=3.85$ V) = 280 m A

SUPPLY CURRENT (Digital Section): $I_{CC}=25.0$ mA maximum

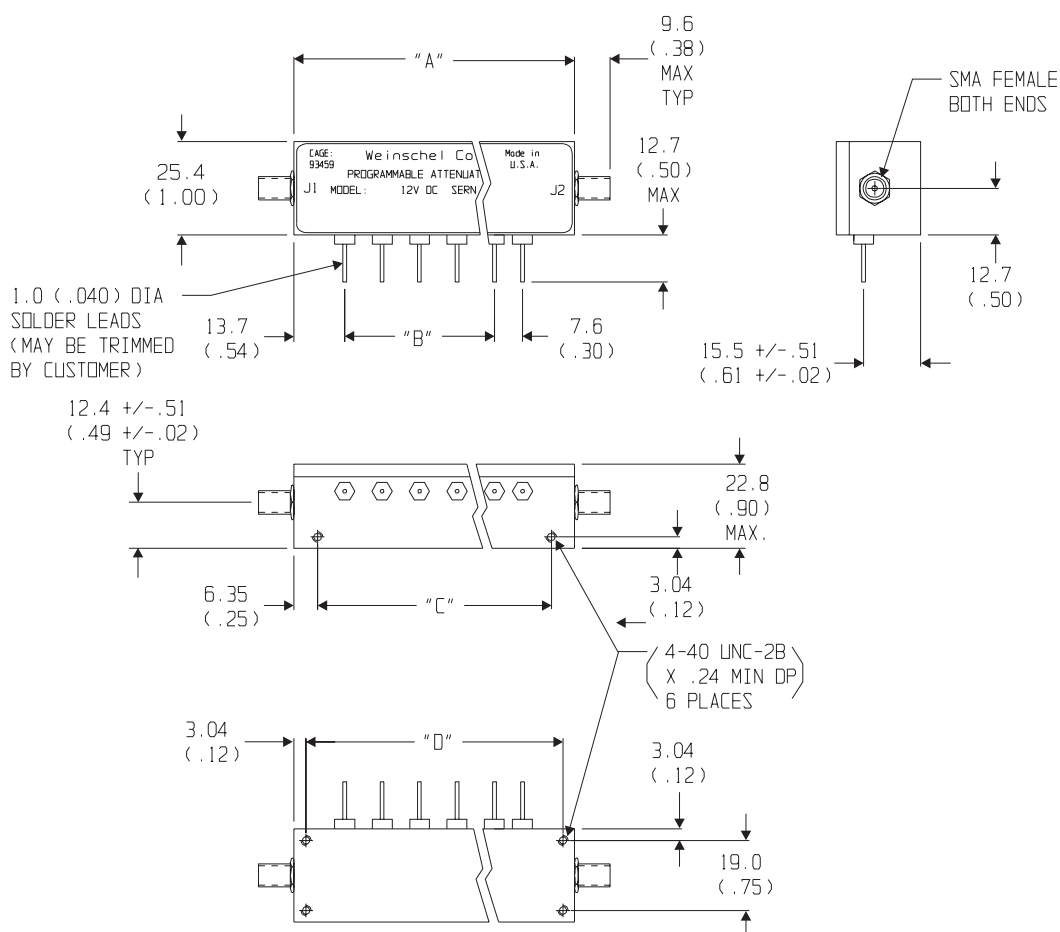
SUPPLY CURRENT (per cell continuous): $I_{CC}=25.0$ mA maximum for 2 GHz models and 30 mA per cell for 3 GHz models.

SUPPLY VOLTAGE: $V_{CC}=+12.0$ to +15V

TEMPERATURE RANGE (Operating): -40°C to +70°C

NEW SMARTSTEP DRIVER MODELS: Most 3200s are available with a SmartStep interface\driver cards. These are designed to interface with our 8210A Series SmartStep Controllers which greatly simplifies computer control applications. Refer to Model 3200T and 3201T data sheet for more information.

PHYSICAL DIMENSIONS:

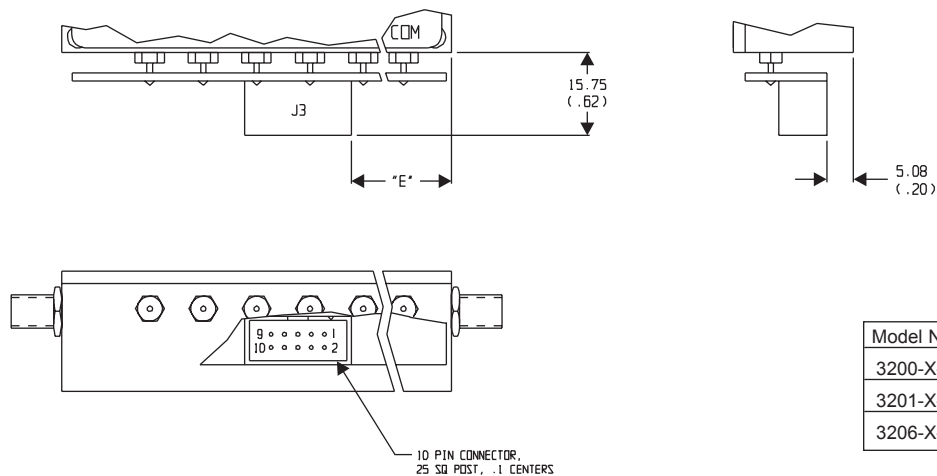


Model No.	No. Cells	A	B	C	D
3200-X	8	101.6 (4.0)	7 EQ SPCS @ 10.16 (.40) = 71.1 (2.80)	88.9 (3.50)	95.2 (3.75)
3201-X	5/4	76.2 (3.00)	4 EQ SPCS @ 10.16 (.40) = 40.64 (1.60)	63.5 (2.50)	69.8 (2.75)
3205-X	4	58.9 (2.32)	3 EQ SPCS @ 10.16 (.40) = 30.5 (1.20)	46.2 (1.82)	52.6 (2.07)
3206-X	6	81.3±0.5 (3.20±0.02)	5 EQ SPCS @ 10.16 (.40) = 50.8 (2.00)	68.6 (2.70)	75.18 (2.96)

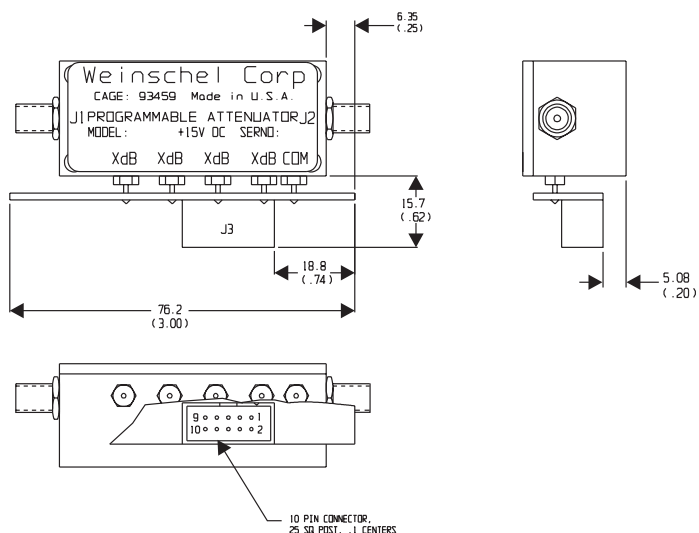
NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

PHYSICAL DIMENSIONS:

TTL OPTION -1 (3200, 3201, 3206):



TTL OPTION -1 (3205):



Control Connector J3 Pin Locations:

TTL Conn PIN No. (J3)	3200-1-1 dB (Cell)	3200-2-1 dB (Cell)	3201-1-1 dB (Cell)	3201-2-1 dB (Cell)	3205-1-1 dB (Cell)	3205-2-1 dB (Cell)	3205-3-1 dB (Cell)	3206-1-1 dB (Cell)
1	32	0.25	NC	NC	NC	NC	NC	NC
2	1	0.5	NC	NC	NC	NC	NC	NC
3	2	1	1	30	NC	NC	NC	1
4	32*	2	2	10	10	5	0.1	2
5	4	4	4	30**	20	10	0.2	4
6	8	8	8	20	20	20	0.4	8
7	16	16	16	30**	20	20	0.8	16
8	32*	32	NC	NC	NC	NC	NC	32
9	COM	COM	COM	COM	COM	COM	COM	COM
10	+Vcc	+Vcc	+Vcc	+Vcc	+ Vcc	+ Vcc	+Vcc	+ Vcc

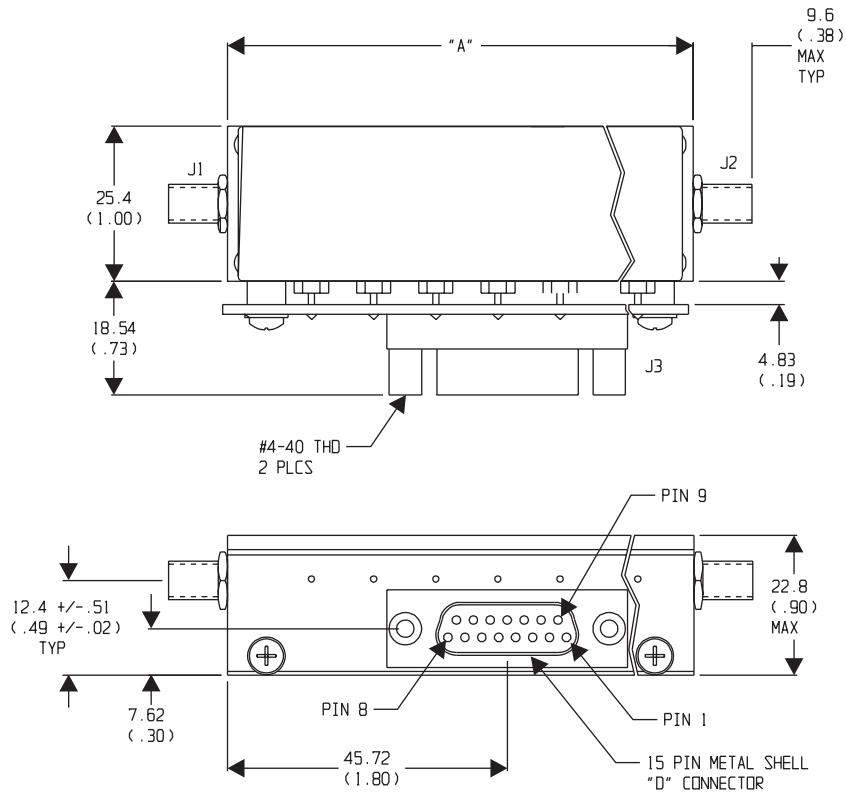
*64 dB cell comprised of two 32 dB cells
 **60 dB cell comprised of two 30 dB cells
 NC = Not Connected

NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.



PHYSICAL DIMENSIONS:

TTL Driver Option -2 (3200, 3201, 3205):



Model No.	A
3200-X-2	101.6 (4.00)
3201-X-2	76.2 (3.00)
3205-X-2	76.2 (3.00)

Control Connector J3 Pin Locations:

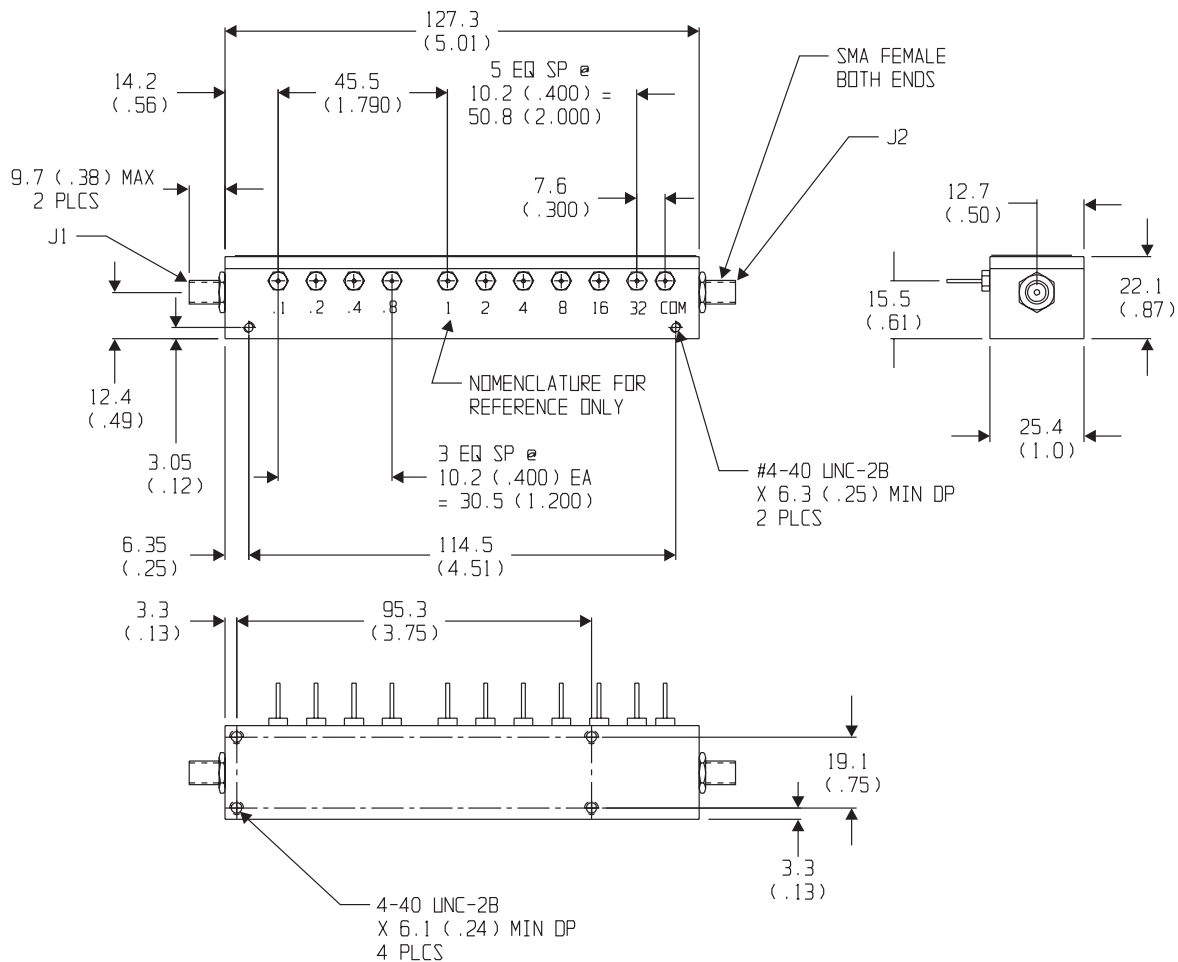
"D" Conn PIN No. (J3)	3200-1-2 dB (Cell)	3200-2-2 dB (Cell)	3201-1-2 dB (Cell)	3201-2-2 dB (Cell)	3205-1-2 dB (Cell)	3205-2-2 dB (Cell)	3205-3-2 dB (Cell)	Cable (P/N 101-1805) Color Code
1	32	32	NC	NC	NC	NC	NC	BRN
2	16	16	NC	NC	NC	NC	NC	YEL
3	8	8	NC	NC	NC	NC	NC	GRN
4	4	4	16	30**	20	20	0.8	LT BLU
5	32	0.25	1	30**	NC	NC	NC	VIO
6	1	0.5	2	10	10	5	0.1	GRY
7	2	1	4	30	20	10	0.2	WHT
8	32*	2	8	20	20	10	0.4	WHT/BLK
9	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	RED
10	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	BLK
11	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	---
12	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	---
13	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	---
14	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	---
15	+Vcc	+Vcc	+Vcc	+Vcc	+Vcc	+Vcc	+Vcc	ORN

*64 dB cell comprised of two 32 dB cells
 **60 dB cell comprised of two 30 dB cells
 NC = Not Connected

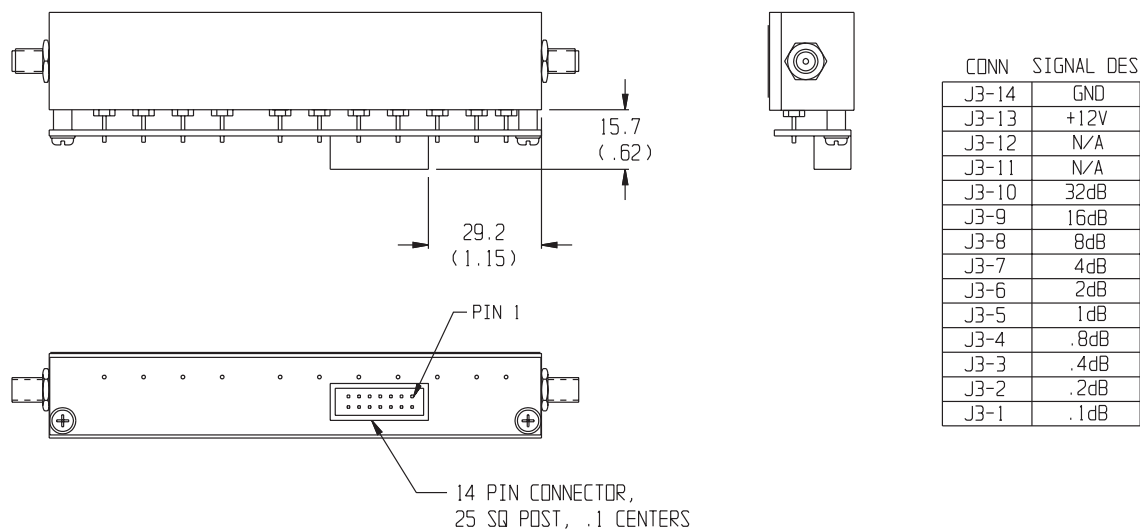
NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

PHYSICAL DIMENSIONS:

Model 3209-1:



Model 3209-1-1 (TTL Option -1):



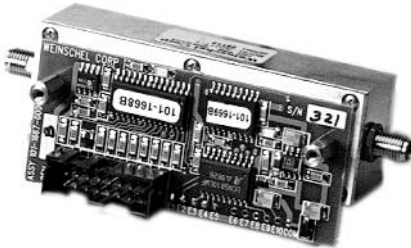
NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.



Model 3200T, 3201T, 3205T, 3206T, 3209T SmartStep™ Programmable Attenuators

dc to 2.0/3.0 GHz
1 Watt

Greatly Simplifies OEM & System Design!



Features

- /// **Widest Selection of Attenuation Ranges and Steps Sizes**
- /// **Built-In TTL/CMOS Interface\ SmartStep Driver Circuitry**
- /// **High Quality Construction and Connectors**
- /// **Special Configurations Available Upon Request**
 - Custom Cell/Step Size Configurations
 - 3.0 GHz and Higher Frequencies

Description

Weinschel Corporation *SmartStep*™ line of intelligent programmable step attenuators with a built-in digital interface are designed to simplify the control and integration of these devices into subsystem and bench applications. This series of Programmable Step Attenuators is designed for use in automatic test equipment and OEM systems operating in the dc to 2 GHz frequency range. These models are available in many standard attenuation ranges and cell configurations. Each cell contains a standard TO-5 type double-pole, double-throw relay that provides a minimum loss or attenuated path for the RF signal.

Microstrip circuitry and special compensation techniques produce flat attenuation versus frequency characteristics. The microstrip construction, using thick-film circuit elements, ensures product uniformity. To minimize RF leakage, the 3200T Series Attenuators are provided with gold-plated contact areas and feedthrough filters at each control terminal.

Specifications

NOMINAL IMPEDANCE: 50 Ω

FREQUENCY RANGE:

dc to 2.0 GHz: 3200T-1, 3200T-2, 3201T-1, 3201T-2,
3205T-1, 3205T-2, 3205T-3, 3206T-1,
3209T-1

dc to 3.0 GHz: 3200T-1E, 3200T-2E, 3201T-1E,
3205T-3E, 3206T-1E, 3209T-1E

CELL CONFIGURATIONS:

Model Number	NO. Cells	Attenuation Range/Steps (dB)	Cell Increments (dB)
3200T-1 3200T-1E	8	127/1	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64*
3200T-2 3200T-2E	8	63.75/0.25	0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32
3201T-1 3201T-1E	5	31/1	1, 2, 4, 8, 16
3201T-2	5	120/10	10, 20, 30, 60**
3205T-1	4	70/10	10, 20, 20, 20
3205T-2	4	55/5	5, 10, 20, 20
3205T-3 3205T-3E	4	1.5/0.1	0.1, 0.2, 0.4, 0.8
3206T-1 3206T-1E	6	63/1	1, 2, 4, 8, 16, 32
3209T-1 3209T-1E	10	64.5/0.1	0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1, 2, 4, 8, 16, 32

*64 dB cell comprised of two 32 dB cells

**60 dB cell comprised of two 30 dB cells

MAXIMUM SWR:

Freq Range (GHz)	3200T-1 3200T-2	3200T-1E 3200T-2E	3201T-X 3205T-X 3206T-X	3201T-1E 3205T-3E 3206T-1E	3209T-1	3209T-1E
dc - 0.2	1.30	1.20	1.25	1.20	1.35	1.35
0.2 - 2	1.25	1.20	1.25	1.20	1.35	1.35
2 - 3	---	1.40	---	1.30	---	1.45

INCREMENTAL ATTENUATION ACCURACY:

Frequency Range (GHz)	Accuracy
dc - 0.5	± 0.2 dB or 0.5%
0.5 - 1	± 0.2 dB or 1.0%
1 - 3	± 0.3 dB or 2.0%

MONOTONICITY: dc to 3.0 GHz

INCREMENTAL TEMPERATURE COEFFICIENT:

30 and 32 dB Cells: 0.00005 dB/dB/°C
All other cells: 0.00002 dB/dB/°C

Specifications - Con't

MAXIMUM INSERTION LOSS (dB):									
Frequency Range (GHz)	3200T-1 3200T-2	3200T-1E 3200T-2E	3201-1 3201-2	3205T-X	3201T-1E 3205T-3E	3206T-1	3206T-1E	3209T-1	3209T-1E
dc - 0.5	2.80	2.00	1.80	1.80	1.25	2.00	1.50	3.50	3.00
0.5 - 1.0	3.50	2.70	2.40	2.30	1.75	2.70	2.00	4.50	3.50
1.0 - 1.5	4.25	3.00	3.00	2.80	2.25	3.30	2.50	5.60	4.00
1.5 - 2.0	4.75	3.50	3.75	3.30	2.50	4.00	2.80	6.70	4.50
2.0-3.0	- - -	4.30	- - -	- - -	3.40	- - -	3.70	- - -	5.50

POWER RATING: 1 watt average to 25°C ambient temperature, derated linearly to 0.25 watt @ 71°C. 50 watts peak (5 µsec pulse width; 1% duty cycle)

POWER COEFFICIENT: < 0.005 dB/dB/watt

RATED SWITCH LIFE: 5 million cycles operations per cell @ 0 dBm

CYCLING RATE: 5 Hz maximum per relay

DRIVER INTERFACE:

Input Supply Voltage: +12.0 to +15. V
Control Signals: TTL/CMOS compatible
Interface Modes: parallel/ I²C serial

DC Characteristics (at 25 °C):

Parameter	Specification
V _{IL} Low-level input V:	-0.5V min, 0.8V max
V _{IH} High-level input V:	2.0V min, 5.25V max
I _{PU} Pullup current	50 mA min, 400 mA max
V _{IN} Supply Voltage:	+12.0 to +15.0V
I _{IN} Supply current:	25 µA
(digital section)	
I _{CELL} Supply current:	15 mA
(per cell) continuous	

TEMPERATURE RANGE (Operating): -20°C to +70°C

CALIBRATION: Test data is available at additional cost.

CONNECTORS: SMA female connectors per MIL-STD-348 interface dimensions - mate nondestructively with MIL-C-39012 connectors.

INTERFACE CONNECTOR: 14 pin .025 square post header on .1 center. Mates with Amp connector 746285-2 or equivalent.

CONSTRUCTION:

Housing: Aluminum
Connectors: Stainless steel body and beryllium copper contacts.

WEIGHT:	3200T-X	165 g (8.4 oz)
	3201T-X	132 g (7.3 oz)
	3205T-X	132 g (7.3 oz)
	3206T-X	132 g (7.3 oz)
	3209T-X	218 g (9.7 oz)

ACCESSORIES

SmartStep Interface: The Model 8210A SmartStep Interface provides a flexible, low cost solution for the operation of programmable step attenuators and other electromechanical devices under computer control. Designed to interface to Weinschel's new line of SmartStep programmable attenuators, the 8210A represents a new concept in device control applications for bench test and subsystem designs. The 8210A provides a high-level interface from various industry standard communications interfaces, including IEEE-488 and RS232/RS422/RS485, to the SmartStep's serial Driver Interface Bus.

CONTROL CONFIGURATION:

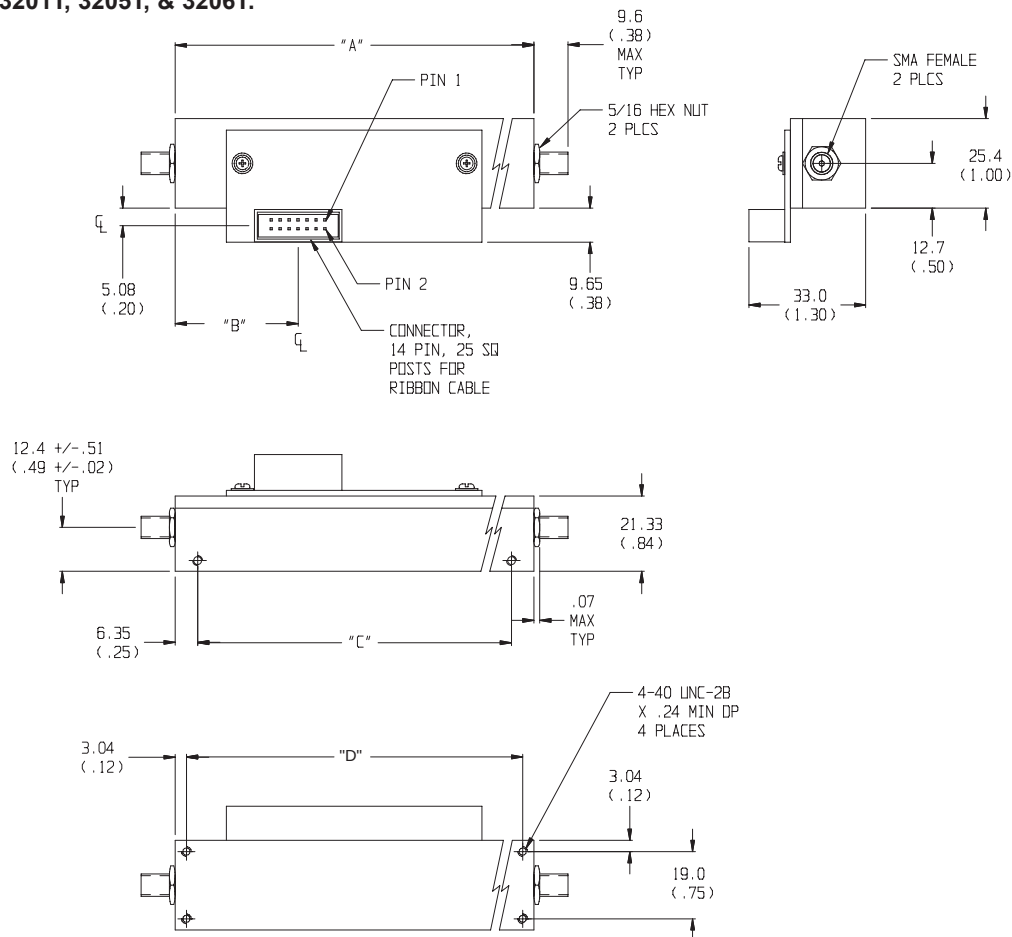
The SmartStep attenuators feature an internal microcontroller-based driver that provides a TTL-level digital interface for control of the attenuator relays. This card simplifies operation and interfacing requirements, while at the same time providing for greatly enhanced flexibility over past designs. User-selectable modes of operation include both parallel and serial I²C bus. The parallel mode provides a simple, one-bit per relay on/off control with internal pullups for use primarily in single attenuator applications. This mode allows the attenuator to be controlled via a variety of methods, such as a TTL-level digital output port, or mechanical toggle switches. The I²C mode provides a two-wire serial bus structure and protocol for connecting a number of devices to a single host control interface, suitable for use in larger system and sub-system applications. The SmartStep contains non-volatile configuration memory that is used to hold a wide variety of attenuator and driver-dependant parameters, including serial number, attenuator cell dB values, relay configurations, and switching requirements, which are all accessible via the I²C interface.

In either operational mode, the microcontroller enters an idle condition during periods of inactivity, turning off all on-board clocks, reducing EMI concerns, and lowering power consumption. On-board regulation for the digital circuitry allows the SmartStep to operate from a single input supply voltage.



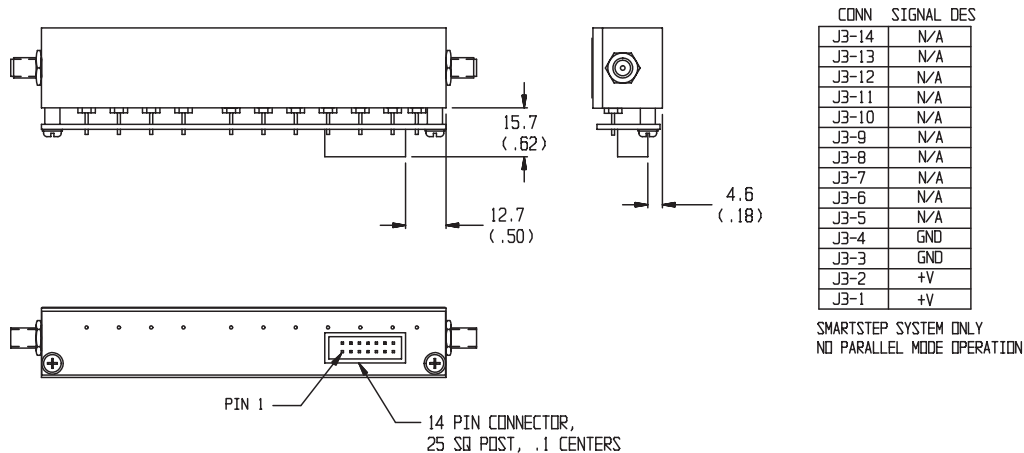
PHYSICAL DIMENSIONS:

Model 3200T, 3201T, 3205T, & 3206T:



Model No.	No. Cells	A	B	C	D
3200T-X	8	101.6 (4.0)	34.8 (1.37)	88.9 (3.50)	95.2 (3.75)
3201T-X	5/4	76.2 (3.00)	22.1 (0.87)	63.5 (2.50)	69.8 (2.75)
3205T-X	4	72.4 (2.85)	22.1 (0.87)	46.2 (1.82)	52.6 (2.07)
3206T-X	6	81.3±0.5 (3.20±0.02)	24.0 (0.98)	68.6 (2.70)	75.18 (2.96)

Model 3209T:



NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

Model 3250 & 3250T RF Programmable Attenuators

dc to 1.0 GHz
1 Watt/75 Ω

Ideal for Wireless/Cellular Modem Applications.



Features

- /// Cost Effective design for Wireless/Cellular Applications
- /// Optional TTL or SmartStep Interface
- /// Custom Configurations including bus controlled attenuator subsystems

Specifications

NOMINAL IMPEDANCE: 75 Ω
FREQUENCY RANGE: dc to 1.0 GHz:

MAXIMUM SWR:

Frequency Range (GHz)	SWR
dc - 0.5	1.20
0.5 - 1.0	1.30

CELL CONFIGURATIONS:

Model Number	NO. Cells	Attenuation Range/Steps (dB)	Cell Increments (dB)
3250-63	6	63/1	1, 2, 4, 8, 16, 32

INCREMENTAL ATTENUATION ACCURACY:

Frequency Range (GHz)	Accuracy
dc - 0.5	± 0.3 dB or 2.0%
0.5 - 1.0	± 0.4 dB or 2.0%

MAXIMUM CHARACTERISTIC ZERO LOSS (dB):

Frequency Range (GHz)	Loss (dB)
dc - 0.5	2.25
0.5 - 1.0	4.75

RATED SWITCH LIFE: 5 million operations per cell (typ)
SWITCHING TIME: 8 msec. maximum @ nominal rated voltage.

CYCLING RATE: 5 Hz maximum

OPERATING VOLTAGE: +11V to +16V
 +12V to +17V (TTL opt -1)

OPERATING CURRENT: 16 mA maximum per cell

TEMPERATURE RANGE (Operating): -40 to +70°C

POWER RATING: 1 watt average, 50 watts peak (5 μ sec pulse width; 1% duty cycle)

CONNECTORS: BNC female connectors per MIL-STD-348 interface dimensions - mate nondestructively with MIL-C-39012 connectors.

CONTROL TERMINALS: 0.040 inch. (1 mm) diameter solderable leads

CONSTRUCTION:

Housing: Aluminum
 Connectors: Nickel plated brass body and beryllium copper contacts.

WEIGHT: 3250 140 g (4.5 oz)
 3250T 189 g (4.9 oz)

ACCESSORIES

SmartStep Interface: The Model 8210A SmartStep Interface provides a flexible, low cost solution for the operation of programmable step attenuators and other electromechanical devices under computer control. Designed to interface to Weinschel's new line of SmartStep programmable attenuators, the 8210A represents a new concept in device control applications for bench test and subsystem designs. The 8210A provides a high-level interface from various industry standard communications interfaces, including IEEE-488 and RS232/RS422/RS485, to the SmartStep's serial Driver Interface Bus.



CONTROL CONFIGURATION:

Standard Unit: One terminal is connected to case ground and the remaining terminals are provided for activation of individual cells. Attenuation is fail-safe to "0" setting in the absence of a control voltage. Application of a voltage (+) to a particular cell causes it to switch to the attenuate position.

Units with TTL Option: Units with this options are supplied with a very low profile connectorized TTL interface board mounted directly to the control terminals. This TTL interface option is available with a 10 pin ribbon cable connector and is supplied with a mating connector. Refer to Physical Dimensions for mating connector pin/wiring details. Two wires are specified for supply voltage and ground. The remaining wires will accept TTL control signals to activate or de-activate a particular attenuation cell. A TTL high will energize a cell to the high attenuation state, whereas a TTL low will maintain a cell in its zero attenuation state.

To order 3250 Series Attenuators with this option add -1 to basic model number for ribbon cable connector. Example: Model 3250-63 with a TTL interface would be 3250-63-1.

Note: Control is non-latching and requires a continuous control signal for the period of time in which attenuation is required.

TTL DRIVER SPECIFICATIONS:

INTERFACE CONNECTOR: Option -1: 10 pin .025 square post header on .1 center, mates with Amp connector 746285-1 or equivalent

INPUT VOLTAGE: V_{IN} High = +2.0V minimum
+5.0V typical
Vcc maximum
 V_{IN} Low = 0 minimum
0.8 maximum

INPUT CURRENT: I_{IN} ($V_{IN}=2.4$ V) = 55 μ A
 I_{IN} ($V_{IN}=3.85$ V) = 280 μ A

SUPPLY CURRENT: I_{CC} =25 mA maximum per cell

SUPPLY VOLTAGE: V_{CC} =+12.0 to +15 V

TEMPERATURE RANGE (Operating): -40 to +70 °C

Units with SmartStep driver Circuitry (Figure 1): The SmartStep attenuators feature an internal microcontroller-based driver that provides a TTL-level digital interface for control of the attenuator relays. This card simplifies operation and interfacing requirements, while at the same time providing for greatly enhanced flexibility over past designs. User-selectable modes of operation include both parallel and serial I²C bus. The parallel mode provides a simple, one-bit per relay on/off control with internal pullups for use primarily in single attenuator applications. This mode allows the attenuator to be controlled via a variety of methods, such as a TTL-level digital output port, or mechanical toggle switches. The I²C mode provides a two-wire serial bus structure and protocol for connecting a number of devices to a single host control interface, suitable for use in larger system and sub-system applications. The SmartStep contains non-volatile configuration memory that is used to hold a

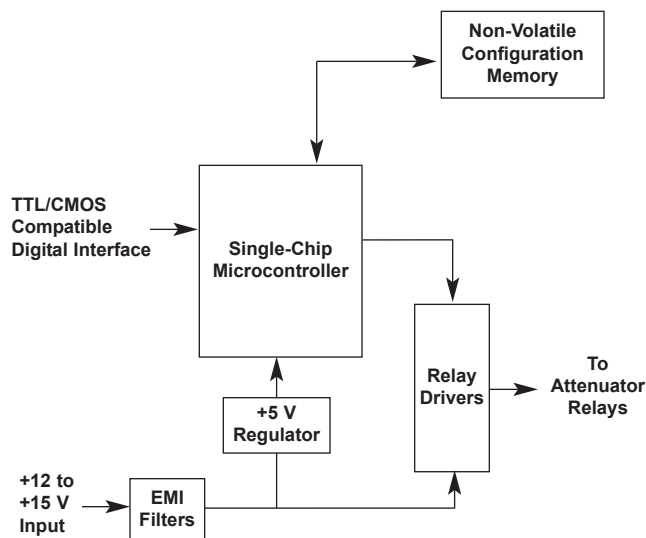


Figure 1. SmartStep Driver Circuitry

wide variety of attenuator and driver-dependant parameters, including serial number, attenuator cell dB values, relay configurations, and switching requirements, which are all accessible via the I²C interface.

SmartStep Driver Interface Specifications:

Input Supply Voltage: +12.0 to +15.0V
Control Signals: TTL/CMOS compatible
Interface Modes: parallel/ I²C serial

DC Characteristics (at 25°C):

Digital Interface:

Parameter	Specification
V_{IL} Low Level input:	-0.5 min, 0.8V max
V_{IH} High Level input:	2.0 min, 5.25V max
I_{PU} Pullup Current	50 μ A min, 400 μ A max

Power Supply:

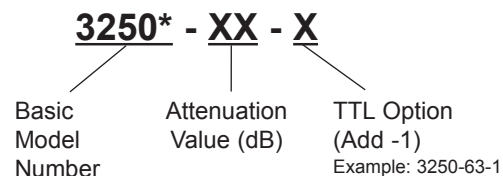
V_{IN} Supply Voltage:	+12.0 to +15.0V
I_{IN} Supply current:	25 mA
I_{CELL} Supply Current:	150 mA (per cell, switching)

TEMPERATURE: -20° to +70°C operating
-55° to +85°C nonoperating

INTERFACE CONNECTOR: 14 pin .025 square post header on .1 center. Mates with Amp connector 746285-2 or equivalent (one mating connector included with each unit).

MODEL NUMBER DESCRIPTION:

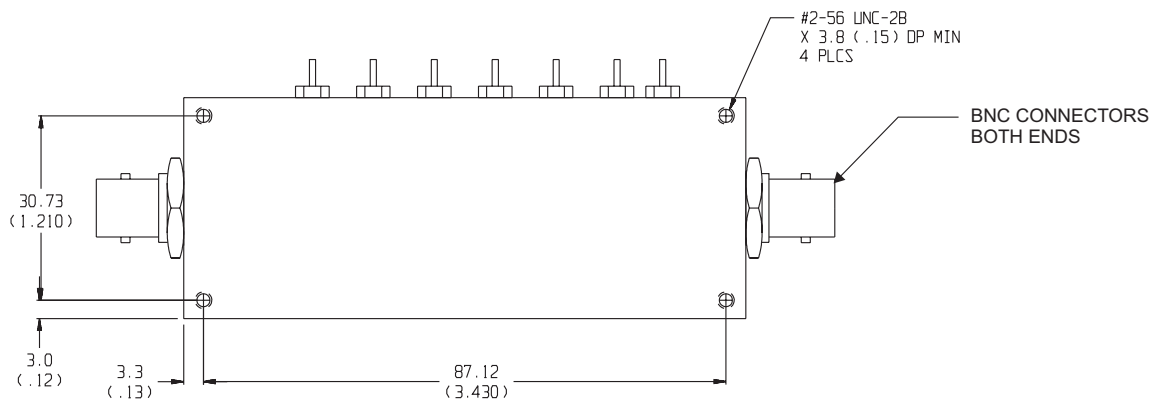
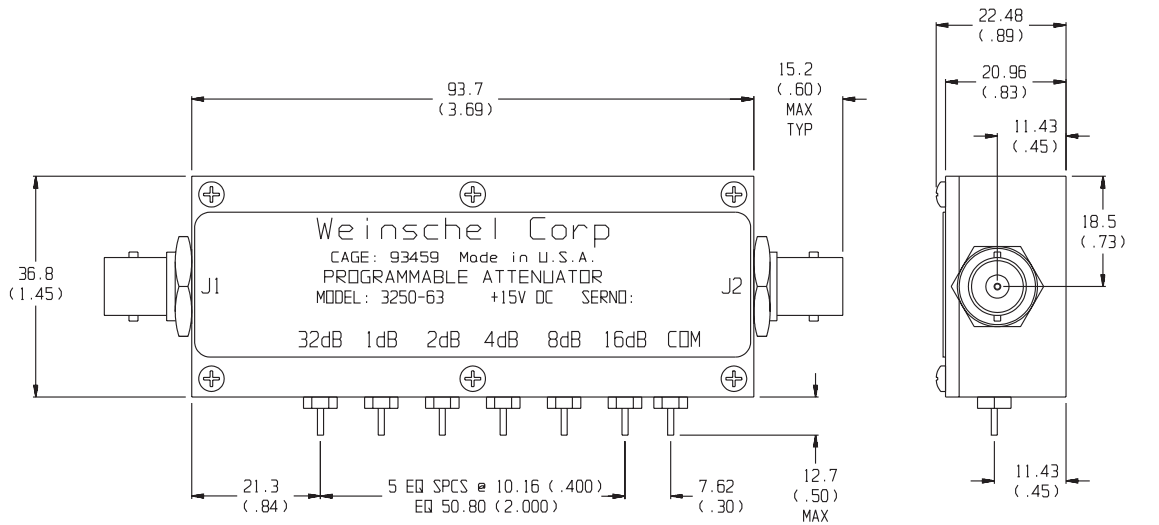
Example:



*Add T to Basic Model Number when ordering SmartStep Control Circuitry.

PHYSICAL DIMENSIONS:

Model 3250:



Model 3250 w/TTL Option -1:

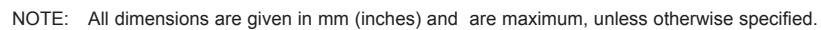
Control Connector J3 Pin Locations:

TTL Conn PIN No. (J3)	3250-63-1 dB (Cell)
1	NC
2	NC
3	32
4	1
5	2
6	4
7	8
8	16
9	COM
10	+Vcc

NC = Not Connected

NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

Model 3250T:



Model 4206 & 4208 High Power Solid-State Programmable Attenuators

10 MHz to 2.5 GHz
***2 Watts**

High IP3



Features

Ideal for use in Wireless/Cellular, RF Imulation/Emulation, & Communication Test Applications.

- /// **Broadband Performance** - 10 MHz to 2.5 GHz usable dc to 10 MHz with reduced specifications
- /// **High IP3 and High Power Rating**
- Utilizes MESFET Switching
- /// **Flexible DC Voltage (+5 to +15 V)**
- /// **Low DC Power Consumption** - Ideal for portable battery powered equipment.
- /// **Custom Configurations including bus controlled attenuator subsystems**

Specifications

NOMINAL IMPEDANCE: 50 Ω

FREQUENCY RANGE: 10 MHz to 2.5 GHz

MAXIMUM SWR:

Frequency Range (GHz)	SWR
0.01 - 0.07	1.60
0.07 - 2.5	1.40

CELL CONFIGURATIONS:

Model Number	NO. Cells	Attenuation Range/Steps (dB)	Cell Increments (dB)
4208-63.75	8	63.75/0.25	0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32
4206-63	6	63/1	1, 2, 4, 8, 16, 32

INCREMENTAL ATTENUATION ACCURACY:

Frequency Range (GHz)	Accuracy
0.01 - 2.5	± 0.4 dB or 2.0%

INSERTION LOSS, Maximum (dB):

Frequency Range (GHz)	4208-63.75	4206-63
0.01 - 1.0	8.50	7.00
1.0 - 2.0	11.50	9.00
2.0 - 2.5	13.00	10.00

MONOTONICITY: 10 MHz to 2.5 GHz

3rd ORDER INTERMODULATION (IM3): -30 dBm typical, measured with two +27 dBm tones @ 869 MHz (f1) and 894 MHz (f2), the IM3 frequency being 847 MHz (2f1-f2).

$IP3$ (input) = +53 dBm

The input $IP3$ is derived from the following relationship:

$$IP3 = \frac{3(P_{in} - \alpha) - IM3}{2} + \alpha$$

where α = the insertion loss (dB) at the IM3 frequency;
 P_{in} = single tone input power (dBm).

*POWER RATING (Unidirectional):

Model	J1	J2
4206-XX	4 Watts MAX IN (+36 dBm)	2 Watts MAX IN (+33 dBm)
4208-XX	2 Watts MAX IN (+33 dBm)	4 Watts MAX IN (+36 dBm)

SWITCHING TIME: 5 μ sec. maximum

OPERATING VOLTAGE: +5 to +15 V

OPERATING CURRENT: 25 mA typical

TEMPERATURE RANGE (Operating): 0°C to +70°C

TEMPERATURE COEFFICIENT: <0.002/dB/dB/°C

CONNECTORS: SMA female connectors - mate nondestructively with MIL-C-39012 connectors.

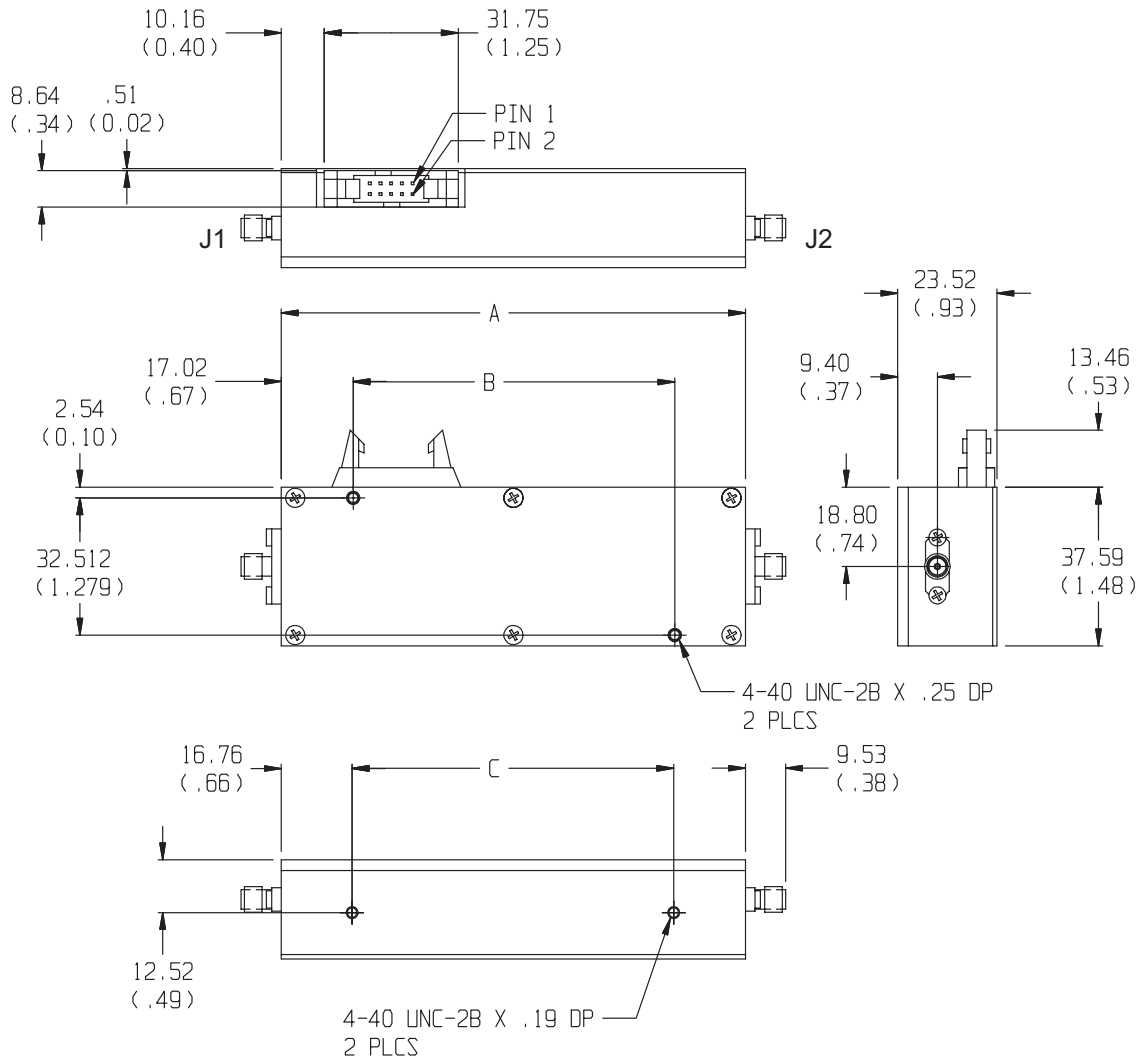
CONTROL CONNECTOR: AMP-Latch 10 pin ribbon cable connector mates with AMP P/N 746285-1 (supplied with each unit)

WEIGHT: 4206-X 160 g (5.6 oz)
4208-X 220 g (7.7 oz)

CONTROL CONFIGURATION: Units are supplied with a built-in TTL interface. Each unit is supplied with a mating 10 pin connector (Amp 746285-1). Refer to Physical Dimensions for mating connector pin/wiring details. Two wires are specified for supply voltage and ground. The remaining wires will accept TTL control signals to activate or de-activate a particular attenuation cell. A TTL high will energize a cell to the high attenuation state, whereas a TTL low will maintain a cell in its zero attenuation state.

PHYSICAL DIMENSIONS:

Models 4206 & 4208:



Model No.	A	B	C
4206-X	09.0 (4.33)	96.5 (3.80)	76.2 (3.00)
4208-X	143.5 (5.65)	110.2 (4.34)	110.2 (4.34)

NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

Control Connector J3 Pin Locations:

TTL Conn PIN No. (J3)	4206-63 dB (Cell)	4208-63.75 dB (Cell)
1	1	0.25
2	2	0.50
3	4	1
4	8	2
5	16	4
6	32	8
7	NC	16
8	NC	32
9	+5 to 15V	+5 to 15V
10	COM	COM

NC = Not Connected

Model 4216 & 4218 Pin Switched Programmable Attenuators

0.8 to 2.3 GHz

Low Insertion Loss, Fast Switching



Features

Ideal for use in Wireless/Cellular, RF Simulation/Emulation, & Communication Test Applications.

- /// Available in 6 and 8 Cell Configurations -
 - 127 dB/1 dB steps
 - 63 dB/1 dB steps
 - 63.75/0.25 dB steps
- /// High accuracy & fast switching speed
- /// Built-in TTL Driver Circuitry
- /// Special Configurations Available Upon Request.
 - Custom Cell/Step Size & Frequency Bands

Specifications

NOMINAL IMPEDANCE: 50 Ω
FREQUENCY RANGE: 0.8 to 2.3 GHz

MAXIMUM SWR:

Frequency Range (GHz)	SWR
0.8 - 2.3	1.50

CELL CONFIGURATIONS:

Model Number	NO. Cells	Attenuation Range/Steps (dB)	Cell Increments (dB)
4218-127	8	127/1	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64
4218-63.75	8	63.75/0.25	0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32
4216-63	6	63/1	1, 2, 4, 8, 16, 32

(P) Preliminary design, specifications subject to change.

INCREMENTAL ATTENUATION ACCURACY:

Frequency Range (GHz)	Accuracy
0.8 - 2.3	± 0.4 dB or 2.0%

INSERTION LOSS, Nominal (dB):

Frequency Range (GHz)	4218-X	4216-63
0.8 - 1.0	3.00	2.10
1.0 - 2.3	4.90	3.40

MONOTONICITY: 0.8 to 2.3 GHz

3rd ORDER INTERMODULATION (IM3): -55 dBm typical, measured with two +10 dBm tones @ 869 MHz (f1) and 894 MHz (f2), the IM3 frequency being 847 MHz (2f1-f2).

IP3 (input) = +41.5 dBm

The input IP3 is derived from the following relationship:

$$IP3 = \frac{3(Pin - \alpha) - IM3}{2} + \alpha$$

where α = the insertion loss (dB) at the IM3 frequency;
 Pin = single tone input power (dBm).

POWER RATING: +24 dBm operating
 +30 dBm (1 dB compression point)

SWITCHING TIME: 2 μ sec. maximum

OPERATING VOLTAGE: +5 V $\pm$ 5% @ 160 mA for 6 cell/
 200 mA for 8 cell typical

TEMPERATURE RANGE (Operating): 0°C to +70°C

TEMPERATURE COEFFICIENT: < 0.002 dB/dB/°C

CONNECTORS: SMA female connectors - mate nondestructively with MIL-C-39012 connectors.

CONTROL CONNECTOR: AMP-Latch 10 pin ribbon cable connector mates with AMP P/N 746285-1 (supplied with each unit)

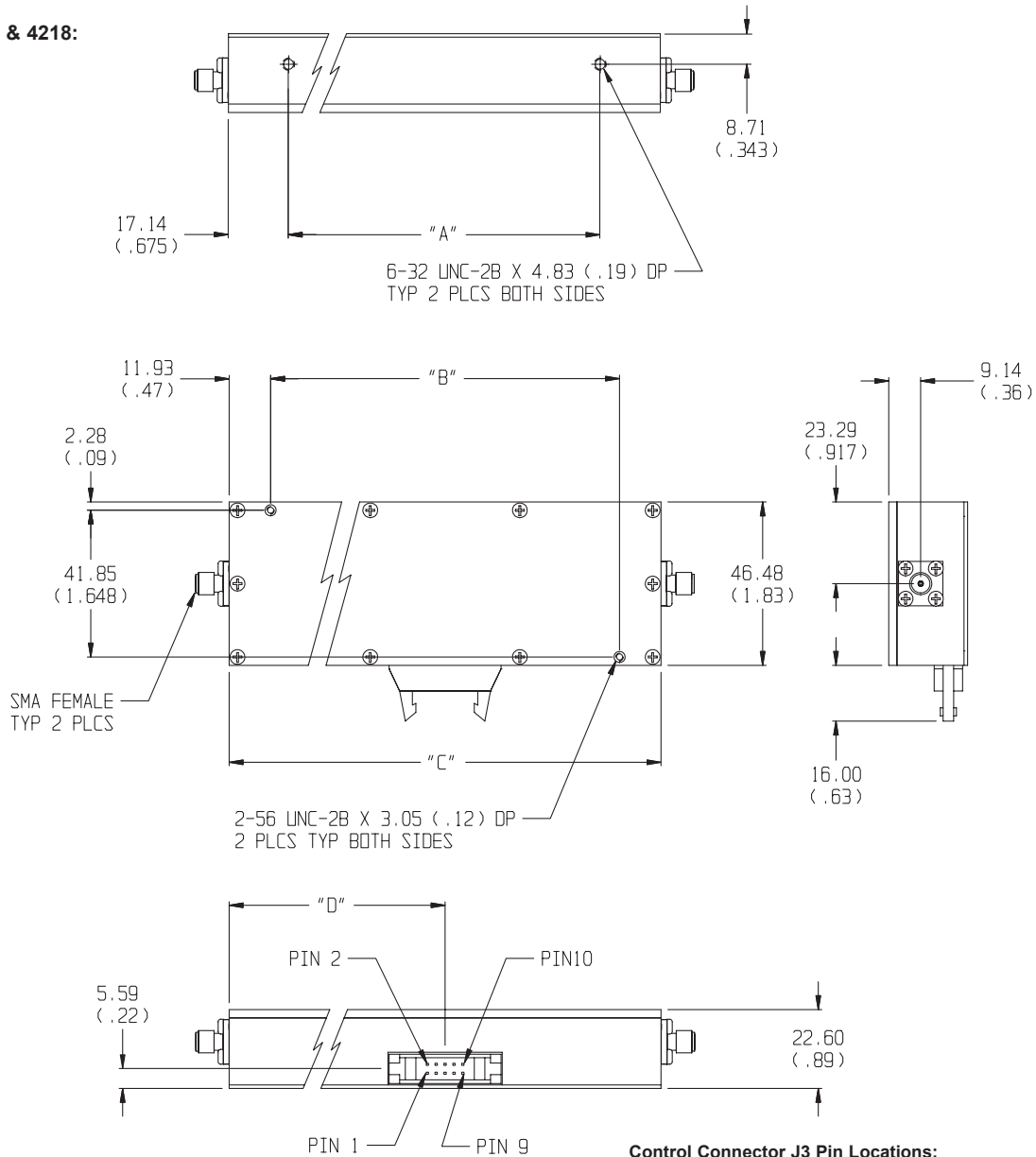
WEIGHT: 4216-X 175 g (6.1 oz)
 4218-X 215 g (7.5 oz)

CONTROL CONFIGURATION: Units are supplied with a built-in TTL interface. Each unit is supplied with a mating 10 pin connector (Amp 746285-1). Refer to Physical Dimensions for mating connector pin/wiring details. Two wires are specified for supply voltage and ground. The remaining wires will accept TTL control signals to activate or de-activate a particular attenuation cell. A TTL high will energize a cell to the high attenuation state, whereas a TTL low will maintain a cell in its zero attenuation state.



PHYSICAL DIMENSIONS:

Models 4216 & 4218:



Model No.	A	B	C	D
4216-X	63.50 (2.50)	71.12 (2.80)	94.74 (3.73)	47.49 (1.87)
4218-X	88.90 (3.50)	99.56 (3.92)	123.19 (4.85)	61.72 (2.43)

NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

Control Connector J3 Pin Locations:

TTL Conn PIN No. (J3)	4216-63 dB (Cell)	4218-63.75 dB (Cell)	4218-127 dB (Cell)
1	1	0.25	1
2	2	0.50	2
3	4	1	4
4	8	2	8
5	16	4	16
6	32	8	32
7	NC	16	32*
8	NC	32	32*
9	+5V	+5V	+5V
10	COM	COM	COM

NC = Not Connected

*Pins 7 and 8 combined to create 64 dB cell.

Model 4226 & 4228 Pin Switched Programmable Attenuators

0.8 to 3.0 GHz

Low Insertion Loss, Fast Switching



Features

Ideal for use in Wireless/Cellular, RF Simulation/Emulation, & Communication Test Applications.

- /// Available in 6 and 8 Cell Configurations -
 - 103 dB/1 dB steps
 - 63 dB/1 dB steps
 - 63.75/0.25 dB steps
- /// High accuracy & fast switching speed
- /// Built-in TTL Driver Circuitry
- /// Special Configurations Available Upon Request.
 - Custom Cell/Step Size & Frequency Bands

Specifications

NOMINAL IMPEDANCE: 50 Ω

FREQUENCY RANGE:

4226-63:	0.8 to 3.0 GHz
4228-63.75:	0.8 to 2.5 GHz
4228-103:	0.8 to 3.0 GHz

MAXIMUM SWR:

Frequency Range (GHz)	SWR
0.8 - 3.0 (2.5)	1.50

CELL CONFIGURATIONS:

Model Number	NO. Cells	Attenuation Range/Steps (dB)	Cell Increments (dB)
4228-103	8	103/1	1, 2, 4, 8, 16, 24, 48
4228-63.75	8	63.75/0.25	0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32
4226-63	6	63/1	1, 2, 4, 8, 16, 32

INCREMENTAL ATTENUATION ACCURACY:

CELL	0.25	0.50	1	2	4	8	16	24	32	48
dB	±0.1	±0.15	±0.2	±0.2	±0.2	±0.2	±0.3	±0.4	±0.6	±0.8

INSERTION LOSS, Maximum (dB):

Frequency (GHz)	4226-63	4228-63.75	4228-103
0.8 - 3.0 (2.5)	3.75	4.50	5.50

MONOTONICITY: 4226-63 & 4228-103: 0.8 to 3.0 GHz
4228-63.75: 0.8 to 2.5 GHz

3rd ORDER INTERMODULATION (IM3): -55 dBm typical, measured with two +10 dBm tones @ 869 MHz (f1) and 891 MHz (f2), the IM3 frequency being 847 MHz (2f1-f2).

$IP3$ (input) = +41 dBm

The input $IP3$ is derived from the following relationship:

$$IP3 = \frac{3(P_{in} - \alpha) - IM3}{2} + \alpha$$

where α = the insertion loss (dB) at the IM3 frequency;
 P_{in} = single tone input power (dBm).

POWER RATING: +24 dBm operating
+30 dBm (1 dB compression point)

SWITCHING TIME: 2 μ sec. maximum

OPERATING VOLTAGE: +5 V $\pm$ 5% @ 160 mA for 6 cell/
200 mA for 8 cell typical

TEMPERATURE RANGE (Operating): 0°C to +70°C

TEMPERATURE COEFFICIENT: < 0.002 dB/dB/°C

CONNECTORS: SMA female connectors - mate nondestructively with MIL-C-39012 connectors.

CONTROL CONNECTOR: AMP-Latch 10 pin ribbon cable connector mates with AMP P/N 746285-1 (supplied with each unit)

WEIGHT: 4226-X 160 g (5.7 oz)
4228-X 210 g (7.4 oz)

CONTROL CONFIGURATION: Units are supplied with a built-in TTL interface. Each unit is supplied with a mating 10 pin connector (Amp 746285-1). Refer to Physical Dimensions for mating connector pin/wiring details. Two wires are specified for supply voltage and ground. The remaining wires will accept TTL control signals to activate or de-activate a particular attenuation cell. A TTL high will energize a cell to the high attenuation state, whereas a TTL low will maintain a cell in its zero attenuation state.

DRIVER SPECIFICATIONS:

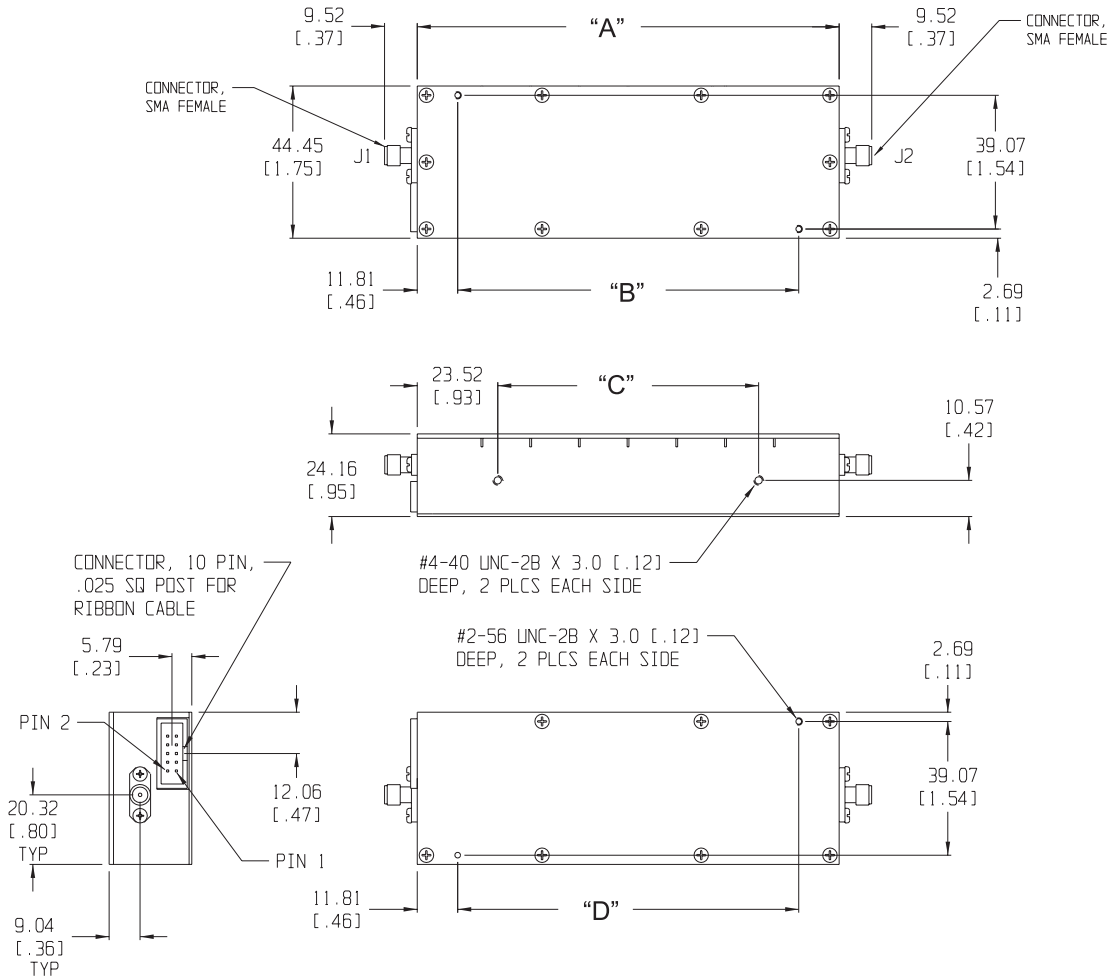
		minimum	maximum
V_{IH}	Input High Level	2.0 V	5.3 V
V_{IL}	Input Low Level	-0.3 V	0.8 V
V_{PU}	Input Pull-up Current	500 μ A Typical	

Note: Inputs have 10K pull-up resistors.



PHYSICAL DIMENSIONS:

Models 4226 & 4228:



Model No.	A	B	C	D
4226-X	94.79 (3.73)	71.15 (2.80)	76.20 (3.00)	71.15 (2.80)
4228-X	123.24 (4.85)	99.59 (4.85)	76.20 (3.00)	99.59 (4.85)

NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

Control Connector J3 Pin Locations:

TTL Conn PIN No. (J3)	4226-63 dB (Cell)	4228-63.75 dB (Cell)	4228-103 dB (Cell)
1	1	0.25	1
2	2	0.50	2
3	4	1	4
4	8	2	8
5	16	4	16
6	32	8	24
7	NC	16	48
8	NC	32	NC*
9	+5V	+5V	+5V
10	COM	COM	COM

NC = Not Connected

* For Factory use only.

Model 4238 GaAs Switched Programmable Attenuators

**10 MHz to 2.5 GHz
1 Watt**

Low Insertion Loss, High IP3



Features

Ideal for use in Wireless/Cellular, RF Imulation/Emulation, & Communication Test Applications.

- /// **Broadband Performance** - 10 MHz to 2.5 GHz usable dc to 10 MHz with reduced specifications
- /// **High IP3 and High Power Rating**
- Utilizes MESFET Switching
- /// **Flexible DC Voltage (+5 to +15 V)**
- /// **Low DC Power Consumption** - Ideal for portable battery powered equipment.
- /// **Custom Configurations including bus controlled attenuator subsystems**

Specifications

NOMINAL IMPEDANCE: 50 Ω

FREQUENCY RANGE: 10 MHz to 2.5 GHz

MAXIMUM SWR:

Frequency Range (GHz)	SWR
0.01 - 0.20	1.60
0.20 - 2.5	1.40

CELL CONFIGURATIONS:

Model Number	NO. Cells	Attenuation Range/Steps (dB)	Cell Increments (dB)
4238-63.75	8	63.75/0.25	0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32
4238-103	8	103/1	1, 2, 4, 8, 16, 24, 48

INCREMENTAL ATTENUATION ACCURACY:

CELL	0.25	0.50	1	2	4	8	16	24	32	48
dB	± 0.15	± 0.15	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 0.3	± 0.4	± 0.6	± 0.8

INSERTION LOSS, Maximum (dB):

Frequency Range (GHz)	4238-X
0.01 - 1.0	6.50
1.0 - 2.0	8.00
2.0 - 2.5	9.00

MONOTONICITY: 10 MHz to 2.5 GHz

3rd ORDER INTERMODULATION (IM3): -60 dBm typical, measured with two +27 dBm tones @ 869 MHz (f1) and 894 MHz (f2), the IM3 frequency being 847 MHz (2f1-f2).

$$IP3 (\text{input}) = +65 \text{ dBm}$$

The input IP3 is derived from the following relationship:

$$IP3 = \frac{3(P_{in} - \alpha) - IM3}{2} + \alpha$$

where α = the insertion loss (dB) at the IM3 frequency;
Pin=single tone input power (dBm).

INPUT POWER RATING: +30 dBm

SWITCHING TIME: 5 μ sec. maximum

OPERATING VOLTAGE: + 5 to +15 V

OPERATING CURRENT: 25 mA typical

TEMPERATURE RANGE (Operating): 0°C to +70°C

TEMPERATURE COEFFICIENT: <0.002/dB/dB/°C

CONNECTORS: SMA female connectors - mate nondestructively with MIL-C-39012 connectors.

CONTROL CONNECTOR: AMP-Latch 10 pin ribbon cable connector mates with AMP P/N 746285-1 (supplied with each unit)

WEIGHT: 4238-X 150 g (5.3 oz)

CONTROL CONFIGURATION: Units are supplied with a built-in TTL interface. Each unit is supplied with a mating 10 pin connector (Amp 746285-1). Refer to Physical Dimensions for mating connector pin/wiring details. Two wires are specified for supply voltage and ground. The remaining wires will accept TTL control signals to activate or de-activate a particular attenuation cell. A TTL high will energize a cell to the high attenuation state, whereas a TTL low will maintain a cell in its zero attenuation state.

Model 4238:



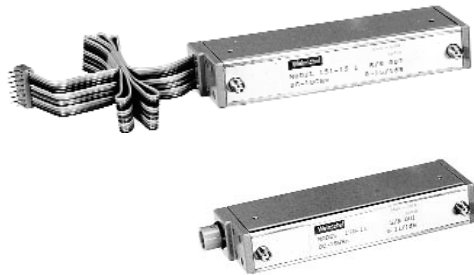
TTL Conn PIN No. (J3)	4238-103 dB (Cell)	4238-63.75 dB (Cell)
1	1	0.25
2	2	0.50
3	4	1
4	8	2
5	16	4
6	24	8
7	48	16
8	NC*	32
9	+5 to 15V	+5 to 15V
10	COM	COM

NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

Model 150
Model 151
Model 152
Programmable Step Attenuators

dc to 18.0 GHz
dc to 4.0 GHz
dc to 26.5 GHz

For OEM & System Use



Description

The Model 150, 151 and 152 Programmable Step Attenuators represent the widest variety of programmable attenuators available. This attenuator design is the result of an extensive development program and offers long reliable operation with exceptional accuracy and repeatability. These attenuators can provide programmable adjustments of RF signal levels in precise steps of 1 dB, 5 dB, 10 dB, or with custom steps available. Each attenuator consists of a cascaded assembly of switched attenuator cells (Figure 1). The attenuator elements located in the attenuator cell are created by a thin-film process which provides exceptional long-term stability, low power and temperature coefficients. This series of uses a reed switching structure that provides rapid switching together with low insertion loss. Other features include:

- /// 3, 4, and 5 Cell Configurations
- /// Broadband Frequency Coverage
- /// High Accuracy and Repeatability
- /// Long Life, 5 Million Cycles Per Cell

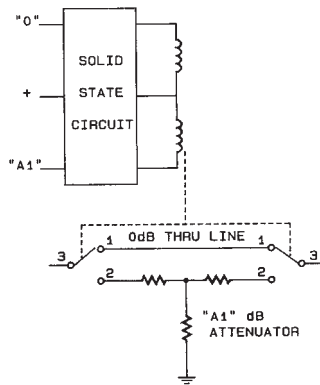


Figure 1. Cell Schematic

PROGRAMMABILITY: In each programmable step Attenuator, solenoids are used to switch the internal resistor card of each cell into and out of the circuit. The switching is activated by the application of a negative control voltage to the desired pin located in the control connector. Once the cell is switched, the solenoid is magnetically latched into position and is able to withstand extreme shock and vibration. Internal circuitry is included to interrupt the coil current after switching is complete. This reduces power dissipation even if power is continuously applied. The switching time for each cell is rated at 20 msec maximum which includes the contact settling time.

BROADBAND ACCURACY & LOW SWR: The use of Weinschel Corporation's proprietary thin-film resistor process provides these programmable step attenuators with a high degree of accuracy and the lowest possible SWR uncertainty (refer to specifications for actual values). This thin film process permits the construction of circuits which are truly distributed and without stray reactances, even at the higher microwave frequencies.

RELIABILITY: Each programmable step attenuator is composed of 3 to 5 (4 in most models) cells. As with all mechanical designs, usable life becomes a primary concern to the user. With this in mind Weinschel Corporation backs all these attenuators with a rated switch life of 5 million operations per cell. Standardized testing is also performed on each programmable step attenuator over its operating frequency range by a computer controlled Weinschel Corporation Attenuation Measurement System which is traceable to NIST standards.

ENVIRONMENTAL: These Model 150 Programmable Step Attenuators have undergone an extensive environmental qualification program and have been subjected to temperature, shock, vibration, and humidity conditions per MIL-STD-202F. These programmable step attenuators operate within these specifications at an ambient temperature of -20° to +75°C. Operating beyond these limits will adversely affect the accuracy and could damage the internal circuitry.

For additional information on the 150 Series, visit our website @ www.weinschel.com/programmable.htm

150 Series Cell Configurations...

ATTN Value	Cells No.	Cell 1		Cell 2		Cell 3		Cell 4		Cell 5	
		Bypass	ATTN Element	Bypass	ATTN Element	Bypass	ATTN Element	Bypass	ATTN Element	Bypass	ATTN Element
11 dB	4	0 dB	1 dB	0 dB	4 dB	0 dB	2 dB	0 dB	4 dB	---	---
15 dB	4	0 dB	1 dB	0 dB	8 dB	0 dB	2 dB	0 dB	4 dB	---	---
31 dB	5	0 dB	1 dB	0 dB	8 dB	0 dB	2 dB	0 dB	16 dB	0 dB	4 dB
55 dB	4	0 dB	5 dB	0 dB	10 dB	0 dB	20 dB	0 dB	20 dB	---	---
62 dB	5	0 dB	2 dB	0 dB	32 dB	0 dB	4 dB	0 dB	16 dB	0 dB	8 dB
70 dB	4	0 dB	10 dB	0 dB	20 dB	0 dB	20 dB	0 dB	20 dB	---	---
	3	0 dB	10 dB	0 dB	40 dB	0 dB	20 dB	---	---	---	---
75 dB	4	0 dB	5 dB	0 dB	40 dB	0 dB	20 dB	0 dB	10 dB	---	---
90 dB	4	0 dB	10 dB	0 dB	30 dB	0 dB	20 dB	0 dB	30 dB	---	---
110 dB	4	0 dB	10 dB	0 dB	40 dB	0 dB	20 dB	0 dB	40 dB	---	---
Conn	Round	5	6	9	10	7	8	11	12	3	4
PIN #	Ribbon	13	2	3	9	11	5	4	10	8	7
Wire Color	Round 3/4 Cell	Violet	Yellow	Orange	Blue	Black	Green	Brown	White	---	---
	Round 5 Cell	Black	White	Green	Orange	Blue	WHT/BLK	RED/BLK	GRN/BLK	ORN/BLK	BLU/BLK
	Ribbon	Orange	Yellow	Blue	Brown	Purple	Black	Gray	White	Orange	yellow

Table provides standard attenuation ranges, increments, and cell configurations for all Weinschel Corporation Programmable Step Attenuators (Models 150, 151, 152, & 152A)

Specifications

NOMINAL IMPEDANCE: 50 Ω

FREQUENCY RANGE: Model 151: dc to 4 GHz
Model 150: dc to 18 GHz
Model 152: dc to 26.5 GHz

OPERATIONAL VOLTAGE: + 24V Nominal (+20V minimum to +30V maximum) or +5V Nominal (+4V minimum* to +7V maximum)

*Minimum operating voltage derated to +4.25 V @ 55°C and further derated to +4.5 V @ 75°C

POWER RATING: 1 watt average, 100 watts peak
(10 μ sec pulse width; 5% duty cycle)

TEMPERATURE: -20° to +75°C operating
-55° to +85°C nonoperating

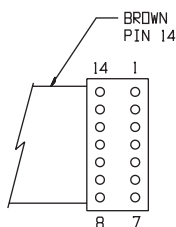
TEMPERATURE COEFFICIENT: < 0.0001 dB/dB/°C

POWER SENSITIVITY: < 0.001 dB/dB/ Watt

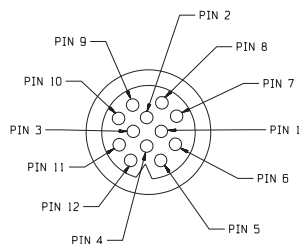
RATED SWITCH LIFE: 5 million cycles per cell

RF INPUT CONNECTORS: Rugged female 3.5 mm connectors which mate nondestructively with SMA male connectors per MIL-STD-39012.

CONTROL CONNECTOR: 12 pin Viking TKP12-101 connector with 5' cable or 14 conductor 16" ribbon cable with connector (shown below):



Ribbon Cable Models



Round (Viking) Cable Models

SWITCHING SPEED: 20 msec (includes settling time)

CONTROL PULSE WIDTH: 20 msec (minimum)

SWITCHING CURRENT: 125 mA @ +24V per cell
300 mA @ +5V per cell

REPEATABILITY: ± 0.01 typical to 18 GHz
 ± 0.05 dB typical to 26.5 GHz

VIBRATION: MIL-STD-202F, Method 204D Cond B

ALTITUDE: MIL-STD-202F, Method 105C Cond B, 50,000 Ft.

SHOCK: MIL-STD -202F, Method 213B Cond B, except 10G, 6 msec

HUMIDITY: MIL-STD-202F, Method 103B, Cond. B (96 Hrs. @ 95%, RH)

EMC: Radiated interference is within the requirements of MIL-STD-461 method RE02, VDE 0871 and CISPR Publication II.

WEIGHT: 5 Cell 350 g (12 oz)
4 Cell 290 g (9.0 oz)
3 Cell 230 g (8.0 oz)

VOLTAGE/CONNECTOR OPTIONS:

VOLTAGE	MODEL(S)
+ 24 V with Viking Connector	150-XX, 151-XX, 152-XX, 152A-XX
+ 24 V with Ribbon Cable	150-XX-1, 151-XX-1, 152-XX-1, 152A-XX-1
+ 5 V with Viking Connector	150-XX-2, 151-XX-2, 152-XX-2, 152A-XX-2
+ 5 V with Ribbon Cable	150-XX-3, 151-XX-3, 152-XX-3, 152A-XX-3

MAXIMUM SWR (50 Ω Characteristic Impedance):

APPLICABLE MODELS	Frequency (GHz)		
	dc-4	4-18	18-26.5
151-11, 151-15, 151-31, 151-62, 151-75, 151-110	1.50	---	---
150-11, 150-15, 150-31, 150-62, 150-75, 150-110	1.50	1.90	---
151-70 (3 cell)	1.35	---	---
150-70 (3 cell)	1.35	1.70	---
152A-70 (3 cell)	1.40	1.70	1.80
152-55, 152-70, 152-90	1.40	1.60	1.80

MAXIMUM INSERTION LOSS (dB):

APPLICABLE MODELS	Frequency (GHz)		
	dc-4	4-18	18-26.5
151-11, 151-15, 151-75, 151-110	0.90	---	---
150-11, 150-15, 150-75, 150-110	0.90	2.20	---
151-31, 151-62 (5 cell)	1.10	---	---
150-31, 150-62 (5 cell)	1.10	2.60*	---
151-70 (3 cell)	0.70	---	---
150-70 (3 cell)	0.70	1.60	---
152A-70 (3 cell)	0.90	2.00	2.98
152-55, 152-70, 152-90	0.90	2.00	2.98

*4-12.4 is 1.80, 12.4-18 is 2.60

ATTENUATION ACCURACY ($\pm$ dB with respect to 0 dB reference):**Model 150/151/152-11 & 150/151/152-15:**

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
dc-4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4-12.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
12.4-18	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
18-26.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

Model 150/151-75:

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)														
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
dc-4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7	0.7	0.9	0.9	1.1	1.1	1.2	1.2	1.4
4-12.4	0.3	0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	1.2	1.2	1.5	1.5	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1
12.4-18	0.4	0.4	0.8	0.8	1.2	1.2	1.6	1.6	2.0	2.0	2.4	2.4	2.8	2.8	2.8

Model 150/151-31:

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
dc-4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4-12.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
12.4-18	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)															
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
dc-4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	
4-12.4	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	
12.4-18	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	

Model 150/151-62:

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)															
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
dc-4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6
4-12.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
12.4-18	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)															
	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	
dc-4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	
4-12.4	1.0	1.0	1.1	1.1	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.8	1.8	1.8	
12.4-18	1.4	1.4	1.6	1.6	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4	2.4	

Model 150/151-70, 150/151-110, 152A-70:

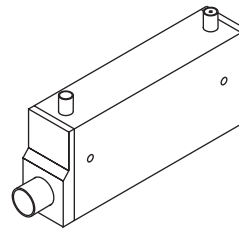
Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
dc-4	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9
4-12.4	0.4	0.7	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.0
12.4-18	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.0
18-26.5	0.6	0.7	0.9	1.5	1.6	2.2	2.9	---	---	---	---

Model 152-55:

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)										
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
dc-4	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	1.0
4-12.4	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.3
12.4-18	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.8	1.0	1.1	1.1	1.2	1.6
18-26.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.9	1.2	1.4	1.4	1.5	2.0

Model 152-70 & 152-90:

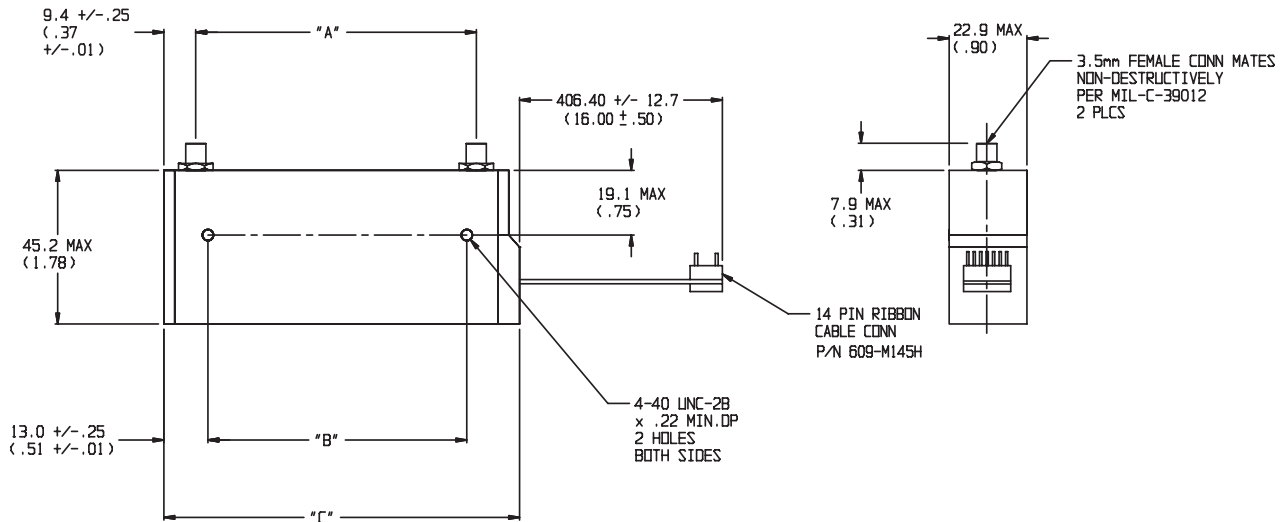
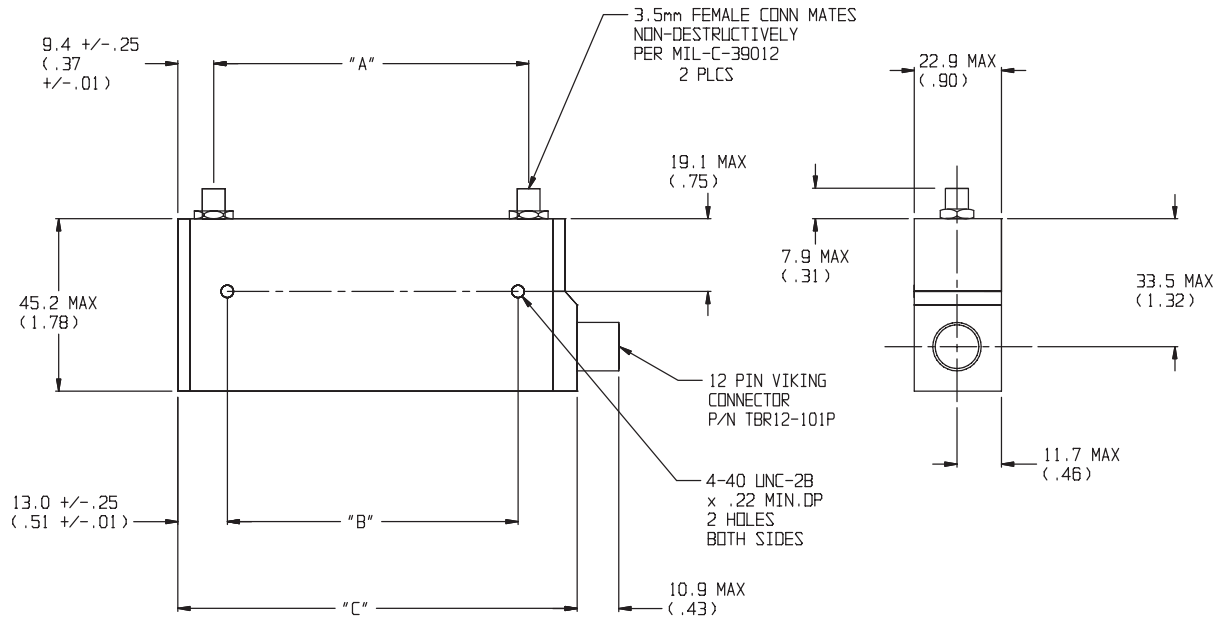
Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
dc-4	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.1	1.2
4-12.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.3	1.5	1.6	1.7
12.4-18	0.5	0.6	0.8	1.1	1.2	1.4	1.7	1.8	2.1
18-26.5	0.5	0.6	0.9	1.4	1.5	1.8	2.3	2.4	2.8





PHYSICAL DIMENSIONS:

Models 150, 151, & 152:



DIM	A	B	C
3 cell	82.6 (3.25)	76.2 (3.0)	104.6 (4.12)
4 cell	110.7 (4.36)	103.6 (4.06)	133.6 (5.25)
5 cell	136.9 (5.39)	129.8 (5.11)	159.5 (6.28)

NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

150 Series Ordering Guide...

Frequency Range/ Voltage/Connector	NO. Cells	Attenuator Range/Step Size								
		11/1 dB	15/1 dB	55/5 dB	31/1 dB	62/2 dB	70/10 dB	75/5 dB	90/10 dB	110/10 dB
dc-4 GHz/+24 V/ Viking Connector	4 3 5	151-11	151-15	N/A	151-31	151-62	151-70	151-75	N/A	151-110
dc-18 GHz/+24 V/ Viking Connector	4 3 5	150-11	150-15	N/A	150-31	150-62	150-70	150-75	N/A	150-110
dc-26.5 GHz/+24 V/ Viking Connector	4 3	N/A	N/A	152-55		NA	152-70 152A-70-2	N/A	152-90	N/A
dc-4 GHz/+24 V/ Ribbon Cable	4 3 5	151-11-1	151-15-1	N/A	151-31-1	151-62-1	151-70-1	151-75-1	N/A	151-110-1
dc-18 GHz/+24 V/ Ribbon Cable	4 3 5	150-11-1	150-15-1	N/A	150-31-1	150-62-1	150-70-1	150-75-1	N/A	150-110-1
dc-26.5 GHz/+24 V/ Ribbon Cable	4 3	N/A	N/A	152-55-1	N/A	N/A	152-70-1 152A-70-1	N/A	152-90-1	N/A
dc-4 GHz/+5 V/ Viking Connector	4 3 5	151-11-2	151-15-2	N/A	151-31-2	N/A	151-70-2	151-75-2	N/A	151-110-2
dc-18 GHz/+5 V/ Viking Connector	4 3 5	150-11-2	150-15-2	N/A	N/A	N/A	150-70-2	150-75-2	N/A	150-110-2
dc-26.5 GHz/+5 V/ Viking Connector	4 3	N/A	N/A	152-55-2	N/A	N/A	152-70-2 152A-70-2	N/A	152-90-2	N/A
dc-4 GHz/+5 V/ Ribbon Cable	4 3 5	151-11-3	151-15-3	N/A	N/A	N/A	151-70-3	151-75-3	N/A	151-110-3
dc-18 GHz/+5 V/ Ribbon Cable	4 3 5	150-11-3	150-15-3	N/A	N/A	N/A	150-70-3	150-75-1	N/A	150-110-3
dc-26.5 GHz/+5 V/ Ribbon Cable	4 3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	152-70-3 152A-70-3	N/A	152-90-3	N/A

ACCESSORIES

OPTIONAL CALIBRATION DATA: Calibration Data is available at an additional cost for all programmable step attenuator models. This calibration data is generated using a computer controlled Weinschel Attenuation Measurement System. Standard calibration data can be provided in 250 MHz steps for all dc-4 GHz models and in 500 MHz steps for dc-18 and dc-26.5 GHz models. The measurements are traceable to NIST Standards.

MODELS WITH BUILT-IN TTL/CMOS INTERFACE\ DRIVER CIRCUIT: Weinschel Corporation now offers new versions of the 150 series with built-in TTL/CMOS interfaces. This new generation of intelligent attenuators will greatly simplify as well as provide an economical solution to 150 series driver problems. Refer to Model 150T, 151T, and 152T data sheet for more information.



Model 150T
Model 151T
Model 152T
SmartStep™ Programmable Attenuators

dc to 18.0 GHz
dc to 4.0 GHz
dc to 26.5 GHz

Greatly Simplifies OEM & System Design!



Description

Weinschel Corporation introduces a new generation of intelligent programmable step attenuators with a built-in TTL interface (Figure 1). These models are designed to simplify the control and integration of these devices into subsystem and bench applications. These intelligent attenuators offer the same long reliable operation with exceptional accuracy and repeatability as with our other 150 Series Programmable Attenuators. They provide programmable adjustments of RF signal levels in precise steps of 1 dB, 5 dB, 10 dB, or with custom steps available. Each attenuator consists of a cascaded assembly of switched attenuator

cells and a internal TTL interface. The attenuator elements located in the attenuator cell are created by a thin-film process which provides exceptional long-term stability, low power and temperature coefficients. This series of step attenuators uses a reed switching structure that provides rapid switching together with low insertion loss.

BUILT-IN SMARTSTEP DRIVER CIRCUITRY: These SmartStep attenuators feature an internal microcontroller-based driver that provides a TTL-level digital interface for control of the attenuator relays. This card simplifies operation and interfacing requirements, while at the same time providing for greatly enhanced flexibility over past designs. User-selectable modes of operation include both parallel and serial I²C bus. The parallel mode provides a simple, one-bit per relay on/off control with internal pullups for use primarily in single attenuator applications. This mode allows the attenuator to be controlled via a variety of methods, such as a TTL-level digital output port, or mechanical toggle switches. The I²C mode provides a two-wire serial bus structure and protocol for connecting a number of devices to a single host control interface, suitable for use in larger system and sub-system applications. The SmartStep contains non-volatile configuration memory that is used to hold a wide variety of attenuator and driver-dependant parameters, including serial number, attenuator cell dB values, relay configurations, and switching requirements, which are all accessible via the I²C interface. This frees the system designer from such low-level details, allowing faster integration. In either operational mode, the microcontroller enters an idle condition during periods of inactivity, turning off all on-board clocks, reducing EMI concerns, and lowering power consumption. On-board regulation for the digital circuitry allows the SmartStep to operate from a single input voltage.

Other features include:

- /// Wide Variety of Frequency & Attenuation Ranges
- /// Broadband Frequency Coverage
- /// High Accuracy and Repeatability
- /// Long Life, 5 Million Cycles Per Cell
- /// Common 14 pin Interface Connector
- /// Custom Attenuation Ranges

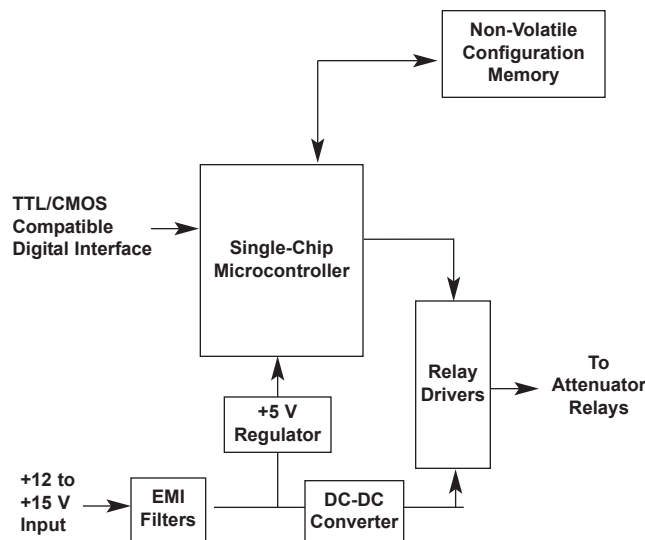


Figure 1. SmartStep Driver Circuitry

For additional information on the 150 Series, visit our website @ www.weinschel.com/programmable.htm

Specifications

NOMINAL IMPEDANCE: 50 Ω

FREQUENCY RANGE: Model 151T: dc to 4 GHz
Model 150T: dc to 18 GHz
Model 152T: dc to 26.5 GHz

CELL CONFIGURATIONS:

Cell	11	15	31	55	62	70	70	75	90	110
1	1	1	1	5	2	10	10	5	10	10
2	4	8	16	10	32	20	40	40	30	40
3	2	2	2	20	16	20	20	20	20	20
4	4	4	8	20	4	20	--	10	30	40
5	--	--	4	--	8	--	--	--	--	--

DRIVER INTERFACE:

Input Supply Voltage: +12.0 to +15.0V

Control Signals: TTL/CMOS compatible

Interface Modes: parallel/ I²C serial

DC Characteristics (at 25 °C):

Digital Interface:

Parameter	Specification
V _{IL} Low Level input:	-0.5 min, 0.8V max
V _{IH} High Level input:	2.0 min, 5.25V max
I _{PU} Pullup Current	50 μ A min, 400 μ A max

Power Supply:

V _{IN} Supply Voltage:	+12.0 to +15.0V
I _{IN} Supply current:	25 mA
I _{CELL} Supply Current:	150 mA (per cell, switching)

POWER RATING: 1 watt average, 100 watts peak
(10 μ sec pulse width; 5% duty cycle)

TEMPERATURE: -20° to +70°C operating
-55° to +85°C nonoperating

TEMPERATURE COEFFICIENT: <0.0001 dB/dB/°C

POWER SENSITIVITY: <0.001 dB/dB/ Watt

RATED SWITCH LIFE: 5 million cycles per cell

RF INPUT CONNECTORS: Rugged female 3.5 mm which mate nondestructively with SMA male connectors per MIL-STD-39012.

INTERFACE CONNECTOR: 14 pin .025 square post header on .1 center. Mates with Amp connector 746285-2 or equivalent (one mating connector included with each unit).

SWITCHING SPEED: 20 msec (includes settling time)

CONTROL PULSE WIDTH: 20 msec (minimum)

REPEATABILITY: $\pm$ 0.01 typical to 18 GHz
 $\pm$ 0.05 dB typical to 26.5 GHz

VIBRATION*: MIL-STD-202F, Method 204D Cond B

ALTITUDE*: MIL-STD-202F, Method 105C Cond B, 50,000 Ft.

SHOCK*: MIL-STD -202F, Method 213B Cond B, except 10G, 6 msec

HUMIDITY*: MIL-STD-202F, Method 103B, Cond. B (96 Hrs. @ 95%, RH).

MAXIMUM SWR (50 Ω Characteristic Impedance):

APPLICABLE MODELS	Frequency (GHz)		
	dc-4	4-18	18-26.5
151T-11, 151T-15, 151T-31, 151-62T, 151T-75, 151T-110	1.50	---	---
150T-11, 150T-15, 150T-31 150T-62, 150T-75, 150T-110	1.50	1.90	---
151T-70 (3 cell)	1.35	---	---
150T-70 (3 cell)	1.35	1.70	---
152AT-70 (3 cell)	1.40	1.70	1.80
152T-55, 152T-70, 152T-90	1.40	1.60	1.80

MAXIMUM INSERTION LOSS (dB):

APPLICABLE MODELS	Frequency (GHz)		
	dc-4	4-18	18-26.5
151T-11, 151T-15, 151T-75, 151T-110	0.90	---	---
150T-11, 150T-15, 150T-75, 150T-110	0.90	2.20	--
151T-31, 151T-62 (5 cell)	1.10	----	----
150T-31, 150T-62 (5 cell)	1.10	2.60*	----
151T-70 (3 cell)	0.70	---	---
150T-70 (3 cell)	0.70	1.60	---
152AT-70 (3 cell)	0.90	2.00	2.98
152T-55, 152T-70, 152T-90	0.90	2.00	2.98

*4-12.4 is 1.80, 12.4-18 is 2.60

WEIGHT: 5 Cell 350 g (12 oz)
4 Cell 290 g (9.0 oz)
3 Cell 230 g (8.0 oz)

ACCESSORIES

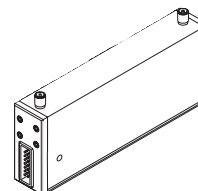
SmartStep Interface: The Model 8210A **SmartStep** Interface provides a flexible, low cost solution for the operation of programmable step attenuators and other electromechanical devices under computer control. Designed to interface to Weinschel's new line of **SmartStep** programmable attenuators, the 8210A represents a new concept in device control applications for bench test and subsystem designs. The 8210A provides a high-level interface from various industry standard communications interfaces, including IEEE-488 and RS232/RS422/RS485, to the **SmartStep's** serial Driver Interface Bus.

OPTIONAL CALIBRATION DATA: Calibration Data is available at an additional cost for all programmable step attenuator models. This calibration data is generated using a computer controlled Weinschel Attenuation Measurement System. Standard calibration data can be provided in 250 MHz steps for all dc-4 GHz models and in 500 MHz steps for dc-18 and dc-26.5 GHz models. The measurements are traceable to NIST Standards.

ATTENUATION ACCURACY (+dB with respect to 0 dB reference):

Model 150T/151T/152T-11 & 150T/151T/152T-15:

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
dc-4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4-12.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
12.4-18	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
18-26.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1



Model 150T/151T-75:

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)														
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
dc-4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7	0.7	0.9	0.9	1.1	1.1	1.2	1.2	1.4
4-12.4	0.3	0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	1.2	1.2	1.5	1.5	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1
12.4-18	0.4	0.4	0.8	0.8	1.2	1.2	1.6	1.6	2.0	2.0	2.4	2.4	2.8	2.8	2.8

Model 150T/151T-31:

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
dc-4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4-12.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
12.4-18	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
dc-4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
4-12.4	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1
12.4-18	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3

Model 150T/151T-62:

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)															
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
dc-4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6
4-12.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
12.4-18	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)														
	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62
dc-4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2
4-12.4	1.0	1.0	1.1	1.1	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.8	1.8	1.8
12.4-18	1.4	1.4	1.6	1.6	1.8	1.8	2.0	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4	2.4

Model 150T/151T-70, 150T/151T-110, 152AT-70:

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
dc-4	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9
4-12.4	0.4	0.7	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.0
12.4-18	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.0
18-26.5	0.6	0.7	0.9	1.5	1.6	2.2	2.9	---	---	---	---

Model 152T-55:

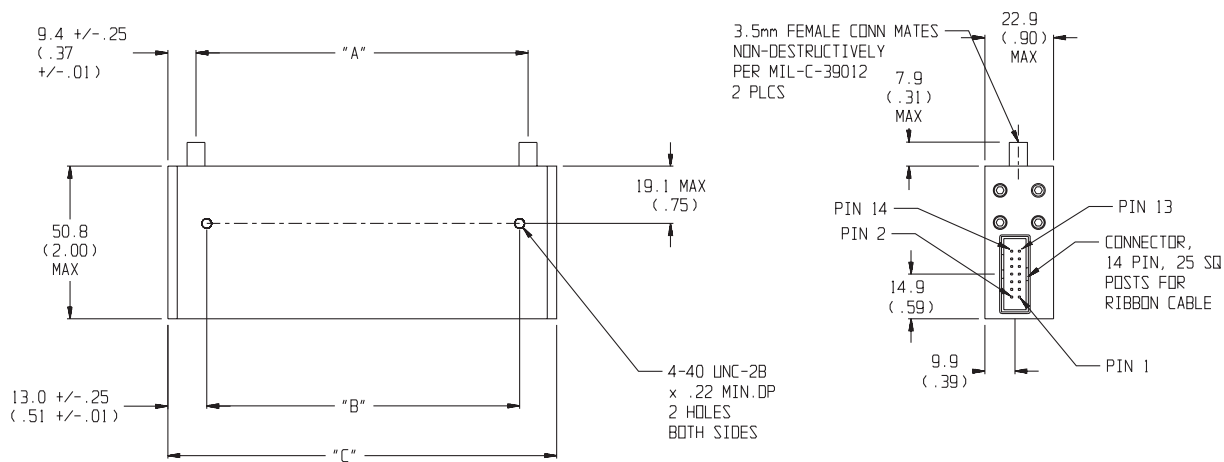
Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	55
dc-4	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	1.0
4-12.4	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	0.9	1.3
12.4-18	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.8	1.0	1.1	1.1	1.6
18-26.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.9	1.2	1.4	1.4	2.0

Model 152T-70, 152T-90:

Frequency Range (GHz)	Attenuation Setting (dB)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
dc-4	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.1	1.2
4-12.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.3	1.5	1.6	1.7
12.4-18	0.5	0.6	0.8	1.1	1.2	1.4	1.7	1.8	2.1
18-26.5	0.5	0.6	0.9	1.4	1.5	1.8	2.3	2.4	2.8

PHYSICAL DIMENSIONS:

Models 150T, 151T, & 152T:



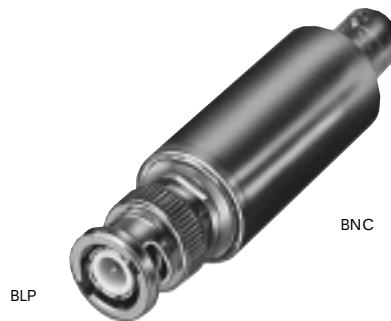
DIM	A	B	C
3 cell	83.0 (3.27)	76.2 (3.0)	101.6 (4.00)
4 cell	110.7 (4.36)	103.6 (4.06)	129.2 (5.09)
5 cell	136.9 (5.39)	129.8 (5.11)	156.2 (6.15)

NOTE: All dimensions are given in mm (inches) and are maximum, unless otherwise specified.

150T Series Ordering Guide...

Frequency Range	NO. Cells	Attenuator Range/Step Size								
		11/1 dB	15/1 dB	31/1 dB	55/5 dB	62/2 dB	70/10 dB	75/5 dB	90/10 dB	110/10 dB
dc-4 GHz	4	151T-11	151T-15		N/A		151T-70	151T-75	N/A	151T-110
	3			151T-31		151T-62				
	5									
dc-18 GHz	4	150T-11	150T-15		N/A		150T-70	150T-75	N/A	150T-110
	3			150T-31		150T-62				
	5									
dc-26.5 GHz	4	N/A	NA	N/A	152T-55	NA	152T-70	N/A	152T-90	152T-110
	3						152AT-70			

Low Pass DC to 2700 MHz



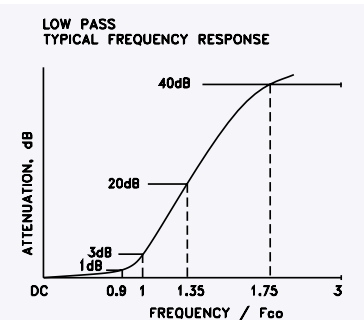
MODEL NO.	PASSBAND, MHz	fco, MHz Nom.	STOP BAND, MHz		VSWR		CASE STYLE	CONNECTOR	PRICE \$ (Note 2)
	(loss < 1 dB)	(loss 3 dB)	(loss > 20dB)	(loss > 40 dB)	Passband	Stopband	Note B		
					Typ.	Typ.			Qty. (1-9)
BLP-1.9**	DC-1.9	2.5	3.4-4.7	4.7-200	1.7:1	18:1	FF55	—	34.95
BLP-2.5**	DC-2.5	2.75	3.8-5.0	5.0-200	1.7:1	18:1	FF55	—	35.95
BLP-5	DC-5	6	8-10	10-200	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
■ BLP-7-75	DC-7	8	11-15	15-200	1.7:1	18:1	FF55	—	33.95
BLP-10.7	DC-11	14	19-24	24-200	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
■ BLP-10.7-75	DC-11	14	19-24	24-200	1.7:1	18:1	FF55	—	33.95
BLP-15	DC-15	17	23-32	32-200	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
■ BLP-15-75	DC-15	17	23-32	32-200	1.7:1	18:1	FF55	—	33.95
BLP-21.4	DC-22	24.5	32-41	41-200	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
■ BLP-21.4-75	DC-22	24.5	32-41	41-200	1.7:1	18:1	FF55	—	33.95
BLP-30	DC-32	35	47-61	61-200	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
■ BLP-30-75	DC-32	35	47-61	61-200	1.7:1	18:1	FF55	—	33.95
BLP-50	DC-48	55	70-90	90-200	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
■ BLP-50-75	DC-48	55	70-90	90-200	1.7:1	18:1	FF55	—	33.95
BLP-70	DC-60	67	90-117	117-300	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
BLP-90	DC-81	90	121-157	157-400	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
BLP-100	DC-98	108	146-189	189-400	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
■ BLP-100-75	DC-98	108	146-189	189-400	1.7:1	18:1	FF55	—	33.95
BLP-150	DC-140	155	210-300	300-600	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
BLP-200	DC-190	210	290-390	390-800	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
BLP-250	DC-225	250	320-400	400-1200	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
BLP-300	DC-270	297	410-550	550-1200	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
BLP-450	DC-400	440	580-750	750-1800	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
BLP-550	DC-520	570	750-920	920-2000	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
BLP-600	DC-580	640	840-1120	1120-2000	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
■ BLP-600-75	DC-580	640	840-1120	1120-2000	1.7:1	18:1	FF55	—	33.95
BLP-750	DC-700	770	1000-1300	1300-2000	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
BLP-800	DC-720	800	1080-1400	1400-2000	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
BLP-850	DC-780	850	1100-1400	1400-2000	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
■ BLP-850-75	DC-750	850	1150-1490	1490-2000	1.7:1	18:1	FF55	—	33.95
BLP-1000	DC-900	990	1340-1750	1750-2000	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95
BLP-1200	DC-1000	1200	1620-2100	2100-2500	1.7:1	18:1	FF55	—	32.95

NSN GUIDE

MCL NO.	NSN
BLP-5	5915-01-454-6890
NLP-450	5915-01-492-3687
SLP-30	5915-01-327-4692
SLP-21.4	5915-01-414-9165
SLP-70	5915-01-380-5534
SLP-550	5915-01-487-3147

NOTES:

- ** 1dB compression at +13 dBm input power
- Denotes 75 ohm model, for coax connector models 75 ohm BNC connectors are standard.
- A. General Quality Control Procedures, Environmental Specifications, Hi-Rel and MIL description are given in General Information (section 0).
- B. Connector types and case mounted options, case finishes are given in section 0, see "Case styles & outline drawings".
- C. Prices and specifications subject to change without notice.
- 1. Absolute maximum power, voltage and current rating: 1a. RF power, 0.5 Watt
- 2. Models are available with male/female coax connectors, for other configurations and inter-series versions consult factory. See section 0, case styles and outline drawings.



TYPE N



NLP

SMA



SLP

MODEL NO.	PASSBAND, MHz	fco, MHz Nom.	STOP BAND, MHz		VSWR		CASE STYLE	NO. OF PORTS	PRICE \$ (Note 2)
	(loss < 1 dB)	(loss 3 dB)	(loss > 20dB)	(loss > 40 dB)	Passband	Stopband	Note B		
NLP-1.9**	DC-1.9	2.5	3.4-4.7	4.7-200	1.7:1	18:1	FF57	—	37.95
NLP-2.5**	DC-2.5	2.75	3.8-5.0	5.0-200	1.7:1	18:1	FF57	—	38.95
NLP-5	DC-5	6	8-10	10-200	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-10.7	DC-11	14	19-24	24-200	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-15	DC-15	17	23-32	32-200	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-21.4	DC-22	24.5	32-41	41-200	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-30	DC-32	35	47-61	61-200	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-50	DC-48	55	70-90	90-200	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-70	DC-60	67	90-117	117-300	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-90	DC-81	90	121-157	157-400	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-100	DC-98	108	146-189	189-400	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-150	DC-140	155	210-300	300-600	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-200	DC-190	210	290-390	390-800	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-250	DC-225	250	320-400	400-1200	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-300	DC-270	297	410-550	550-1200	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-450	DC-400	440	580-750	750-1800	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-550	DC-520	570	750-920	920-2000	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-600	DC-580	640	840-1120	1120-2000	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-750	DC-700	770	1000-1300	1300-2000	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-800	DC-720	800	1080-1400	1400-2000	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-850	DC-780	850	1100-1400	1400-2000	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-1000	DC-900	990	1340-1750	1750-2000	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-1200	DC-1000	1200	1620-2100	2100-2500	1.7:1	18:1	FF57	—	35.95
NLP-1750	DC-1500	1750	2400-3000	3000-6000	1.3:1	18:1	FF57	—	37.95
NLP-2400	DC-2200	2400	3150-4000	4000-6000	1.3:1	18:1	FF57	—	37.95
NLP-2950	DC-2700	2950	3700-4500	4500-6000	1.3:1	18:1	FF57	—	37.95
SLP-1.9**	DC-1.9	2.5	3.4-4.7	4.7-200	1.7:1	18:1	FF99	—	36.95
SLP-2.5**	DC-2.5	2.75	3.8-5.0	5.0-200	1.7:1	18:1	FF99	—	37.95
SLP-5	DC-5	6	8-10	10-200	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-10.7	DC-11	14	19-24	24-200	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-15	DC-15	17	23-32	32-200	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-21.4	DC-22	24.5	32-41	41-200	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-30	DC-32	35	47-61	61-200	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-50	DC-48	55	70-90	90-200	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-70	DC-60	67	90-117	117-300	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-90	DC-81	90	121-157	157-400	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-100	DC-98	108	146-189	189-400	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-150	DC-140	155	210-300	300-600	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-200	DC-190	210	290-390	390-800	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-250	DC-225	250	320-400	400-1200	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-300	DC-270	297	410-550	550-1200	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-450	DC-400	440	580-750	750-1800	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-550	DC-520	570	750-920	920-2000	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-600	DC-580	640	840-1120	1120-2000	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-750	DC-700	770	1000-1300	1300-2000	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-800	DC-720	800	1080-1400	1400-2000	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-850	DC-780	850	1100-1400	1400-2000	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-1000	DC-900	990	1340-1750	1750-2000	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-1200	DC-1000	1200	1620-2100	2100-2500	1.7:1	18:1	FF99	—	34.95
SLP-1650	DC-1400	1650	2300-2900	2900-6000	1.3:1	18:1	FF99	—	36.95
SLP-2400	DC-2200	2400	3150-4000	4000-6000	1.3:1	18:1	FF99	—	36.95
SLP-2950	DC-2700	2950	3700-4500	4500-6000	1.3:1	18:1	FF99	—	36.95

Cavity Filters



- 30 MHz to 40 GHz
- 3 dB Bandwidths from <0.5 to >66%
- High "Q", Low Loss
- High Power
- Computer-Aided Designs
- Helical, Compline, Interdigital
- Waveguide
- 12 Stock Series

Lorch Microwave's cavity filter designs are available in the frequency range of 30 MHz to 40 GHz and with bandwidth options from less than 0.5% to over 66%. Cavity filters offer the user very low insertion loss, steep skirt selectivity, and narrower bandwidths than discrete component filters. Cavity filter performance is based on parts selection and physical layout of the helical coils, resonators, as well as the shape and size of the cavity housing. Lorch Microwave offers the user 12 unique stock designs to satisfy the majority of applications. At lower frequencies a helical coil is used to excite the electromagnetic field, while a 1/8 to 1/4 wave capacitively loaded design is used at higher frequencies. A cylindrical waveguide design is used to achieve narrow bandwidths and high power operation.

Each filter is custom-designed to your exact specification so that you will receive the optimum performance at the lowest cost. Filter performance is easily predicted using our proprietary software, while CAD files are generated for our CNC machine and fabrication center. At Lorch Microwave, even complex designs and working drawings can be generated in a matter of a few hours...not weeks.

Standard cavity filters generally are designed using aluminum as the base metal. As most raw metals are inherently lossy, filter housings are silver plated for improved electrical characteristics and current flow. Brass, copper, aluminum or bi-metal resonators are used to minimize frequency drift over temperature.



Cavity Filters

The tables, graphs and curves on the following pages were prepared to enable you to determine an approximation of the electrical performance and physical size you can expect. If by chance your requirements cannot be met from the units described herein, please contact our technical marketing staff for assistance. With over 30 years of filter designs in our data bank, chances are good that we have successfully solved a similar problem in the past.



Narrowband - 0.5% to 4%

P/N	Frequency (MHz)	% 3 dB Bandwidth	VSWR (Nominal)	Number of Sections	Avg. Power (Watts)	Operating Temp. (°C)	Relative Humidity
CP	30-2000	0.5-4	1.5:1	2-6	10	-55 to +85	95%
CF2	500-2000	0.5-4	1.5:1	2-8	10	-55 to +85	95%
CF3	500-2500	0.5-4	1.5:1	2-8	10	-55 to +85	95%
CF4	2000-3000	0.5-4	1.5:1	2-8	10	-55 to +85	95%
CF6	2000-8000	0.5-4	1.5:1	2-8	10	-55 to +85	95%
CF7	4000-26000	0.5-4	1.5:1	2-8	10	-55 to +85	95%

Narrowband (Compline) - 1% to 25%

P/N	Frequency (MHz)	% 3 dB Bandwidth	VSWR (Nominal)	Number of Sections	Avg. Power (Watts)	Operating Temp. (°C)	Relative Humidity
EZ3	500-6000	1-25	1.5:1	2-17	10	-55 to +85	95%
EZ4	1000-8000	1-25	1.5:1	2-17	10	-55 to +85	95%
EZ5	2000-12000	1-25	1.5:1	2-17	10	-55 to +85	95%
EZ6	4000-18000	1-25	1.5:1	2-17	10	-55 to +85	95%
EZ7	6000-26000	1-25	1.5:1	2-17	10	-55 to +85	95%

Wideband (interdigital) -25% to 66%

P/N	Frequency (MHz)	% 3 dB Bandwidth	VSWR (Nominal)	Number of Sections	Avg. Power (Watts)	Operating Temp. (°C)	Relative Humidity
IZ3	500-6000	25-66	2.0:1	2-17	10	-55 to +85	95%
IZ4	1000-8000	25-66	2.0:1	2-17	10	-55 to +85	95%
IZ5	2000-12000	25-66	2.0:1	2-17	10	-55 to +85	95%
IZ6	4000-18000	25-66	2.0:1	2-17	10	-55 to +85	95%
IZ7	6000-26000	25-66	2.0:1	2-17	10	-55 to +85	95%

Shock 10G
Vibration 20G

See pages 12-14 for mechanical outlines and dimensions.
Contact factory for specific requirements not listed above.

Specifying Cavity Filters

Cavity Filter Part Number Description

4 CF2 - 1200 / A15 - S / SM

1 2 3 4 5 6

1. Number of Sections
2. Series and package size
3. Center Frequency, MHz
4. Bandwidth and Code (3 dB BW Standard)
5. Input Connector
6. Output Connector (if different from input)

- (1) Requires Minimum Cross Section of 0.88"
 (2) Requires SMA Removable Connectors at High Frequencies

Bandwidth	Designator
3 dB	/(blank)
1 dB	/A
equi-ripple	/R
special	/X

Connectors

Connector Type	Designator
BNC Female (1)	B
BNC Male (1)	BM
Blind Mate	BP
N Female (1)	N
N Male (1)	NM
RF Pin (2)	P
SMA Female	S
SMA Male	SM
SMA Removable	SR
Special	X
TNC Female (1)	T
TNC Male (1)	TM



Calculating Number of Sections

The following curves show the stopband frequencies normalized to the 3 dB bandwidth for filters with 2 to 13 sections. A ratio of stopband frequency to 3 dB bandwidth is used.

The curve on the next page shows a slightly asymmetric frequency response resulting from the circuit used. Other schematics may be utilized to yield different attenuation characteristics (i.e. steeper on the high frequency side of the passband and shallower on the low side).

Example:

A CF-Series filter has a center frequency of 1000 MHz and a 3 dB bandwidth of 10 MHz. A stopband attenuation of 60 dB is required at 980 MHz and 1030 MHz.

The percentage bandwidth is 1%, calculated as follows:

$$\frac{3 \text{ dB BW (MHz)}}{F_O \text{ (MHz)}} \times 100 = \frac{10}{1000} \times 100 = 1\%$$

For the first stopband requirement: Number of 3 dB bandwidths from center frequency = $\frac{(1000 - 980)}{10} = 2.0$

From the CP/CF series attenuation curve, we find that a minimum of 7 sections are required.

The second stopband requirement is: Number of 3 dB bandwidths from center frequency = $\frac{(1030 - 1000)}{10} = 3.0$

From the CP/CF series attenuation curve, we find that 5 sections minimum are required.

The greater number of sections must always be used to insure full specification compliance; therefore, a 7 section should be used.

Specifying Cavity Filters



Insertion Loss Calculation

Knowing the number of sections, center frequency and bandwidth of the filter, insertion loss may be calculated using the following formula:

$$\text{Loss} = \frac{N - 1.5}{Q \times \%3\text{dB BW}} + 0.2$$

Example:

5CF2-915/25-N

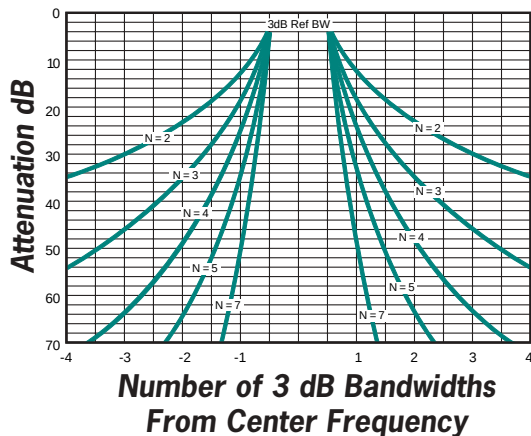
1. Percentage BW = $25 / 915 \times 100 = 2.7\%$
2. Q from CF series curves = 2.9
3. Number of Sections = 5
4. $\text{Loss} = \frac{5 - 1.5}{2.9 \times 2.7} + 0.2$

Example:

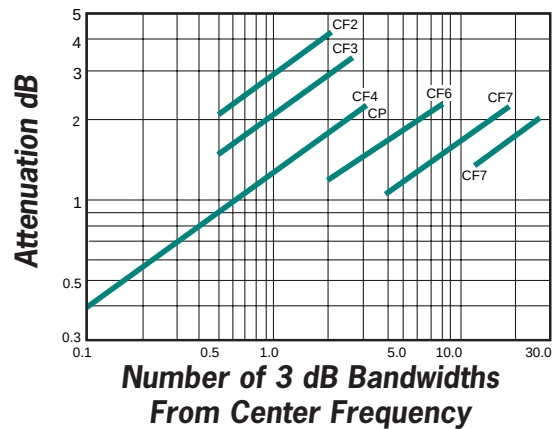
9EZ6-8725/1375-S

1. Percentage BW = $1375 / 8725 \times 100 = 15.8\%$
2. Q from EZ series curves = 1.1
3. Number of Sections = 9
4. $\text{Loss} = \frac{9 - 1.5}{1.1 \times 15.8} + 0.2 = 0.63 \text{ dB}$

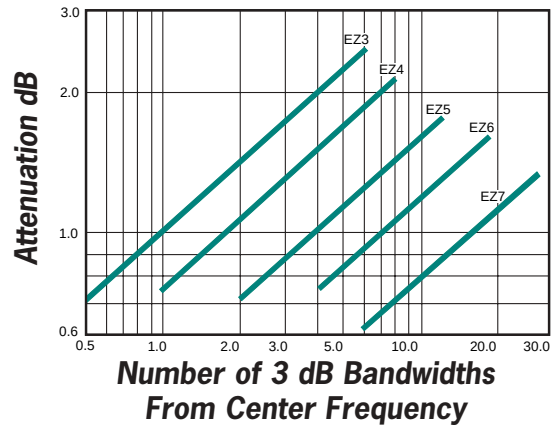
CP and CF Series Attenuation Characteristics



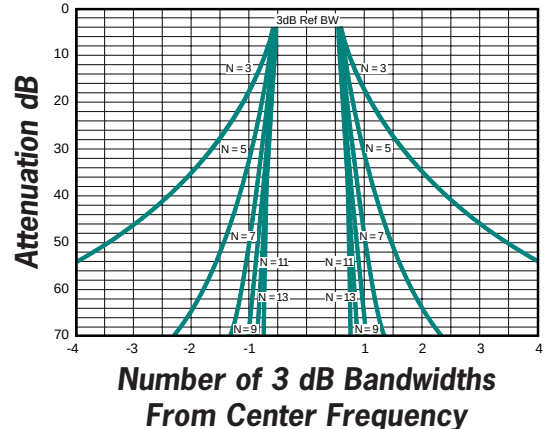
"Q"-CF, CP Series, Narrowband Cavities



"Q"-EZ, IZ Series, Wideband Cavities

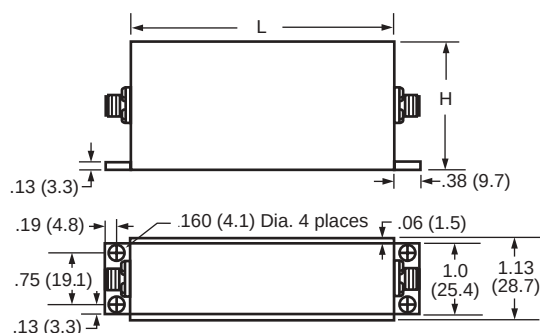


EZ and IZ Series Attenuation Characteristics

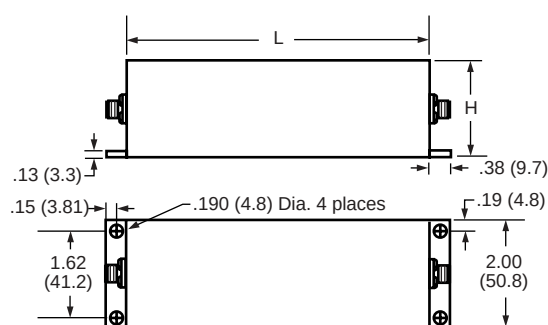


Cavity Filters — Outline Drawings

CP, BRP Series



CF2 Series



CP Series

Frequency (MHz)	Width Inches (mm)	Height Inches (mm)	Length VS. Number of Sections — Inches (mm)				
			2	3	4	5	6
30-50	1.13 (28.7)	3.88 (98.6)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
51-65	1.13 (28.7)	2.88 (73.2)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
66-100	1.13 (28.7)	2.38 (60.5)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
101-500	1.13 (28.7)	1.88 (47.8)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
501-600	1.13 (28.7)	4.88 (124.0)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
601-900	1.13 (28.7)	3.88 (98.6)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
901-1300	1.13 (28.7)	2.88 (73.2)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
1301-1800	1.13 (28.7)	2.38 (60.5)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
1801-2000	1.13 (28.7)	1.88 (47.8)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)

BRH Series

Frequency (MHz)	Width Inches (mm)	Height Inches (mm)	Length VS. Number of Sections — Inches (mm)				
			2	3	4	5	6
30-50	1.13 (28.7)	4.88 (124.0)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
51-65	1.13 (28.7)	3.88 (98.6)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
66-100	1.13 (28.7)	3.38 (85.9)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
101-500	1.13 (28.7)	2.88 (73.2)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
501-600	1.13 (28.7)	5.88 (149.4)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)
601-900	1.13 (28.7)	4.88 (124.0)	2.50 (63.5)	3.63 (92.2)	4.75 (120.7)	5.88 (149.4)	7.00 (177.8)

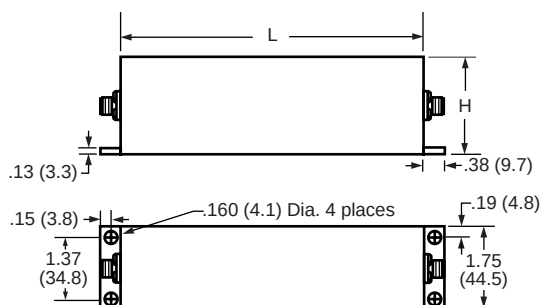
CF2 Series

Frequency (MHz)	Width Inches (mm)	Height Inches (mm)	Length VS. Number of Sections — Inches (mm)				
			2	3	4	5	6
500-750	2.0 (50.8)	6.6 (167.6)	3.9 (99.1)	5.7 (145)	7.6 (193.1)	9.4 (238.8)	11.2 (285)
751-1000	2.0 (50.8)	4.6 (116.8)	3.9 (99.1)	5.7 (145)	7.6 (193.1)	9.4 (238.8)	11.2 (285)
1001-1500	2.0 (50.8)	3.7 (94.0)	3.9 (99.1)	5.7 (145)	7.6 (193.1)	9.4 (238.8)	11.2 (285)
1501-2000	2.0 (50.8)	2.7 (68.6)	3.9 (99.1)	5.7 (145)	7.6 (193.1)	9.4 (238.8)	11.2 (285)

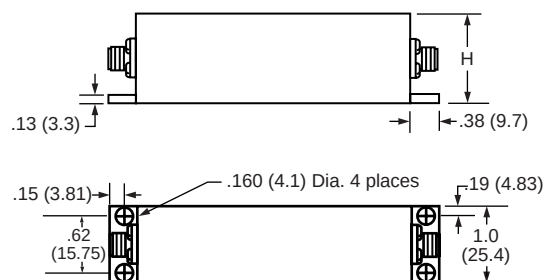
All dimensions are approximate. Contact factory for actual sizes. All length dimensions are excluding connectors.

Cavity Filters — Outline Drawings

CF3 Series



CF4 Series



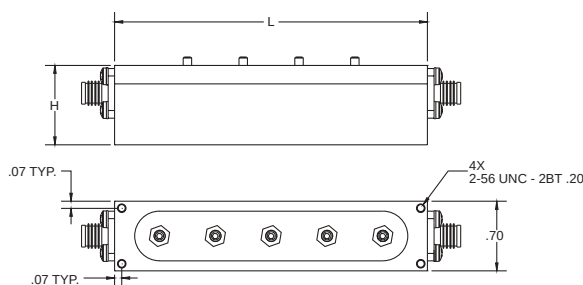
CF3 Series

Frequency (MHz)	Width Inches (mm)	Height Inches (mm)	Length VS. Number of Sections — Inches (mm)				
			2	3	4	5	6
500-750	1.75 (44.45)	6.6 (167.6)	3.00 (76.2)	4.3 (109.5)	5.6 (142.25)	6.9 (175.26)	8.3 (210.82)
751-1000	1.75 (44.45)	4.6 (116.8)	3.00 (76.2)	4.3 (109.5)	5.6 (142.25)	6.9 (175.26)	8.3 (210.82)
1001-1500	1.75 (44.45)	3.7 (94.0)	3.00 (76.2)	4.3 (109.5)	5.6 (142.25)	6.9 (175.26)	8.3 (210.82)
1501-2000	1.75 (44.45)	2.7 (68.6)	3.00 (76.2)	4.3 (109.5)	5.6 (142.25)	6.9 (175.26)	8.3 (210.82)

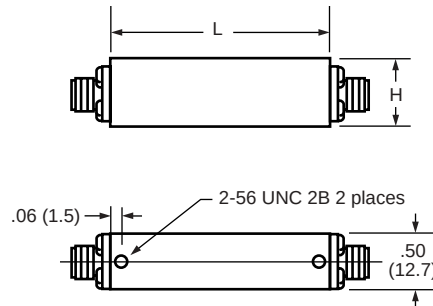
CF4 Series

Frequency (MHz)	Width Inches (mm)	Height Inches (mm)	Length VS. Number of Sections — Inches (mm)				
			2	3	4	5	6
2001-3000	1.0 (25.4)	2.1 (53.4)	2.00 (50.8)	2.80 (71.1)	3.60 (91.4)	4.40 (111.8)	5.20 (132.1)

CF6 Series



CF7 Series



CF6 Series

Frequency (MHz)	Width Inches (mm)	Height Inches (mm)	Length VS. Number of Sections — Inches (mm)				
			2	3	4	5	6
2000-4000	0.7 (17.8)	1.9 (48.3)	1.50 (38.1)	2.0 (50.8)	2.6 (66.1)	3.2 (81.3)	3.7 (94.0)
4001-6000	0.7 (17.8)	1.2 (30.5)	1.50 (38.1)	2.0 (50.8)	2.6 (66.1)	3.2 (81.3)	3.7 (94.0)
6001-8000	0.7 (17.8)	0.9 (22.9)	1.50 (38.1)	2.0 (50.8)	2.6 (66.1)	3.2 (81.3)	3.7 (94.0)

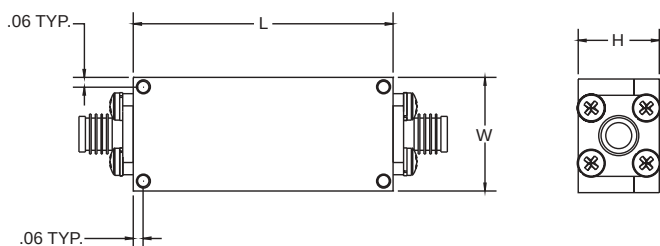
CF7 Series

Frequency (MHz)	Width Inches (mm)	Height Inches (mm)	Length VS. Number of Sections — Inches (mm)				
			2	3	4	5	6
4000-7000	0.5 (12.7)	1.15 (29.2)	0.9 (22.8)	1.3 (33.1)	1.6 (40.7)	1.9 (48.3)	1.95 (49.6)
7001-13000	0.5 (12.7)	0.85 (21.6)	0.9 (22.8)	1.3 (33.1)	1.6 (40.7)	1.9 (48.3)	1.95 (49.6)
13000-26000	0.5 (12.7)	0.65 (16.6)	0.9 (22.8)	1.3 (33.1)	1.6 (40.7)	1.9 (48.3)	1.95 (49.6)

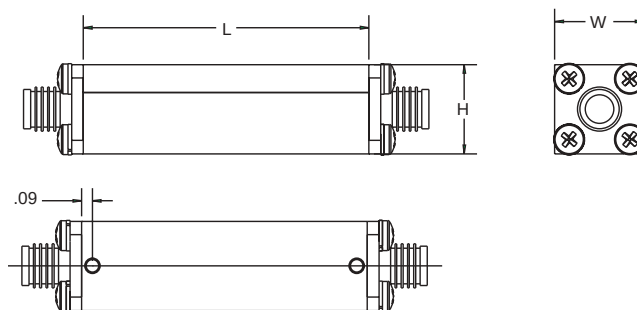
All dimensions are approximate. Contact factory for actual sizes. All length dimensions are excluding connectors.

Cavity Filters — Outline Drawings

**EZ3, EZ4, EZ5 Series and
IZ3, IZ4, IZ5 Series**



**EZ6, EZ7 Series and
IZ6, IZ7 Series**



EZ Series Length VS. Number of Sections, 1-25% BW

Series	Frequency (GHz)	Width Inches (mm)	Height Inches (mm)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
EZ3	0.5-6.0	4.00 (101.6)	0.75 (19.1)	2.6 (66.0)	3.2 (81.3)	3.7 (94.0)	4.3 (109.2)	4.8 (121.9)	5.5 (139.7)	6.2 (157.5)	6.9 (175.3)	7.6 (193.0)	8.3 (210.8)	9.0 (228.6)
EZ4	1.0-8.0	2.1 (53.4)	0.59 (15.0)	1.9 (48.8)	2.4 (61.0)	2.8 (71.1)	3.2 (81.3)	3.6 (91.5)	4.1 (104.1)	4.6 (116.8)	5.1 (129.5)	5.6 (142.2)	6.1 (154.9)	6.6 (167.6)
EZ5	2.0-12.0	1.50 (38.1)	0.63 (16.0)	1.4 (35.6)	1.8 (45.7)	1.9 (48.8)	2.3 (58.4)	2.6 (66.0)	2.9 (73.7)	3.3 (83.8)	3.6 (91.5)	4.0 (101.6)	4.3 (109.2)	4.7 (119.4)
EZ6	4.0-18.0	0.9 (22.9)	0.50 (12.7)	1.1 (28.0)	1.2 (30.5)	1.5 (38.1)	1.8 (45.7)	2.1 (53.3)	2.4 (61.0)	2.7 (68.6)	3.0 (76.2)	3.3 (83.8)	3.6 (91.4)	3.9 (99.1)
EZ7	6.0-20.0	0.7 (17.8)	0.50 (12.7)	1.0 (25.4)	1.1 (28.0)	1.2 (30.5)	1.2 (30.5)	1.4 (35.6)	1.6 (40.6)	1.7 (43.2)	1.9 (48.8)	2.0 (50.8)	2.2 (55.9)	2.4 (61.0)

All dimensions are approximate. Contact factory for actual sizes. All length dimensions are excluding connectors.

IZ Series Length VS. Number of Sections, 25-66% BW

Series	Frequency (GHz)	Width Inches (mm)	Height Inches (mm)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
IZ3	0.5-6.0	6.5 (165.1)	0.75 (19.1)	1.1 (28.0)	1.5 (38.1)	1.9 (48.8)	2.3 (58.4)	2.7 (68.6)	3.1 (78.7)	3.5 (88.9)	3.9 (99.1)	4.3 (109.2)	4.7 (119.4)	5.1 (129.5)
IZ4	1.0-8.0	3.5 (88.9)	0.59 (15.0)	1.0 (25.4)	1.2 (30.5)	1.5 (38.1)	1.8 (45.7)	2.1 (53.3)	2.5 (63.5)	2.8 (71.1)	3.2 (81.3)	3.5 (88.9)	3.9 (99.1)	4.2 (106.7)
IZ5	2.0-12.0	2.0 (50.8)	0.63 (16.0)	1.0 (25.4)	1.1 (28.0)	1.2 (30.5)	1.3 (33.0)	1.5 (38.1)	1.8 (45.7)	2.0 (50.8)	2.3 (58.4)	2.5 (63.5)	2.8 (71.1)	3.1 (78.7)
IZ6	4.0-18.0	1.25 (31.8)	0.50 (12.7)	0.9 (22.9)	1.0 (25.4)	1.1 (28.0)	1.2 (30.5)	1.3 (33.0)	1.5 (38.1)	1.6 (40.6)	1.8 (45.7)	2.0 (50.8)	2.2 (55.9)	2.3 (58.4)
IZ7	6.0-20.0	1.00 (25.4)	0.50 (12.7)	0.8 (20.3)	0.9 (22.9)	1.0 (25.4)	1.1 (28.0)	1.2 (30.5)	1.3 (33.0)	1.4 (35.6)	1.5 (38.1)	1.6 (40.6)	1.7 (43.2)	1.8 (45.7)

All dimensions are approximate. Contact factory for actual sizes. All length dimensions are excluding connectors.

Waveguide Filters



- Frequency Range 2 - 40 GHz
- 2 thru 8 Sections
- W/G Flange or Connectorized
- Stand Alone Filters or Diplexed

Lorch Microwave offers a complete line of waveguide filters, that cover the frequency range of 2-40 GHz. Lorch offers waveguide filters as single components or in a diplexed configuration. Typical applications for radio communications.



Waveguide Part Number Description

4 **WR62** - **12950** / **R175** - **C** / **CK**

1 2 3 4 5 6

1. Number of Sections
2. Waveguide size
3. Center Frequency, MHz
4. Bandwidth and Code
5. Input Connector
6. Output Connector

Most standard connectors and flanges are available.

Connectors

Connector Type	Designator
Cover Flange	C
Choke Flange	CK
SMA Female	S
SMA Male	SM
SMA Removable	SR
K Female	K
K Male	KM
Special	X

Bandwidth	Designator
3 dB	/(blank)
1 dB	/A
equi-ripple	/R
special	/X

Waveguide Filter Electrical Performance

Parameter	Standard	Special
Frequency Range	4 - 40 GHz	2 - 40 GHz
Bandwidth	0.5 - 5%	Contact Factory
Number of Sections	2 - 8	2 - 13
Typical VSWR	1.5:1	<1.3:1
Power Handling	1 watt average	>100 watts

Coaxial

Power Splitter/Combiner

2 Way-0° 50Ω

5 to 500 MHz

ZFSC-2-1+
ZFSC-2-1


BNC version shown

CASE STYLE: K18

Connectors	Model	Price	Qty.
BNC	ZFSC-2-1(+)	\$44.95	(1-9)
SMA	ZFSC-2-1-S(+)	\$49.95	(1-9)
N-TYPE	ZFSC-2-1-N(+)	\$49.95	(1-9)
BRACKET (OPTION "B")		\$2.50	(1+)

+ RoHS compliant in accordance
with EU Directive (2002/95/EC)

The +suffix identifies RoHS Compliance. See our web site
for RoHS Compliance methodologies and qualifications.

Maximum Ratings

Operating Temperature	-55°C to 100°C
Storage Temperature	-55°C to 100°C
Power Input (as a splitter)	1W max.
Internal Dissipation	0.125W max.

Coaxial Connections

SUMPORT	3
PORT 1	1
PORT 2	2

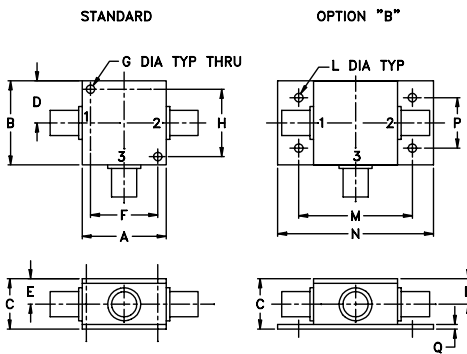
Features

- wide band, 5 to 500 MHz
- low insertion loss, 0.3 dB typ.
- excellent isolation, 28 dB typ.
- rugged shielded case
- excellent amplitude unbalance, 0.1 dB typ.
- good VSWR 1.2:1 typ.

Applications

- VHF/UHF
- instrumentation
- communication systems

Outline Drawing



Outline Dimensions (inch/mm)

A	B	C	D	E	F	G	H
1.25	1.25	.75	.63	.38	1.00	.125	1.000
31.75	31.75	19.05	16.00	9.65	25.40	3.18	25.40

J	K	L	M	N	P	Q	wt
--	--	.125	1.688	2.18	.75	.07	grams
--	--	3.18	42.88	55.37	19.05	1.78	70.0

For option B with N-type connectors, dimension "C" increases to 0.94 inches.

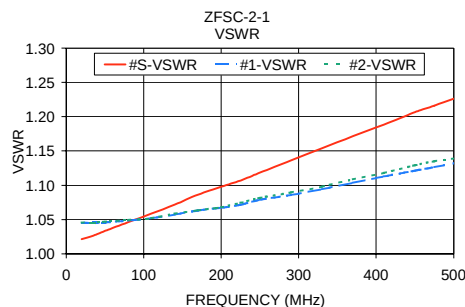
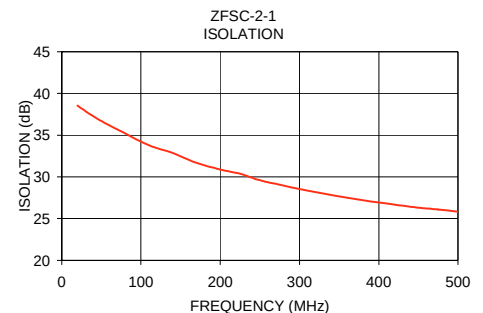
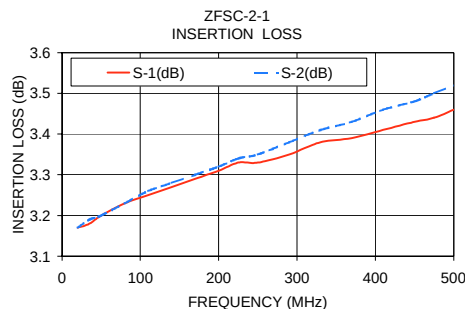
Splitter Electrical Specifications

FREQ. RANGE (MHz)	ISOLATION (dB)			INSERTION LOSS (dB) ABOVE 3.0 dB			PHASE UNBALANCE (Degrees)			AMPLITUDE UNBALANCE (dB)		
	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U
f_L - f_U	Typ. Min.	Typ. Min.	Typ. Min.	Typ. Max.	Typ. Max.	Typ. Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.
5-500	30	25	28	20	25	20	0.2	0.5	0.3	0.6	0.6	0.8

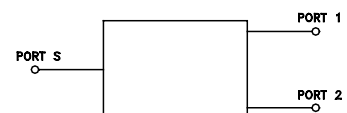
L = low range [f_L to 10 f_L] M = mid range [10 f_L to $f_U/2$] U = upper range [$f_U/2$ to f_U]

Typical Performance Data

Frequency (MHz)	Insertion Loss (dB) S-1	Insertion Loss (dB) S-2	Amplitude Unbalance (dB)	Isolation (dB)	Phase Unbal. (deg.)	VSWR S	VSWR 1	VSWR 2
20	3.17	3.17	0.00	38.54	0.08	1.02	1.05	1.05
35	3.18	3.19	0.00	37.55	0.05	1.03	1.04	1.05
80	3.23	3.23	0.00	35.20	0.01	1.05	1.05	1.05
140	3.27	3.28	0.01	32.86	0.01	1.07	1.06	1.06
170	3.29	3.30	0.01	31.68	0.03	1.09	1.06	1.06
200	3.31	3.32	0.01	30.89	0.05	1.10	1.07	1.07
225	3.33	3.34	0.02	30.37	0.09	1.11	1.07	1.07
250	3.33	3.35	0.02	29.60	0.08	1.12	1.08	1.08
290	3.35	3.38	0.03	28.75	0.13	1.14	1.09	1.09
330	3.38	3.41	0.03	28.01	0.17	1.15	1.09	1.10
370	3.39	3.43	0.04	27.35	0.21	1.17	1.10	1.11
410	3.41	3.46	0.05	26.80	0.25	1.19	1.11	1.12
450	3.43	3.48	0.05	26.31	0.30	1.21	1.12	1.13
475	3.44	3.50	0.06	26.09	0.32	1.22	1.13	1.14
500	3.46	3.52	0.06	25.83	0.34	1.23	1.13	1.14



electrical schematic



Distribution Centers NORTH AMERICA 800-654-7949 • 417-335-5935 • Fax 417-335-5945 • EUROPE 44-1252-832600 • Fax 44-1252-837010

Mini-Circuits ISO 9001 & ISO 14001 Certified

INTERNET <http://www.minicircuits.com>

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661

REV. A
M98898
ZFSC-2-1
HY/TD/CP
060327

PRECISION FIXED ATTENUATORS 50Ω SMA

2W 1 to 40 dB, DC to 18 GHz



BW

MODEL NO.	FREQ. RANGE GHz f_L - f_U	ATTENUATION ¹ dB		VSWR ² (:1) Max.			MAX. INPUT POWER W*	CASE STYLE Note B	CONNECTION	PRICE \$ ea. Qty. (1-49)
		Nom.	ACCURACY	L	M	U				
BW-S1W2	DC-18	1	±0.40	1.20	1.25	1.30	2	FF658	—	29.95
BW-S2W2	DC-18	2	±0.40	1.20	1.25	1.30	2	FF658	—	29.95
BW-S3W2	DC-18	3	±0.40	1.20	1.25	1.30	2	FF658	—	29.95
BW-S4W2	DC-18	4	±0.40	1.20	1.25	1.30	2	FF658	—	29.95
BW-S5W2	DC-18	5	±0.40	1.20	1.25	1.30	2	FF658	—	29.95
BW-S6W2	DC-18	6	±0.40	1.20	1.25	1.30	2	FF658	—	29.95
BW-S7W2	DC-18	7	-0.4, +0.9	1.20	1.25	1.30	2	FF658	—	29.95
BW-S8W2	DC-18	8	±0.60	1.20	1.25	1.30	2	FF658	—	29.95
BW-S9W2	DC-18	9	-0.4, +0.8	1.20	1.25	1.30	2	FF658	—	29.95
BW-S10W2	DC-18	10	±0.60	1.20	1.25	1.30	2	FF658	—	29.95
BW-S12W2	DC-18	12	±0.60	1.20	1.25	1.30	2	FF658	—	29.95
BW-S15W2	DC-18	15	±0.60	1.20	1.25	1.30	2	FF659	—	29.95
BW-S20W2	DC-18	20	-0.5, +0.8	1.20	1.25	1.30	2	FF659	—	29.95
BW-S30W2	DC-18	30	±0.85	1.20	1.25	1.30	2	FF659	—	29.95
BW-S40W2	DC-18	40	-0.5, +1.5	1.20	1.25	1.30	2	FF659	—	29.95

L = DC-4 GHz

M = 4-8 GHz

U = 8-12.4 GHz

features

- precision attenuation
- excellent VSWR, 1.2:1 typ.
- high temperature stability
- SMA male and female connectors

applications

- matching
- instrumentation
- test set-ups

designers kits available

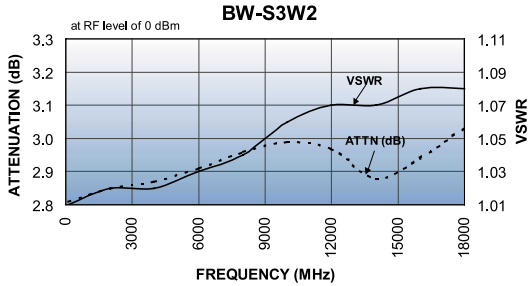
KIT No.	No. of Units in KIT	Description	Price \$ per KIT
K2-BW1	6	2 of each: 3,6,10	150.00
K2-BW2	6	1 of each: 3,6,10,20,30,40	150.00
K2-BW3	10	1 of each: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	200.00

NOTES:

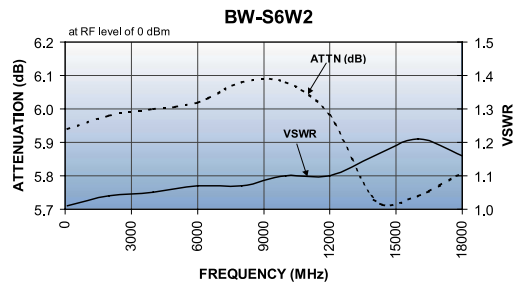
- At 25°C, Accuracy includes frequency and power variations. Temperature coefficient for attenuation: .0004dB/dB/C° typ.
 - From 12.4 GHz to 18 GHz, add 0.3 typ. to VSWR.
 - Average power at 25°C ambient, derate linearly to 0.5 W at 100°C. Peak Power 125W max., 5μsec pulse width, 100 Hz PRF.
- A. General Quality Control Procedures, Environmental Specifications, Hi-Rel and MIL description are given in General Information (Section 0).
- B. Connector types and case mounted options, case finishes are given in section 0, see "Case styles & outline drawings".
- C. Prices and specifications subject to change without notice.

NSN GUIDE

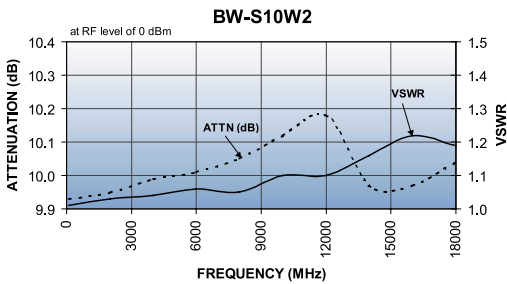
MCL NO.	NSN
BW-S10W2	5985-01-524-5984
BW-S12W2	5985-02-525-0443
BW-S20W2	5985-01-525-0445



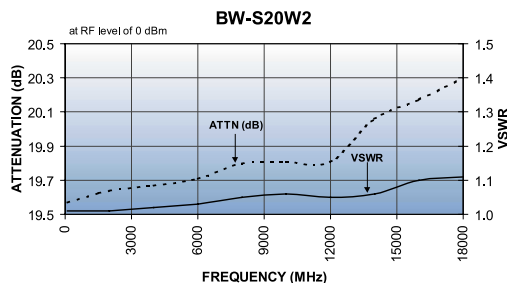
FREQUENCY (MHz)	ATTENUATION		DC to 18000 MHz	
	$\bar{X}$ (dB)	σ (dB)	VSWR $\bar{X}$	σ
100.00	2.81	0.02	1.01	0.01
2000.00	2.85	0.02	1.02	0.01
4000.00	2.87	0.03	1.02	0.01
6000.00	2.91	0.04	1.03	0.00
8000.00	2.96	0.05	1.04	0.01
10000.00	2.99	0.05	1.06	0.01
12000.00	2.97	0.04	1.07	0.02
14000.00	2.88	0.17	1.07	0.02
16000.00	2.94	0.17	1.08	0.03
18000.00	3.03	0.13	1.08	0.02



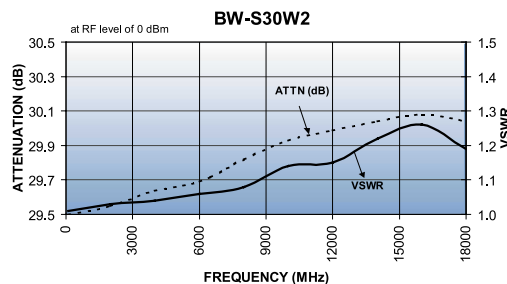
FREQUENCY (MHz)	ATTENUATION		DC to 18000 MHz	
	$\bar{X}$ (dB)	σ (dB)	VSWR $\bar{X}$	σ
100.00	5.94	0.03	1.01	0.00
2000.00	5.98	0.02	1.04	0.00
4000.00	6.00	0.02	1.05	0.01
6000.00	6.02	0.04	1.07	0.01
8000.00	6.08	0.10	1.07	0.01
10000.00	6.08	0.12	1.10	0.03
12000.00	5.98	0.11	1.10	0.03
14000.00	5.73	0.07	1.16	0.02
16000.00	5.74	0.08	1.21	0.03
18000.00	5.81	0.10	1.16	0.02



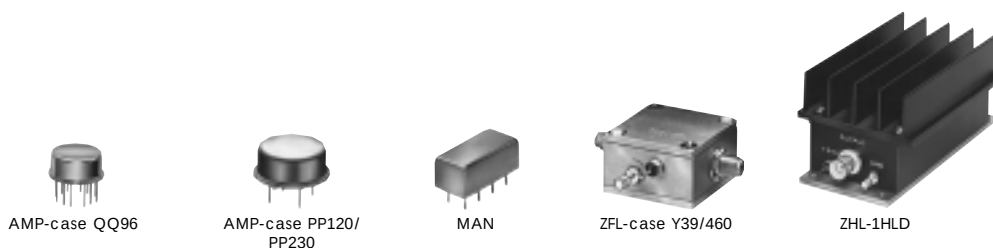
FREQUENCY (MHz)	ATTENUATION		DC to 18000 MHz	
	$\bar{X}$ (dB)	σ (dB)	VSWR $\bar{X}$	σ
100.00	9.93	0.03	1.01	0.00
2000.00	9.95	0.02	1.03	0.00
4000.00	9.99	0.01	1.04	0.00
6000.00	10.01	0.01	1.06	0.01
8000.00	10.05	0.01	1.05	0.01
10000.00	10.12	0.03	1.10	0.02
12000.00	10.18	0.10	1.10	0.03
14000.00	9.97	0.15	1.16	0.04
16000.00	9.97	0.18	1.22	0.04
18000.00	10.04	0.21	1.19	0.04



FREQUENCY (MHz)	ATTENUATION		DC to 18000 MHz	
	$\bar{X}$ (dB)	σ (dB)	VSWR $\bar{X}$	σ
100.00	19.57	0.06	1.01	0.00
2000.00	19.64	0.07	1.01	0.00
4000.00	19.67	0.08	1.02	0.00
6000.00	19.71	0.09	1.03	0.00
8000.00	19.80	0.13	1.05	0.01
10000.00	19.81	0.14	1.06	0.01
12000.00	19.81	0.16	1.05	0.01
14000.00	20.06	0.26	1.06	0.00
16000.00	20.17	0.29	1.10	0.00
18000.00	20.30	0.32	1.11	0.01



FREQUENCY (MHz)	ATTENUATION		DC to 18000 MHz	
	$\bar{X}$ (dB)	σ (dB)	VSWR $\bar{X}$	σ
100.00	29.50	0.08	1.01	0.00
2000.00	29.55	0.02	1.03	0.00
4000.00	29.64	0.03	1.04	0.00
6000.00	29.69	0.04	1.06	0.01
8000.00	29.82	0.11	1.08	0.02
10000.00	29.93	0.17	1.14	0.02
12000.00	29.99	0.22	1.15	0.02
14000.00	30.04	0.33	1.22	0.03
16000.00	30.08	0.41	1.26	0.03
18000.00	30.04	0.49	1.19	0.05



VARIABLE GAIN 10 to 1200 MHz

MODEL NO.	FREQ. (MHz) f_L - f_U	GAIN (dB)			MAXIMUM POWER (dBm)		DYNAMIC RANGE		VSWR		DC POWER		CASE STYLE	CONNECTION	PRICE \$
		Min.	Flatness Max.	Control range	Output (1 dB Comp.)	Input (no damage)	NF (dB) Typ.	IP3 (dBm) Typ.	In	Out	Volt (V)	Current (mA)			
ZFL-1000GH *	10-1200	24	±1.5	30**	+13	+10	15	+25	2.2:1	2:1	15	170	Y39	-	219.00
ZFL-1000G *	10-1000	17	±1.5	30**	+3	+10	12	+13	2:1	2:1	15	100	Y39	-	199.00

* ZFL-1000GH and ZFL-1000G, all specifications at 0 Volts control voltage.

** Response time (10% to 90%) 25μsec., control voltage 0 to 5 volts.

HIGH ISOLATION 2 to 2000 MHz

up to 500 mW (+27 dBm) output

MODEL NO.	FREQ. (MHz) f_L - f_U	GAIN (dB)			MAXIMUM POWER (dBm)		DYNAMIC RANGE		VSWR		ACTIVE DIRECTIVITY* (dB)				DC POWER		CASE STYLE	CONNECTION	PRICE \$
		Min.	Flatness Max.	Total range	Output (1 dB Comp.) L_w U	Input (no damage)	NF (dB) Typ.	IP3 (dBm) Typ.	In	Out	L_w Typ.	U Typ.	Min	Typ.	Volt (V)	Current (mA)			
MAN-1AD	5-500	16	±0.5	±1.0	+7 +6	+15	7.2	+20	1.6	1.7	35	25	30	20	12	85	A05	cc	26.45
MAN-11AD	2-2000	8	±0.5	±1.5	-2 -3.5 ^(a)	+10	6.5	+14	3.0	2.0	21	14	16	12	15	22	A06	cc	31.95
MAN-2AD	2-1000	9	±0.4	±0.7	-2 -3.5	+10	6.5	+14	2.0	2.0	24	19	19	14	15	22	A06	cc	23.95
ZFL-11AD	2-2000	8	±0.5	±1.3	-2 -3.5 ^(a)	+10	6.5	+14	2.5	2.0	21	14	16	12	15	22	Y39	-	91.95
ZFL-2AD	2-1000	9	±0.4	±0.5	-2 -3.5	+10	6.5	+14	2.0	2.0	24	19	19	14	15	22	Y39	-	83.95
ZFL-1HAD**	10-500	10	—	±1.0	+20 +20	+17	7.5	+30	1.3	1.35	30	20	25	18	15	115	SS98	-	210.00
ZFL-2HAD	50-1000	11	±0.7	±1.0	+20 +20	+15	5.0	+33	2.0	2.0	30	20	21	15	15	110	SS98	-	264.95
▲ ZHL-1HLD	225-400	23	—	±1.0	+27 +27	+10	2.5	+40	2.0	2.0	34	28	34	28	24	525	T34	-	395.00

L_w = low range [f_L to $f_U/2$]

m = mid range [$2f_L$ to $f_U/2$]

U = upper range [$f_U/2$ to f_U]

* Active Directivity (dB) = Isolation (dB) - Gain (dB)

**Input VSWR of ZFL-1HAD in 10-20 MHz band increases to 1.45:1 at -55 deg.C.

Below 50 MHz, NF increases to 11 dB typ at 10 MHz.

^(a)Above 1 GHz, -5 dBm min.

NOTES:

- ❖ Max. voltage Vdc
- * Available only with BNC connectors
- ▲ Available only with SMA connectors
- ▼ SMA standard: Also available with BNC or type N connectors, please consult factory.
- B. Connector types and case mounted options, case finishes are given in section 0, see "Case styles & outline drawings".
- C. Prices and specifications subject to change without notice.
- D. For Quality Control Procedures see Table of Contents, Section 0, "Mini-Circuits Guarantees Quality" article. For Environmental Specifications see Amplifier Selection Guide.
- 1. Absolute maximum power, voltage and current rating (for medium-pwr see note ❖)
 - 1a. AMP models, 17V DC
 - 1b. 12-V MAN models, 12.5V DC (except MAN-1AD, 14 V DC), 15-V MAN models, 16V DC
 - 1c. ZFL models, 17V DC (except ZFL-AD, 16V DC)
 - 1d. ZHL-1HLD, 25V DC
 - 1e. ZJL, 13V DC
- 2. Open load is not recommended, potentially can cause damage. With no load, derate max input power by 20 dB.

NSN GUIDE

MCL NO.	NSN
ZFL-1000G	5996-01-464-8970
ZFL-1000H	5996-01-299-5588
ZFL-1000VH	5996-01-454-6938
ZFL-2000	5996-01-220-2213
ZKL-2	5996-01-495-8804
ZHL-6A	5996-01-330-3533

pin connections

PORT	cc	cd	ce
RF IN	1	2	5
RF OUT	8	4	11
DC	5	1	2
CASE GND	2,3,4,6	3	1,3,4,6,7,8,9,10,12
NOT USED	7	—	—



Low Power 50 kHz to 7000 MHz

up to 16 mW (+12 dBm) output

MODEL NO.	FREQ. (MHz) f_L - f_U	GAIN (dB)				MAXIMUM POWER (dBm)			DYNAMIC RANGE ⁽¹⁾		VSWR Typ.		DC POWER		CASE STYLE	CC	PRICE \$
		Typ.	Min.	Flatness Typ. ⁽¹⁾	Max.	Output (1 dB Comp.) L_w	Input (no damage) U		NF (dB) Typ.	IP3 (dBm) Typ.	In	Out	Volt (V)	Current (mA)	Note B		
ZJL-7G	20-7000	10	7.5	±1.0	—	+8	+9	+15	5.0	+24	1.5:1	1.5:1	12	50	BW459	—	99.95
ZJL-6G	20-6000	13	10	±1.6	—	+9	+10	+15	4.5	+24	1.5:1	1.4:1	12	50	BW459	—	114.95
ZJL-3G	20-3000	19	14	±2.2	—	+8	+8	+13	3.8	+22	1.4:1	1.6:1	12	45	BW459	—	114.95
▼ ZFL-500	0.05-500	—	20	—	±1.0	—	+9	+5	5.3	+18	1.9:1	1.9:1	15	80	Y460	—	69.95
ZFL-750	0.2-750	—	18	—	±0.55	—	+9 ***	+5	6.0	+18	1.5:1	2:1	15	90	Y460	—	74.95
ZFL-1000	0.1-1000	—	17	—	±0.6	—	+9 *	+5	6.0	+18	1.5:1	2:1*	15	105	Y460	—	79.95
NEW AMP-25G	10-800	—	18	—	±1.4	—	12.2	+13	3.0	+26	1.4:1	1.2:1	15	55	PP120	cd	73.95
	800-1600	—	15	—	±1.6	—	12.5	+13	3.0	+28	1.6:1	1.2:1	15	55			
	1600-2500	—	15	—	±1.0	—	10.0	+13	4.5	+22	1.8:1	1.3:1	15	55			
AMP-3G	30-3000	—	8	—	±0.75	+9.5	+9.5	+13	3.5**	+20	2.6:1	2.5:1	15	55	PP230	cd	89.95
MAN-1	0.5-500	—	28	—	±1.4	+8	+8	+15	4.5	+18	1.8:1	1.8:1	12	60	A05	cc	15.95
MAN-2	0.5-1000	—	18	—	±1.5	+9	+7	+15	6.0	+19	1.8:1	1.8:1	12	85	A05	cc	19.95

L_w = low range [f_L to $f_U/2$]

U = upper range [$f_U/2$ to f_U]

* ZFL-1000 output VSWR 2.8:1 maximum over 750-1000 MHz; 1 dB compression +7 dBm at 500-1000 MHz

*** +7 dBm from 500 to 750 MHz.

** NF increases with decreasing frequency, 5 dB typical at 300 MHz, and 10 dB typical at 30 MHz.

⁽¹⁾ ZJL models: Flatness specified to 0.75 f_U , dynamic range at 2 GHz.

MEDIUM POWER 2.5 kHz to 8000 MHz

up to 320 mW (+25 dBm) output

MODEL NO.	FREQ. (MHz) f_L - f_U	GAIN (dB)				MAXIMUM POWER (dBm)		DYNAMIC RANGE ⁽¹⁾		VSWR Typ.		DC POWER		CASE STYLE	CC	PRICE \$
		Typ.	Min.	Flatness Typ. ⁽¹⁾	Max.	Output (1 dB Comp.) L_w	Input (no damage) U	NF (dB) Typ.	IP3 (dBm) Typ.	In	Out	Volt (V)	Current (mA)	Note B		
AMP-2000	10-2000	—	20	—	±1.5	+15	+5	5	+25	2:1	2:1	15	100	QQ96	ce	139.95
ZFL-2000	10-2000	—	20	—	±1.5	+16*	+5	7	+25	2:1	2:1	15	120	SS98	—	219.00
ZFL-2500	500-2500	—	28	—	±1.5	+15	+5	8	+27	2.5:1	2.5:1	5	220	Y460	—	99.95
ZFL-2500VH	10-2500	—	20	—	±1.5	+23	+10	5.5	+35	1.7:1*	2:1*	15	300	SS98	—	264.95
ZFL-1000H	10-1000	—	28	—	±1.0	+20	+5	5	+33	2:1	2:1	15	160	SS98	—	219.00
ZFL-1000VH	10-1000	—	20	—	±1.0	+25	+15	4.5	+38	2:1**	2.5:1	15	320	SS98	—	229.00
ZFL-1000VH2	10-1000	28	26	—	±1.0	+25	+15	5.0	+38	2:1	2.5:1	15	320	SS98	—	249.00
ZRON-8G	2000-8000	—	20	—	±1.5★	+20	+10	6	+30	2:1	2:1	15	310	AV243	—	495.00
* ZHL-6A	.0025-500	25	21	—	±1.2	+22	+10	9.5***	+34	1.8:1	2:1***	24	350	S32	—	199.00
ZHL-1042J	10-4200	—	25	—	±1.5	+20	+10	6	+30	2.5:1	2.5:1	15	330	NN92	—	495.00
ZJL-4G	20-4000	12.4	10.0	±0.25	—	+13.5	+11	5.5	+30.5	1.4:1	1.6:1	12	75	BW459	—	129.95
ZJL-4HG	20-4000	17.0	13.0	±1.5	—	+15.0	+12	4.5	+30.5	1.5:1	1.4:1	12	75	BW459	—	129.95
ZJL-5G	20-5000	9.0	7.0	±0.55	—	+15.0	+9.5	8.5	+32	1.6:1	1.3:1	12	80	BW459	—	129.95
ZKL-2R7	10-2700	24.0	20.0	—	±0.7	+13	+11	5.0	+30	1.3:1	1.4:1	12	120	BY493	—	149.95
ZKL-2R5	10-2500	30.0	26.0	—	±1.5	+15	+15	5.0	+31	1.4:1	1.4:1	12	120	BY493	—	149.95
ZKL-2	10-2000	33.5	29.0	—	±1.0	+15	+15	4.0	+31	1.4:1	1.4:1	12	120	BY493	—	149.95
ZKL-1R5	10-1500	40.0	36.0	—	±1.2	+15	+15	3.0	+31	1.4:1	1.6:1	12	115	BY493	—	149.95

L_w = low range [f_L to $f_U/2$]

U = upper range [$f_U/2$ to f_U]

* +15 dBm below 1000 MHz

** Input VSWR 2:1 max, increasing below 20 MHz to 2.25:1 max at 10 MHz.

*** NF continually increases from 70 MHz to 10 MHz by approximately 4 dB; output VSWR 2.8:1 below 30 MHz.

• Max. VSWR In 2.0:1, Out 2.5:1

★ Measured at 25°C.

⁽¹⁾ ZJL models: Flatness specified to 0.75 f_U , dynamic range at 2 GHz.



The Design Engineers Search Engine

Provides Actual Data Instantly
At: <http://www.minicircuits.com>

In Stock... Immediate Delivery

For Custom Versions Of Standard Models
Consult Our Applications Dept.



DIRECTIONAL COUPLERS

50 & 75Ω

Coaxial

10 to 30 dB COUPLING 5 KHz to 2000 MHz



ZADC - case F14



ZADC - case CC51



ZDC



ZEDC

	MODEL NO.	FREQ. RANGE MHz f _c -f _u	COUPLING dB		MAINLINE LOSS ¹ dB				DIRECTIVITY dB				VSWR (:1) Typ.	POWER INPUT, W		CASE STYLE Note B	CONNECTION	PRICE \$ Qty. (1-9)				
			Nom.	Flatness	L Typ.	M° Max.	U Typ.	Max.	L Typ.	M° Min.	U Typ.	Min.		L Max.	MU Max.							
■ ZADC-10-4-75		10-1000	10.7±0.5	±0.5	1.18	1.9	1.28	1.9	1.32	1.9	27	20	22	15	18	13	1.17	1	1	F14	jz	54.95
■ ZADC-20-18-75		800-1750	19.8±0.6	±0.7			0.4	0.9					22	13			1.2	—	1	F14	ky	54.95
		800-1000	10±0.6	±1.0			.85	1.2					22	17			1.16	—	5	CC51	kc	49.95
▲ ZADC-10-17		1000-1700	9.8±0.5	±1.0			0.8	1.3					25	17			1.2	5	5	CC51	kc	49.95
▲ ZADC-10-17W		800-1900	10.2±1.0	±1.5			0.8	1.3					24	14			1.2	5	5	CC51	kc	49.95
NEW▲ ZADC-17-14HP		500-1350	16.4±0.9	±1.3			0.8	1.5					29	16			1.06	10	10	F14	ky	59.95
		800-1000	15.5±0.7	±0.5			0.8	1.3					30	20			1.06	10	10			
	ZADC-20-10	800-1000	20±0.6	±1.2			0.4	0.7					21	17			1.18	—	5	CC51	kc	49.95
	ZADC-30-10	800-1000	30±0.6	±1.4			0.4	0.7					21	16			1.15	—	5	CC51	kc	49.95
	ZDC-10-1	0.5-500	11.5±0.5	±0.6	0.85	1.3	0.65	1.0	0.85	1.3	32	25	32	25	22	15	1.2	1.5	3	M22	dd	44.95
	ZDC-20-1*	25-400	20±0.5	±0.5	0.2	0.25	0.3	0.35	0.35	0.5	25	20	35	25	25	20	1.25	3	5	M22	dd	51.95
	ZDC-20-3	0.2-250	19.5±0.5	±0.5	0.35	0.6	0.25	0.5	0.35	0.6	36	30	33	25	25	20	1.2	1.5	4	M22	dd	44.95
■ ZDC-10-1-75		1-250	10.5±0.5	±0.75	1.1	1.5	1.1	1.5	1.1	1.5	30	20	30	20	30	20	2	2	4	M22	dd	44.95
■ ZDC-20-3-75		1-150	19.5±0.5	±0.75	0.35	0.8	0.35	0.8	0.35	0.8	25	20	25	20	25	20	2	2	4	M22	dd	45.95
■ ZDC-2375		50-100	10.5±0.3	±0.2	—	—	—	—	1.1	1.3	—	—	—	—	35	30	1.3	—	4	M22	dd	52.95
■ ZDC-20-3-75-1		55-90	18.6±0.5	±0.3	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4	0.6	35	30	35	30	35	30	1.2	—	4	M22	dd	52.95
	ZEDC-10-2B	1-1000	11±0.5	±0.75	1.3	1.8	1.5	1.8	1.5	1.8	35	30	30	20	18	13	1.3	1.5	3	V37	db	64.95
	ZEDC-15-2B	1-1000	15±0.5	±0.5	0.5	1.4	0.8	1.2	1.0	1.4	35	30	30	20	25	15	1.15	1.5	3	V37	db	64.95

L = low range [f_L to $10f_L$] M = mid range [$10f_L$ to $f_U/2$] U = upper range [$f_U/2$ to f_U]

NOTES:

- * L = 25-50 MHz, M = 50-300 MHz, U = 300-400 MHz
- ** Upper range coupling ±0.75 dB
- *** Above 1000 MHz, coupling flatness ±1 dB.
- ⊗ Insertion loss specification in L range may degrade up to 1dB at cold temperature, -55°C
- ⊗ When only specification for M range given, specification applies to entire frequency range.
- ▲ Available only with SMA connectors
- Denotes 75 Ohm model, for coax connector models 75 Ohm BNC connectors are standard.
- A. General Quality Control Procedures, Environmental Specifications, Hi-Rel and MIL description are given in General Information (Section 0).
- B. Connector types and case mounted options, case finishes are given in section 0, see "Case styles & Outline Drawings".
- C. Prices and specifications subject to change without notice.
- 1. Mainline Loss includes theoretical power loss at coupled port.

NSN GUIDE

MCL NO.	NSN	MCL NO.	NSN
ZDC-10-1-75BR	5985-01-476-2130	ZFDC-15-5	5985-01-298 0144
ZDC-10-1B	5985-01-391-5674	ZFDC-15-6	5985-01-330-6792
ZDC-10-1(BNC)	5985-01-125 3467	ZFDC-20-50B(SMA)	5985-01-495-8929
ZDC-20-1	5985-01-178-4405	ZFDC-20-2	5985-01-230-6676
ZDC-20-3(BNC)	5985-01-096-5007	ZFDC-20-3(BNC)	5985-01-146-0478
ZDC-20-3B	5985-01-264-9105	ZFDC-20-3(TNC)	5985-01-226-7882
ZEDC-10-2B	5985-01-373-0023	ZFDC-20-3(SMA)	6130-01-383-9709
ZEDC-15-2B	5985-01-337-9981	ZFDC-20 4	5985-01-266-9992
ZFDC-10-1	5985-01-230-6676	ZFDC-20-5(BNC)	5985-01-097-2192
ZFDC-10-1(SMA)	5985-01-179-5122	ZMDC-10-1	4935-01-227-6945
ZFDC-10-1B	5985-01-135-9780	ZMDC-10-1B	4935-01-227-6945
ZFDC-10-2	5985-01-208-5694	ZMDC-20-3	5985-01-193-8515
ZFDC-10-21	5985-01-253-0600		
ZFDC-10-5	5985-01-476-2125		
ZFDC-10-5(SMA)	5985-01-417-0065		
ZFDC-10-6	5985-01-493-9190		
ZFDC-10-6B	5985-01-314-4176		



ZFDC



ZMDC



ZNDC

MODEL NO.	FREQ. RANGE MHz f _L -f _U	COUPLING dB		MAINLINE LOSS ¹ dB						DIRECTIVITY dB				VSWR (:1)	POWER INPUT, W		CASE STYLE	CONNECTION	PRICE \$ Qty. (1-9)		
		Nom.	Flatness	L Typ.	M° Max.	Typ.	U Max.	L Typ.	M° Min.	U Typ.	Min.	Typ.	L Max.		MU Max.	Note B					
ZFDC-10-1	1-500	10.5±0.25	±0.6	1.0	1.3	0.8	1.1	1.0	1.3	32	25	33	25	22	15	1.2	1.5	3	K18	db	44.95
ZFDC-10-2	10-1000	10.75±0.5	±0.5	1.5	2.0	1.2	1.8	1.5	2.0	35	28	30	25	27	20	1.5	1.5	3	K18	db	51.95
ZFDC-10-5	1-2000	10.8±0.5	±1.0	1.2	1.9	1.2	1.8	1.8	2.5	38	25	30	18	22	18	1.3	0.5	0.5	K18	db	84.95
ZFDC-10-6	0.005-20	11±0.5	±0.5	0.4	1.2	0.4	0.8	0.4	1.0	40	30	40	30	35	25	1.3	1.5	3	K18	db	52.95
ZFDC-10-21**	1-1000	11±0.5	±0.5	1.2	2.1	1.2	1.7	1.6	2.0	40	30	25	20	25	20	1.2	1	2	K18	db	54.95
■ ZFDC-10-1-75	1-400	10.5±0.5	±0.5	1.0	1.7	1.1	1.5	1.1	1.6	46	30	44	28	34	20	1.3	2	4	K18	db	45.95
■ ZFDC-10-21-75	10-750	11±0.5	±0.75	1.5	1.8	1.5	1.9	1.7	2.1	36	30	30	20	26	20	1.4	1	2	K18	db	54.95
ZFDC-10-22	1-750	11±0.5	±0.5	1.1	1.9	1.2	1.7	1.4	1.9	35	30	25	20	25	20	1.25	1	2	K18	db	49.95
ZFDC-15-5	1-2000	15.5±0.5	±1.0	1.2	1.8	1.2	1.8	1.3	2.3	30	20	25	20	18	11	1.3	0.5	2	K18	dc	71.95
ZFDC-15-6	0.03-35	15±0.5	±0.5	0.3	0.6	0.2	0.4	0.3	0.6	38	30	35	25	28	20	1.15	2	4	K18	db	49.95
ZFDC-15-10	800-1000	15±1.0	±1.0			0.3	0.7					23	17			1.2	—	5	K18	db	44.95
ZFDC-20-3	0.2-250	19.5±0.5	±0.25	0.35	0.6	0.25	0.5	0.35	0.6	36	25	33	25	25	20	1.2	1.5	4	K18	db	44.95
■ ZFDC-20-3-75	10-250	19.3±0.5	±0.3	0.25	0.4	0.3	0.5	0.4	0.6	29	25	29	25	28	24	1.2	1	2	K18	db	49.95
ZFDC-20-4	1-1000	19.5±0.5	±0.5	0.4	1.2	0.4	0.8	0.8	1.5	36	28	27	20	23	18	1.1	.5	2	K18	dc	64.95
▲ ZFDC-20-4L	10-1000	20.2±0.5	±0.5	0.2	0.5	0.3	0.7	0.7	1.2	40	20	30	16	20	14	1.1	1	1	K18	db	64.95
■ ZFDC-20-5-75	100-1500	20.5±0.5	±0.75	0.9	1.3	0.9	1.2	1.1	1.5	30	20	25	18	22	13	1.3	1	1	K18	db	64.95
ZFDC-20-5***	0.1-2000	19.5±0.5	±0.5	0.3	1	0.7	1.4	1.5	2.3	30	20	27	20	22	10	1.2	.5	2	K18	dc	84.95
▲ ZFDC-20-50***	20-2000	19.5±0.5	±0.8	0.8	1.3	0.7	1.3	1.0	1.6	30	20	25	20	22	10	1.25	1	1	K18	dc	64.95
ZMDC-10-1	0.5-500	11.5±0.5	±0.6	0.85	1.3	0.65	1.0	0.85	1.3	32	25	32	25	22	15	1.2	1.5	3	M21	dd	49.95
⊗ ZMDC-20-3	0.2-250	19.5±0.5	±0.5	0.35	0.6	0.35	0.5	0.35	0.6	36	30	33	25	25	20	1.2	1.5	4	M21	dd	49.95
ZMDC-30-1	0.1-250	30±0.5	±0.5	0.4	0.6	0.5	0.8	0.55	0.85	23	18	20	15	17	10	1.5	1.0	3	M21	dd	51.95
NEWZNDC-13-2G	800-2000																				
	800-1000	13.0±0.5	±0.3			0.8	1.1					20	17			1.4	—	3	FM587	db	49.95
	1000-1700	13.0±0.5	±0.3			0.8	1.3					20	18			1.15	—	3			
	1700-2000	13.0±0.5	±0.35			0.8	1.3					25	14			1.2	—	3			
NEWZNDC-15-2G	800-2000																				
	800-1000	15.2±0.5	±0.3			0.6	0.9					25	17			1.2	—	3	FM587	db	49.95
	1000-1700	15.0±0.5	±0.3			0.8	1.2					22	17			1.2	—	3			
	1700-2000	15.0±0.5	±0.3			0.8	1.3					18	14			1.3	—	3			
NEWZNDC-18-2G	800-2000																				
	800-1000	18.5±0.5	±0.3			0.3	0.6					22	17			1.1	—	3	FM587	db	49.95
	1000-1700	18.2±0.5	±0.4			0.5	0.9					25	18			1.2	—	3			
	1700-2000	18.0±0.5	±0.35			0.6	1.1					25	14			1.3	—	3			
NEWZNDC-20-2G	800-2000																				
	800-1000	20.0±0.5	±0.3			0.35	0.6					25	17			1.15	—	3	FM587	db	49.95
	1000-1700	19.8±0.5	±0.4			0.5	0.9					25	18			1.15	—	3			
	1700-2000	19.8±0.5	±0.5			0.6	1.1					20	14			1.15	—	3			
NEWZNDC-23-2G	800-2000																				
	800-1000	23.2±0.4	±0.4			0.3	0.6					25	17			1.2	—	3	FM587	db	49.95
	1000-1700	23.0±0.4	±0.4			0.5	0.9					22	17			1.2	—	3			
	1700-2000	22.7±0.5	±0.4			0.6	1.1					20	14			1.2	—	3			

L = low range [f_L to $10f_L$] M = mid range [$10f_L$ to $f_U/2$] U = upper range [$f_U/2$ to f_U]

coaxial connections

see case style outline drawings

Port	db	dc	dd	de	jz	kc	ky
Input	1	3	3	S	1	1	S
Output	2	1	2	1	2	3	1
Coupled (forward)	3	2	1	3	S	2	2
Coupled (reverse)	—	—	—	2	—	—	—



The Design Engineers Search Engine

Provides Actual Data Instantly
At: <http://www.minicircuits.com>

In Stock... Immediate Delivery

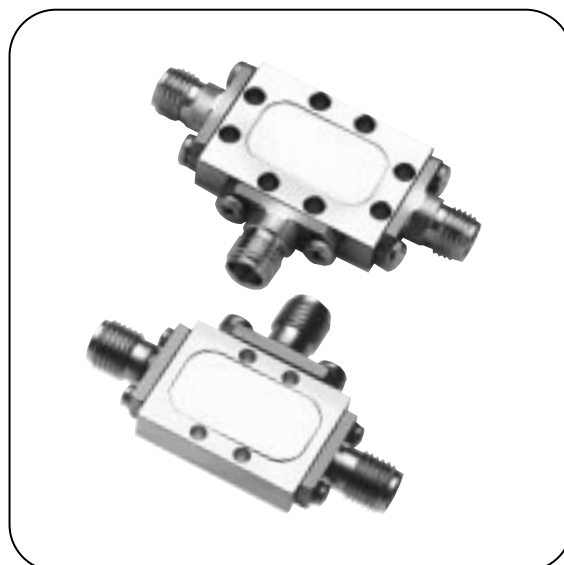
For Custom Versions Of Standard Models
Consult Our Applications Dept.


4 TO 18 GHz DOUBLE-BALANCED MIXER

MODELS: DMX0418L, DMY0418L, DMX0716L, DMY0716L

FEATURES

- RF/LO coverage 4 to 18 GHz
- IF operation DC to 4 GHz
- LO power range +7 to +13 dBm
- Conversion loss 5 dB typical
- LO-to-RF isolation 35 dB typical
- Packaging Hermetically sealed
- Soft substrate

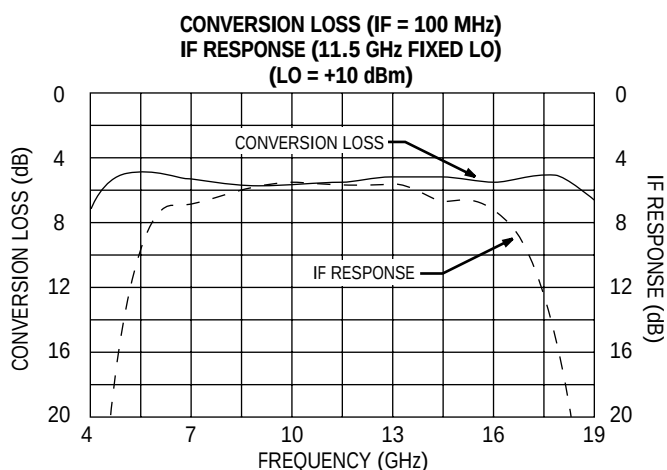
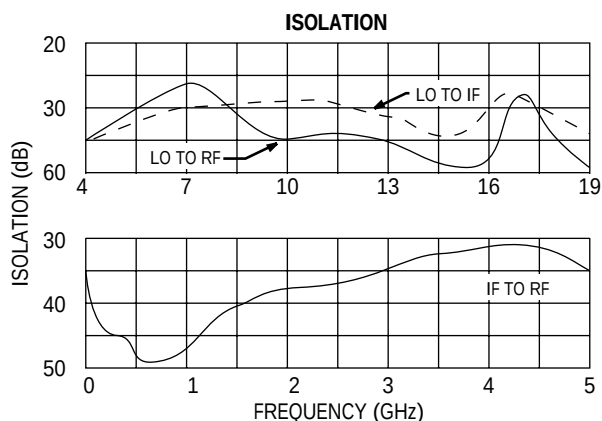
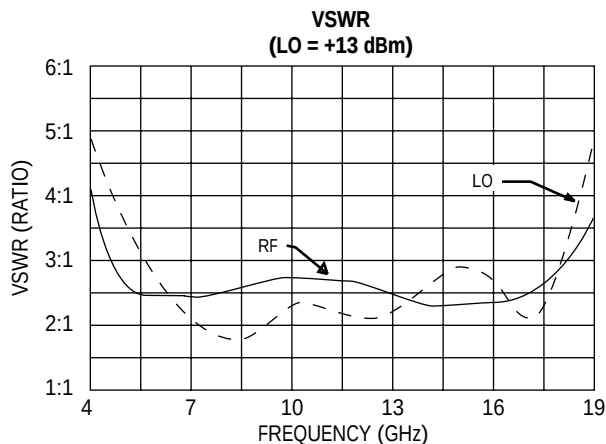


MITEQ's DMX, DMY series of mixers are constructed using double-tuned microstrip RF and LO baluns with a DC-coupled IF structure. The construction, coupled with the hermetic packaging, provides for high inherent reliability and isolation over an extremely broad frequency range. This device performs as an up- or downconverter covering most EW bands and communication applications. This mixer is also available with medium or high forward voltage diodes (M, H) yielding proportional changes in LO power and spurious performance.

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

INPUT PARAMETERS	CONDITION	UNITS	MIN.	TYP.	MAX.
RF frequency range		GHz	4		18
RF VSWR (RF = -10 dBm, LO = +10 dBm)	7 to 16 GHz 4 to 18 GHz	Ratio Ratio		2:1 3:1	
LO frequency range		GHz	4		18
LO power range		dBm	+7		+13
LO VSWR (LO = +10 dBm)	7 to 16 GHz 4 to 18 GHz	Ratio Ratio		2:1 2.5:1	
TRANSFER CHARACTERISTICS	CONDITION	UNITS	MIN.	TYP.	MAX.
Conversion loss (IF = 100 MHz, LO = +10 dBm)	7 to 16 GHz	dB		5	8
	4 to 18 GHz	dB		6	9
Single-sideband noise figure	4 to 18 GHz	dB			9.5
Isolation – LO to RF	4 to 18 GHz	dB	20	35	
Isolation – LO to IF	4 to 18 GHz	dB	20	35	
Isolation – IF to RF	DC to 4 GHz	dB	20	35	
Input power at 1 dB compression	LO = +10 dBm	dBm	0	+3	
Input two-tone third-order intercept point	LO = +13 dBm	dBm	+10	+13	
OUTPUT PARAMETERS	CONDITION	UNITS	MIN.	TYP.	MAX.
IF frequency range	2 dB bandwidth	GHz	DC		4
IF VSWR (RF = -10 dBm, LO = +10 dBm)		Ratio		2:1	

DMX0418L/DMY0418L TYPICAL TEST DATA



SINGLE-TONE (m) RF x (n) LO RELATIVE SPUR LEVEL (dBc)
(AVERAGE MIDBAND RF, LO, IF FREQUENCIES,
RF = -10 dBm, LO = +10 dBm)

SPUR (m) RF x (n) LO	RF TEST FREQ. (GHz)	LO TEST FREQ. (GHz)	SPUR LEVEL (dBc)
1 x 1	10	12	0
1 x 2	14	8	32
1 x 3	16	6	12
2 x 1	6	14	38
2 x 2	10.5	11.5	55
2 x 3	12.8	9.2	38
3 x 1	5	17	42
3 x 2	8.4	13.6	60
3 x 3	10.7	11.3	58

MAXIMUM RATINGS

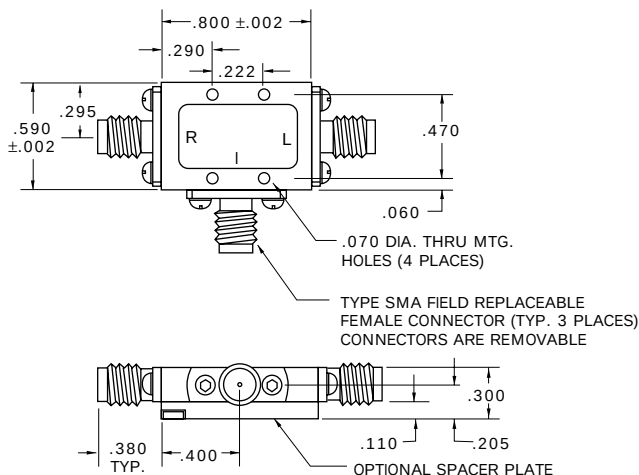
Specifications taken at +25°C
Operating temperature -54 to +85°C
Storage temperature -65 to +125°C

AVAILABLE OPTIONS

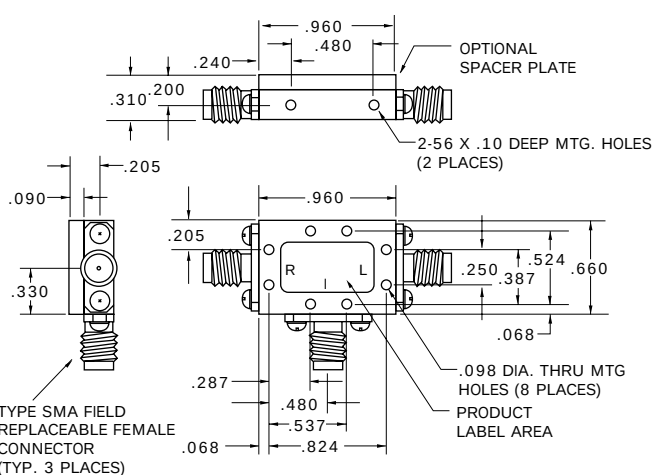
Medium / high dynamic range options
M (LO = +16 dBm), (IP³ = +18 dBm typ.)
H (LO = +20 dBm), (IP³ = +22 dBm typ.)

OUTLINE DRAWINGS

DMY HOUSING

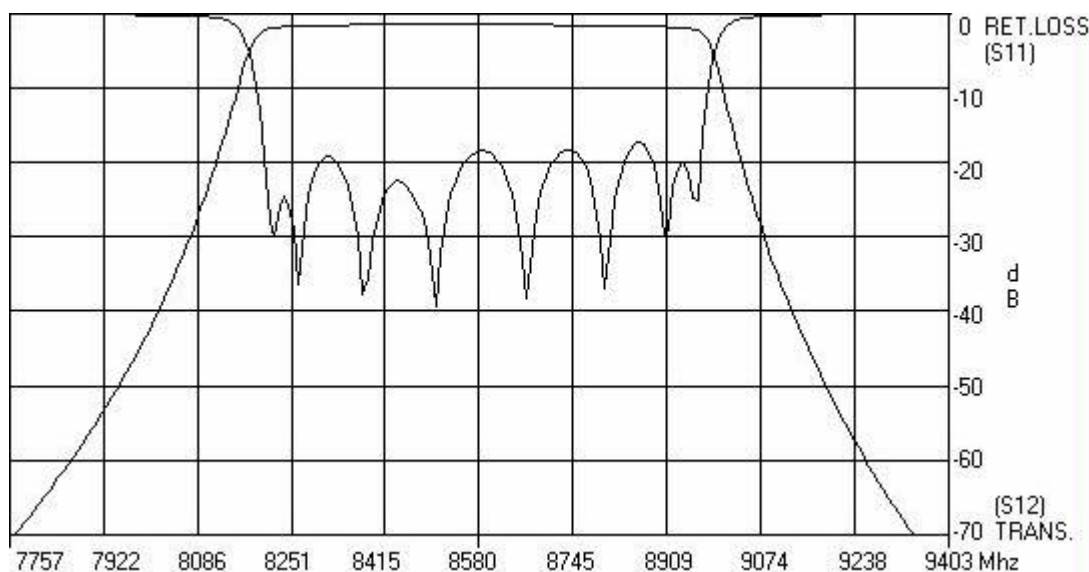


DMX HOUSING



Lark Part number 4B8580-800-8AA (reference number: 68218)

[Delay Plot](#), [Housing drawing](#), [Ordering](#).



Customer Requirement

Fc: 8580 Mhz

Loss @ 8580 Mhz

800 Mhz min over the 3 dBc bandwidth

8 Sections

Typical Design Response

8580 Mhz

1.5 dB max @ 8580 Mhz

801 Mhz over the 3 dB BW

Environmental

Operating Temp.

-25 to +50 C

Storage Temp.

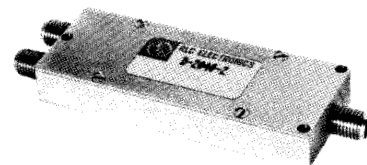
-54 to +70 C

Shock

25 G 's

Vibration

10 G 's



RLC Electronics' In Phase Power Dividers are the smallest units available in the industry today. Performance is improved by utilizing 2-step transformers and two thick film resistive

elements. For close phase and amplitude tracking, these "Wilkinson" dividers utilize precision etching of the single microstrip board..

Products

2-Way

Model Number	Freq. GHz	ISOL. (dB)min	VSWR* max	I.L. (dB)max	Ampl. Bal(dB)	Phase Bal.
D-0510-2	.50-1.0	20	1.20	.3	±.2	±2°
D-0715-2	.75-1.5	20	1.20	.3	±.2	±2°
D-1020-2	1.0-2.0	20	1.25	.3	±.2	±2.5°
D-1530-2	1.5-3.0	20	1.25	.3	±.2	±3°
D-2040-2	2.0-4.0	20	1.30	.3	±.2	±3°
D-4080-2	4.0-8.0	18	1.50	.5	±.3	±3°
D-70124-2	7.0-12.4	16	1.70	.7	±.3	±4°
D-12180-2	12.0-18.0	15	2.00	.9	±.4	±5°

8-Way

Model Number	Freq. GHz	ISOL. (dB)min	VSWR* max	I.L. (dB)max	Ampl. Bal(dB)	Phase Bal.
D-0510-8	.50-1.0	20	1.20	1.0	±.4	±4°
D-0715-8	.75-1.5	20	1.20	1.0	±.4	±4°
D-1020-8	1.0-2.0	20	1.25	1.0	±.4	±5°
D-1530-8	1.5-3.0	20	1.25	1.0	±.4	±6°
D-2040-8	2.0-4.0	20	1.30	1.0	±.4	±6°
D-4080-8	4.0-8.0	18	1.50	1.5	±.5	±6°
D-70124-8	7.0-12.4	16	1.70	2.0	±.5	±6°
D-12180-8	12.0-18.0	15	2.00	2.5	±.6	±6°

4-Way

D-0510-4	.50-1.0	20	1.20	.6	±.3	±3°
D-0715-4	.75-1.5	20	1.20	.6	±.3	±3°
D-1020-4	1.0-2.0	20	1.25	.6	±.3	±3°
D-1530-4	1.5-3.0	20	1.25	.6	±.3	±5°
D-2040-4	2.0-4.0	20	1.30	.6	±.3	±5°
D-4080-4	4.0-8.0	18	1.50	1.0	±.4	±5°
D-70124-4	7.0-12.4	16	1.70	1.0	±.4	±5°
D-12180-4	12.0-18.0	15	2.00	2.0	±.5	±6°

16-Way

D-0510-16	.50-1.0	20	1.25	1.5	±.4	±5°
D-0715-16	.75-1.5	20	1.25	1.5	±.4	±5°
D-1020-16	1.0-2.0	20	1.30	1.2	±.4	±6°
D-1530-16	1.5-3.0	20	1.30	1.5	±.4	±8°
D-2040-16	2.0-4.0	20	1.35	1.5	±.4	±8°
D-4080-16	4.0-8.0	18	1.55	2.0	±.5	±10°
D-70124-16	7.0-12.4	16	1.75	2.5	±.5	±10°
D-12180-16	12.0-18.0	15	2.05	3.0	±.6	±12°

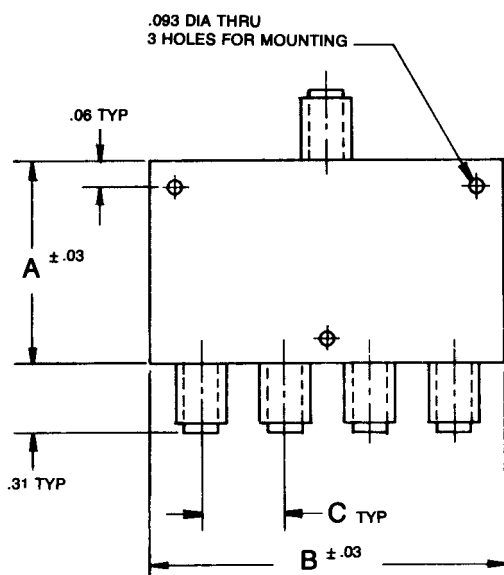
*Add 0.10 to input VSWR for 8 & 16 Way dividers

Power: 10 watts avg. (outputs terminated with a VSWR less than 1.35) 200mW avg. (outputs terminated with any VSWR and phase)

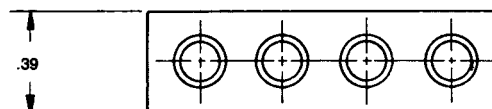
Connectors: SMA female

Impedance: 50 ohms

Environment: MIL-E-5400, Class 1A



Dimensions



LOW, ULTRA-LOW NOISE AND MEDIUM POWER AFS AMPLIFIERS

[BACK TO AFD AMPLIFIER PRODUCTS](#)

MODEL NUMBER	FREQUENCY RANGE (GHz)	GAIN (dB, Min.)	GAIN VARIATION (±dB, Max.)	NOISE FIGURE (dB, Max.)	VSWR IN/OUT (Max.)	OUTPUT POWER @ 1 dB COMP. (dBm, Min.)	OUTLINE DRAWING
-----------------	-----------------------------	--------------------	----------------------------------	-------------------------------	--------------------------	--	--------------------

AFS2-00500100-09-ULN	0.5–1	23	1	0.9	2:1	10	2
AFS3-01000200-08-ULN	1–2	34	1	0.8	2:1	10	6
AFS3-02000400-10-ULN	2–4	28	1	1	2:1	10	4
AFS3-02000600-12-ULN	2–6	24	1	1.2	2:1	10	4
AFS3-04000800-10-ULN	4–8	28	1	1	2:1	10	4
AFS3-08001200-14-ULN	8–12	25	1	1.4	2:1	10	4
AFS3-02000800-18-ULN	2–8	24	1.5	1.8	2:1	10	4
AFS4-12001800-28-ULN	12–18	20	1.5	2.8	2:1	10	4
AFS4-08001800-30-ULN	8–18	20	1.75	3	2:1	10	4
AFS4-06001800-35-ULN	6–18	18	2	3.5	2:1	10	4
AFS4-02001800-35-ULN	2–18	22	2.5	3.5	2:1	10	4
AFS3-00100200-15-ULN	0.1–2	36	1	1.5	2:1	10	4
AFS3-00100400-18-ULN	0.1–4	24	1.3	1.8	2:1	10	4
AFS3-00100600-20-ULN	0.1–6	24	1.5	2	2:1	10	4
AFS3-00100800-25-ULN	0.1–8	24	1.5	2.5	2:1	10	4
AFS3-00101000-32-ULN	0.1–10	20	1.5	3.2	2:1	10	4
AFS3-00101200-35-ULN	0.1–12	20	1.75	3.5*	2:1	10	4
AFS4-00101800-40-ULN	0.1–18	22	2.5	4*	2.5:1	10	4
AFS4-00102000-50-ULN	0.1–20	16	2.8	5*	2.5:1	10	4

* Noise figure increases below 500 MHz. [top of page](#)

OCTAVE AND MULTIOCTAVE

AFS2-00100050-13-LN	0.1–0.5	25	1	1.3	2:1	10	2
AFS2-00500100-12-LN	0.5–0.1	23	1	1.2	2:1	10	2
AFS3-01000200-10-LN	1–2	34	1	1	2:1	10	4
AFS3-02000400-13-LN	2–4	28	1	1.3	2:1	10	4
AFS3-02000600-15-LN	2–6	24	1	1.5	2:1	10	4
AFS3-04000800-16-LN	4–8	24	1	1.6	2:1	10	4
AFS3-08001200-22-LN	8–12	22	1	2.2	2:1	10	4
AFS3-02000800-24-LN	2–8	24	1.5	2.4	2:1	10	4
AFS4-12001800-32-LN	12–18	20	1.5	3.2	2:1	10	4
AFS4-08001800-35-LN	8–18	20	1.75	3.5	2:1	10	4
AFS4-06001800-40-LN	6–18	18	2	4	2:1	10	4
AFS4-02001800-50-LN	2–18	20	2.5	5	2:1	10	4

ULTRA-WIDEBAND

AFS3-00100200-18-LN	0.1–2	36	1	1.8	2:1	10	4
AFS3-00100400-22-LN	0.1–4	24	1.25	2.2	2:1	10	4
AFS3-00100600-25-LN	0.1–6	24	1.5	2.5	2:1	10	4
AFS3-00100800-32-LN	0.1–8	24	1.5	3.2	2:1	10	4
AFS3-00101000-38-LN	0.1–10	22	1.5	3.8	2:1	10	4
AFS3-00101200-42-LN	0.1–12	22	1.75	4.2	2:1	10	4
AFS4-00101800-55-LN	0.1–18	20	2.5	5.5*	2.5:1	10	4
AFS4-00102000-60-LN	0.1–20	16	2.75	6*	2.5:1	10	4

MEDIUM POWER

AFS1-00100100-20P-MP	0.1–1	14	1.5	2	2:1	20	4
----------------------	-------	----	-----	---	-----	----	---

AFS2-00500200-23P-MP	0.5–2	22	1.5	3	2:1	23	2
AFS3-00100200-25P-MP	0.1–2	33	1.5	3.5	2:1/2.5:1	25	6
AFS2-00500400-20P-MP	0.5–4	24	1.5	4	2:1/2.5:1	20	4
AFS3-00100600-20P-MP	0.1–6	24	1.5	4.6	2:1	20†	4
AFS4-00100800-20P-MP	0.1–8	24	2	4.8	2:1	20†	4
AFS4-00101200-20P-MP	0.1–12	26	2	5.3	2:1	20†	6
AFS3-04000800-20P-MP	4–8	25	1.25	3.8	2:1	20	4
AFS4-08001200-20P-MP	8–12	20	1	4.8	2:1	20	4
AFS3-02000800-20P-MP	2–8	24	1.5	5.8	2:1	20	6
AFS6-02001800-20P-MP	2–18	22	2.75	7	2.5:1/2:1	20	6
AFS6-02002000-18P-MP	2–20	22	3	7	2.5:1	18	6

* Noise figure increases below 500 MHz

+Above 500 MHz

[top of page](#)


[SATCOM](#)
[HOME PAGE](#)
[COMPONENTS](#)
[INTRODUCTION](#)
[AFS TECHNOLOGY OVERVIEW](#)

[Technology Overview](#)
[Specification Definitions](#)
[Thermal Considerations](#)
[Quality Assurance](#)
[MTBF Calculations](#)
[Manufacturing Flow](#)
[Diagrams](#)
[MITEQ Series 883](#)
[Screening](#)
[General Specifications](#)
[Space-Qualified Amplifiers](#)

[AFS AMPLIFIERS](#)
[AFD AMPLIFIERS](#)
[SPECIAL AMPLIFIER DESIGNS](#)

- AFS – Temperature Compensated
- AFS – Cryogenic
- AFS – Low Current Consumption
- AFS – High Intercept
- AFD – Limiting
- AFSD/MPN – Medium Power
- AFSX – Coaxial In-Line
- AFSB – Substrate
- AFSM – Surface Mount
- NSM
- ConnectORIZED/Surface Mount
- AFSW/AFTL – Pulse Modulated and Power Gated
- AVG – Variable Gain
- ABIT – Built-In Test Detector
- AFPD – Dual Output
- NSP – Desktop
- 40 GHz Bias Tee and DC Block
- PS – Power Supply

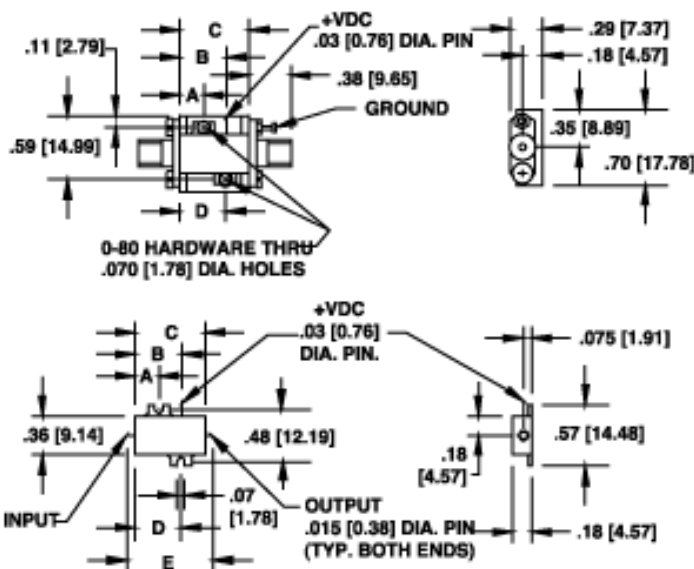
[OUTLINE DRAWINGS](#)

AFS AMPLIFIER

OUTLINE DRAWINGS

AFS SERIES

OUTLINE DRAWINGS 2 THROUGH 8



THIS AMPLIFIER CAN ALSO BE USED AS A "DROP-IN" BY REMOVING SMA CONNECTORS AND MOUNTING HARDWARE AS SHOWN

DASH NO.	DIM A	DIM B	DIM C	DIM D	DIM E
-2	.16 [4.06]	.28 [7.11]	.43 [10.92]	.27 [6.86]	.58 [14.73]
-3	.16 [4.06]	.32 [8.13]	.53 [13.46]	.38 [9.65]	.69 [17.53]
-4	.22 [5.59]	.43 [10.92]	.64 [16.26]	.42 [10.67]	.80 [20.32]
-5	.22 [5.59]	.53 [13.46]	.75 [19.05]	.53 [13.46]	.91 [23.11]
-6	.22 [5.59]	.64 [16.26]	.86 [21.84]	.64 [16.26]	1.01 [25.65]
-7	.22 [5.95]	.75 [19.05]	.97 [24.64]	.75 [19.05]	1.11 [28.19]
-8	.22 [5.59]	.86 [21.84]	1.07 [27.18]	.86 [21.84]	1.21 [30.73]

OUTLINE 42

OUTLINE 44

- NSM Series
- AFSX Series
- AFSB Series And AVG Series
- AFPD Series
- AFTL-PS-ABIT Series
- BIAS TEE-DC Block

•AFS3-00100600-13-
10P-4
AFS3-08001200-09-10P-
4
•AFS4-12001800-18-
10P-4
AFS4-02001800-22-10P-
4
•AFS3-02001800-70-
20P-4
AFS4-00102000-30-10P-
4

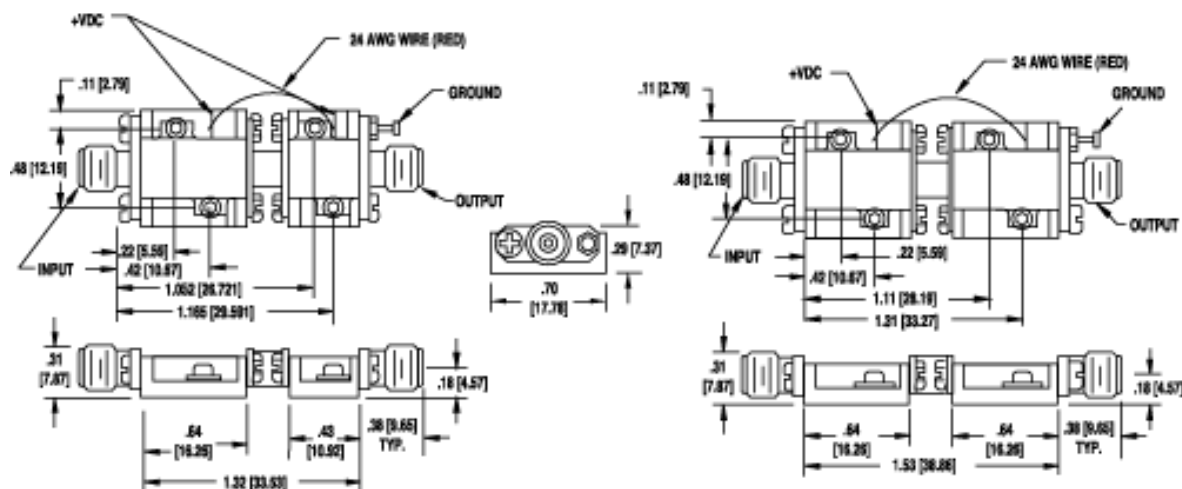
WARRANTY

**DOWNLOAD A PDF
VERSION OF THIS
DATA SHEET**

Pat Eldridge
peldridge@mileq.com

Yadira Ortiz
yortiz@mileq.com

631-436-7400
Ext. 9253 or 9295



For a printed copy of this data sheet, please request C-24B

Isolators and Circulators

2000-26500 MHz

FERRITE ISOLATORS AND CIRCULATORS



SPECIFICATIONS

ISOLATORS

FREQUENCY (MHz)	MODEL NO.	ISOLATION (dB Min)	LOSS (db Max)	VSWR (Max)	PEAK POWER Fwd & Rev (Watts)	AVERAGE POWER Forward (Watts)	Reverse (Watts)	TEMP. RANGE (°C)
NARROWBAND								
2000-2300	4933	20	0.4	1.25:1	20	20	1*	-20 to +65
7000-10000	4915	20	0.4	1.25:1	10	5	1*	-20 to +65
11000-14000	4956	20	0.5	1.25:1	20	5	1*	-20 to +65
BROADBAND, OCTAVE AND GREATER								
2000-4000	4913	18	0.5	1.30:1	50	25	1*	0 to +55
4000-8000	4914	20	0.4	1.25:1	50	15	1*	-20 to +65
8000-18000	4946	16	0.6	1.45:1	15	5	1*	-20 to +65
11000-18000	4916	20	0.5	1.25:1	20	5	1*	-20 to +65
18000-26500	4917	17	0.6	1.40:1	10	3	1*	-20 to +65

CIRCULATORS — 3 PORT

FREQUENCY (MHz)	MODEL NO.	ISOLATION (dB Min)	LOSS (db Max)	VSWR (Max)	PEAK Fwd & Rev (Watts)	AVERAGE POWER Forward (Watts)	Reverse (Watts)	TEMP. RANGE (°C)
2000-4000	4923	18	0.5	1.30:1	50	25	25	0 to +55
4000-8000	4924	20	0.4	1.25:1	50	15	15	-20 to +65
7000-12400	4925	20	0.4	1.25:1	25	10	10	-20 to +65

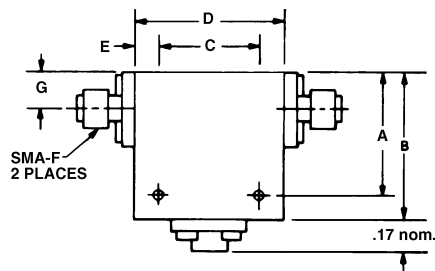
*Limited by termination power handling capacity

Isolators and Circulators

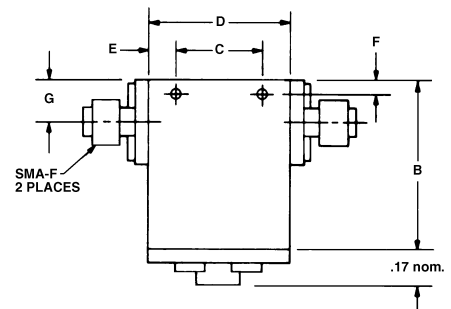
SPECIFICATIONS

MODEL No.	OUTLINE DRAWING	MOUNTING DPTH.	HOLES SIZE*	THICK	A	B	C	D	E	F	G
4933	I	.15	b	.50	.75	1.00	.750	1.00	.13	—	.25
4915	II	.15	b	.50	—	.63	.375	.50	.06	.16	.25
4956	II	.15	b	.50	—	.63	.375	.50	.06	.16	.25
4913	III	.18	c	.75	1.100	1.65	1.000	1.60	.30	.25	.25
4914	III	.15	b	.60	.600	1.00	.750	1.00	.13	.25	.25
4946	II	.15	b	.55	—	.80	.500	.63	.07	.25	.25
4916	II	.13	b	.55	—	.80	.500	.63	.07	.25	.25
4917	II	.18	b	.50	—	.66	.380	.50	.06	.18	.25

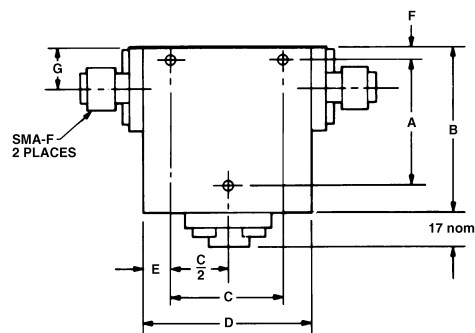
OUTLINE DRAWINGS



OUTLINE I



OUTLINE II



OUTLINE III

NOTES:

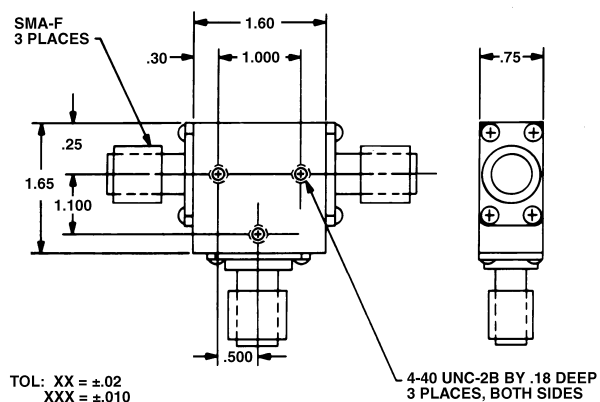
TOL: .xx $\pm$.02
.xxx $\pm$.010

Mounting holes both sides

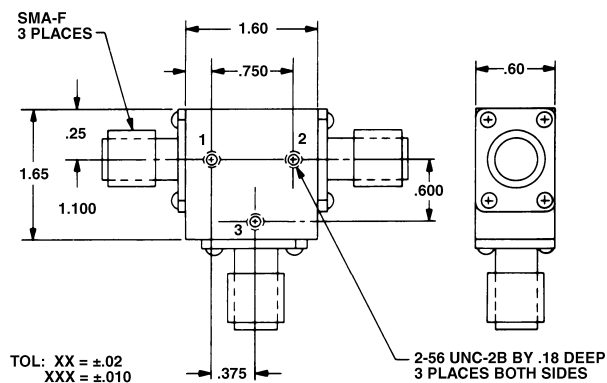
B = 2-56 UNC-2B
C = 4-40 UNC-2B

Isolators and Circulators

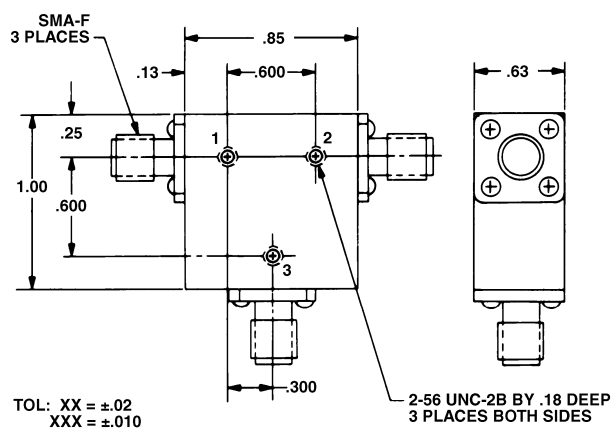
OUTLINE DRAWINGS



MODEL 4923



MODEL 4924



MODEL 4925

CALIBRATED COAXIAL NOISE SOURCES

NC 3000 Series 10 kHz to 18 GHz

Product Data Sheet

FEATURES

- Noise output rise and fall times less than 1 μ s.
- VSWR less than 1.35:1 for units with 15.5 dB ENR.
- Noise output variation with temperature less than 0.01 dB/ $^{\circ}$ C.
- Noise output with voltage less than 0.1 dB/1% Δ V.
- Operating temperature -55 to $+85^{\circ}$ C.
- Storage temperature -65 to 125° C.
- Input power +28 VDC at 30 mA max.



DESCRIPTION

Noise Com's NC 3000 Series calibrated noise sources embody excellent stability with temperature and voltage. They are well suited to receiver testing, noise figure measurements, and any application requiring broad bandwidth and fast switching time.

The NC 3000 Series includes the NC 3100 units that feature 15.5-dB $\pm$ 0.75 dB ENR output for noise-figure meters, and the NC 3200 Series high-output noise sources that feature output between 26 and 35 dB $\pm$ 1 dB ENR for radar and satellite communications system testing.

15.5 dB NOISE FIGURE METER COMPATIBLE TYPES

Mode	Frequency Range (GHz)	Noise Output ENR (dB)	Maximum VSWR ON	Calibration Frequencies
NC3201Y	10 kHz-1 *	15.5 $\pm$.75	1.30:1	100 KHz, 10, 100, 500 & 1000 MHz.
NC3102	0.01 -12	15.5 $\pm$.75	1.30:1	10 MHz, 100 MHz, 1 GHz & 1 GHz steps
NC3103	1 -12	15.5 $\pm$.75	1.30:1	
NC3104	1 -18	15.5 $\pm$.75	1.35:1	
NC3105	12 -18	15.5 $\pm$.75	1.35:1	
NC3108	0.1 -18	15-16 $\pm$ 1	1.5:1	1 GHz steps

**not compatible with noise figure meter.*

Like all Noise Com noise sources, the NC 3000 Series features hermetically sealed noise diodes with 168-hr. burn-in. Each noise sources is supplied with calibration data for the full frequency band.

OPTIONS

1. Packages A, B, C, F, G, H, J can be supplied with threaded mounting holes.
2. Alternate sex of output connector.
3. +15 VDC input voltage. *(Not available on all sources, consult factory).*
4. +28 VDC regulation. Stabilized output ± 2 V variation. *(Consult factory for package dimensions).*
5. TTL control “high” is on. (Add suffix T.) *(Option 5 cannot be combined with regulation +28v, +15v. Consult factory for more information).*
6. 6 ± 0.5 dB ENR (Add suffix /6.)

HIGH NOISE OUTPUT TYPES

Model	Frequency Range (GHz)	Noise Output		
		ENR (dB)	Flatness (dB)	Calibration Frequencies
NC 3201	10 kHz - 1	30-35	± 1	10, 100, 500 & 1000 MHz
NC 3202	0.01 - 0.6	30-35	± 1	10,100 & 600 MHz
NC 3203	1 - 2	30-35	± 1	1, 1.5 & 2 GHz
NC 3204	2 - 4	30-35	± 1	
NC 3205	4 - 8	30-35	± 1	
NC 3206	8 - 12	28-33	± 1	1 GHz steps
NC 3207	12 - 18	26-32	± 1	
NC 3208	1 - 18	26-32	± 1	
NC 3208 S	1 - 18	27-32	± 1	

For more information about Noise Com’s products, applications, or a current listing of sales offices visit Noise Com on the web at, www.noisecom.com

You may also contact Noise Com at:

Noise Com
25 Eastmans Road
Parsippany, New Jersey 07054
Phone: (201) 261-8797
Fax: (201) 261-8339
Email: info@noisecom.com

NOISE/COM

Power Splitter/Combiner

ZFSC-2-4

2 Way-0° 50Ω

0.2 to 1000 MHz

Maximum Ratings

Operating Temperature	-55°C to 100°C
Storage Temperature	-55°C to 100°C
Power Input (as a splitter)	1W max.
Internal Dissipation	0.125W max.

Coaxial Connections

SUMPORT	3
PORT 1	1
PORT 2	2

Features

- wideband, 0.2 to 1000 MHz
- low insertion loss, 0.5 dB typ.
- good isolation, 25 dB typ.
- excellent amplitude unbalance, 0.1 dB typ.
- excellent phase unbalance, 0.5 deg. typ.
- rugged shielded case

Applications

- cellular
- VHF/UHF
- instrumentation



BNC version shown

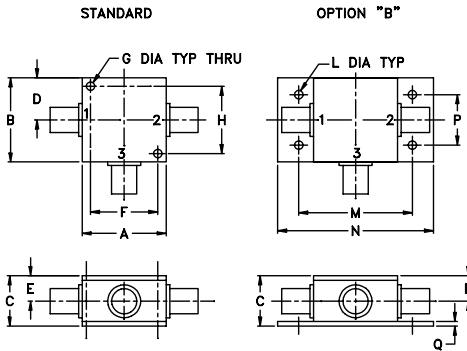
CASE STYLE: K18			
Connectors	Model	Price	Qty.
BNC	ZFSC-2-4	\$55.95	(1-9)
SMA	ZFSC-2-4-S	\$60.95	(1-9)
N-TYPE	ZFSC-2-4-N	\$60.95	(1-9)
BRACKET (OPTION "B")		\$2.50	(1+)

Splitter Electrical Specifications

FREQ. RANGE (MHz)	ISOLATION (dB)			INSERTION LOSS (dB) ABOVE 3.0 dB						PHASE UNBALANCE (Degrees)			AMPLITUDE UNBALANCE (dB)					
	L		M	U		L		M	U	L		M	U	L		M	U	
	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.
f _l -f _u	20	15	25	20	23	18	0.2	0.8	0.5	1.0	0.9	1.2	2	4	4	0.15	0.15	0.30

L = low range [f_L to 10 f_L] M = mid range [10 f_L to $f_U/2$] U = upper range [$f_U/2$ to f_U]

Outline Drawing



Outline Dimensions (inch/mm)

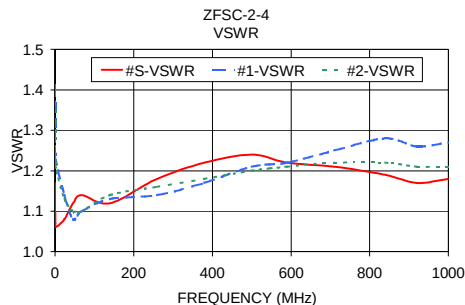
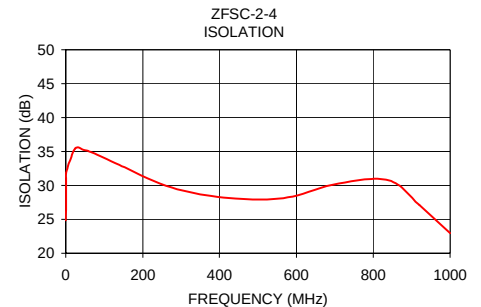
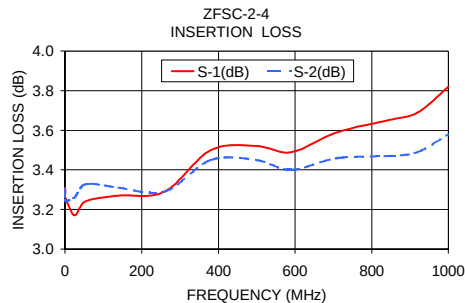
A	B	C	D	E	F	G	H
1.25	1.25	.75	.63	.38	1.00	.125	1.000
31.75	31.75	19.05	16.00	9.65	25.40	3.18	25.40

J	K	L	M	N	P	Q	wt
--	--	.125	1.688	2.18	.75	.07	grams
--	--	3.18	42.88	55.37	19.05	1.78	70.0

For option B with N-type connectors, dimension "C" increases to 0.94 inches.

Typical Performance Data

Frequency (MHz)	Insertion Loss (dB) S-1	Insertion Loss (dB) S-2	Amplitude Unbalance (dB)	Isolation (dB)	Phase Unbalance (deg.)	VSWR S	VSWR 1	VSWR 2
0.20	3.31	3.30	0.02	24.83	0.10	1.17	1.41	1.39
0.70	3.29	3.24	0.05	30.54	0.20	1.07	1.25	1.23
1.00	3.26	3.24	0.03	31.83	0.36	1.06	1.23	1.21
24.00	3.17	3.26	0.09	35.39	0.03	1.08	1.14	1.13
46.00	3.23	3.32	0.08	35.23	0.09	1.12	1.08	1.10
68.00	3.25	3.33	0.08	34.84	0.18	1.14	1.10	1.10
140.00	3.27	3.31	0.04	32.99	0.27	1.12	1.13	1.14
260.00	3.29	3.29	0.01	29.95	0.36	1.18	1.14	1.16
380.00	3.50	3.45	0.04	28.42	0.25	1.22	1.17	1.18
500.00	3.52	3.45	0.07	27.91	0.21	1.24	1.21	1.20
590.00	3.49	3.40	0.09	28.34	0.17	1.22	1.22	1.21
710.00	3.59	3.46	0.13	30.28	0.34	1.21	1.25	1.22
840.00	3.65	3.47	0.18	30.75	0.49	1.19	1.28	1.22
920.00	3.69	3.49	0.20	27.07	0.65	1.17	1.26	1.21
1000.00	3.82	3.58	0.24	22.95	0.81	1.18	1.27	1.21



electrical schematic

