

## Procedimento para medir o segundo harmônico de um transmissor de FM de 1000 watts utilizando o filtro Notch modelo TEF-FM-NT60 e o acoplador direcional atenuador ACD-FM da Teletronix.



Medir o segundo harmônico de um transmissor de FM é uma prática importante para garantir a conformidade com os padrões regulatórios e para assegurar a qualidade do sinal transmitido.

O segundo harmônico é uma componente que ocorre em duas vezes a frequência fundamental do sinal transmitido. Em transmissões FM, ele pode surgir devido a não linearidades nos componentes do transmissor, como amplificadores de potência.

Neste documento, vamos explorar duas abordagens para a medição: uma comum, porém inadequada, adotada pela maioria das pessoas, e outra correta, que utiliza um Atenuador conhecido e um filtro Notch – Rejeita Faixa apropriado para a Faixa de FM e Harmônicos.

### 1 - Forma Comum porém inadequada, adotada pela maioria das pessoas:

#### 1.0 Preparação do Equipamento - Analisador de espectro:

- Certifique-se de que o Analisador de espectro esteja calibrado e em boas condições de funcionamento.

No exemplo a seguir, conduziremos a medição para uma frequência na extremidade superior do espectro de FM, em 107,1 MHz. Para isso, iniciaremos configurando a faixa de frequências no espectro que englobe tanto a frequência medida quanto o seu segundo harmônico, que é o dobro dela.

Dado que a frequência medida é de 107,1 MHz, estabeleceremos a frequência inicial (Start Freq.) a uma distância de 6 MHz à esquerda. Portanto, nossa Start Freq. será  $(107,1 - 6) = 101,1$  MHz. Em seguida, definiremos a Frequência final do sinal medido como o dobro da frequência nominal acrescida de 12 MHz, resultando em:  $(107,1 \times 2) + 12$ , o que resulta em 226,2 Mhz.

Ressalta-se que o objetivo é medir o dobro de 107,1 MHz, ou seja, a frequência de 214,2 Mhz.

#### Configuração do Transmissor:

- Coloque o transmissor na frequência de operação de 107,1 Mhz e ajuste todos os parâmetros conforme necessário para garantir a estabilidade e a potência nominal de transmissão.
- Verifique se a modulação está corretamente configurada e se não há distorções significativas no sinal. No caso deste exemplo, as medições foram feitas sem modulação. É preferível realizar as medições sem modulação.

A seguir, utilizando um cabo de alta qualidade, conecte a saída de teste do transmissor (após o filtro) à entrada do analisador de espectro. É crucial garantir que o nível de sinal não exceda a capacidade de entrada do analisador de espectro.

## 1.1 Medição do Sinal da Portadora Fundamental e do Segundo Harmônico:



Para medir o sinal da portadora fundamental, mova o cursor do espectro até que esteja alinhado com o pico da portadora fundamental e efetue a medição. Neste caso, a medição resulta em um nível de **+10,44 dBm**.

Em seguida, na mesma tela, mova uma segunda marca para a frequência do segundo harmônico, que é **214,2 MHz**, e realize a medição. Neste exemplo, a medição resulta em um nível de **-51,67 dBm**.

Dessa forma, calculamos a diferença entre o nível da fundamental e o nível do segundo harmônico, que é:  $+10,44 - (-51,67) = \mathbf{62,11 \text{ dB}}$ .

É crucial destacar que a abordagem previamente mencionada representa o método comum de medição adotado pela maioria das pessoas, porém, acarreta um erro significativo. Isso se deve ao fato de que, no exemplo em questão, o nível da portadora fundamental de +10,44 dBm está intermodulando o Analisador de Espectro utilizado, especificamente o Equipamento Marca Keysight Modelo Network Analyzer, Marca Keysight - Modelo N9000 AATO-15658, Número de série SER My53030366.

Ao analisarmos o manual deste equipamento, constatamos que, com o seu amplificador interno desligado e um nível de RF de entrada de +2 dBm, observamos 1 dB de compressão, o que significa que para um nível de +10 dBm, ele está comprimido.

Isso resulta na geração do segundo harmônico pelo próprio instrumento, por meio da intermodulação do mesmo. Conseqüentemente, o medidor acaba por medir a soma do sinal de segundo harmônico gerado pela sua própria intermodulação com o nível real do segundo harmônico, resultando em uma leitura final que está completamente incorreta.

Além disso, ressaltamos que estamos utilizando a saída de testes do Transmissor, que está apresentando um nível de saída da frequência fundamental de +10,44 dBm, que, pela norma, não é projetada para medidas de harmônicos, mas sim para medidas de frequência e modulação.

A seguir, apresentaremos a forma correta de realizar essa medição.

## 2.0 - Forma correta de Fazer a Medição

O primeiro item essencial para fazer a medida é o uso de um **Acoplador Conhecido**, necessário para extrair o sinal para as medições do Sinal (Fundamental) e de seus Harmônicos. Se o acoplador captar mais a frequência Fundamental, isso beneficiará o nível da Fundamental, enquanto se captar mais sinal para o segundo Harmônico, beneficiará este último.

***Não podemos utilizar as saídas de teste dos transmissores para medir segundos Harmônicos, já que são projetadas apenas para medir a frequência do sinal e modulação, conforme o item: 6.11 da - Norma: Ato nº 6554, de 29 de outubro de 2020:***

<https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/atos-de-certificacao-de-produtos/2020/1482-ato-6554>

6.11. O transmissor deverá ser dotado de pontos internos ou externos de RF adequados para ligações de monitor de modulação e de frequência.

As medidas em decibéis (dB) são altamente sensíveis, já que pequenas variações podem resultar em grandes diferenças. Portanto, é essencial utilizar um equipamento específico, Atenuador devidamente documentado com suas características de níveis de saída, para garantir a redução de erros e aumentar a precisão das medidas.

Desta forma, a Teletronix fabrica Acopladores para estas medições, como o Modelo ACD-FM-VHF-716F-EI78 de até 3kWatts, com conectores "DIN 7/16" Fêmea e "EIA 7/8" , com tabelas específicas de suas atenuações em dB para cada frequência, desde as da faixa comercial de FM até as frequências dos segundos Harmônicos que são as principais que utilizaremos.

Preparação do Equipamento - Analisador de Espectro: Certifique-se de que o Analisador de Espectro esteja calibrado e em boas condições de funcionamento. No nosso caso, verificamos os dados do Manual do Equipamento Analisador de Espectro Marca Keysight - Modelo N9000 A ATO-15658, Número de série SER MY53030366. Observamos que a maior precisão do instrumento é alcançada com o RBW (Resolução de Banda de Frequência) entre 1 Hz e 750 kHz, resultando em um erro de medida de +/- 0,044 dB.

### **Preparação do Equipamento - Analisador de Espectro:**

Certifique-se de que o Analisador de Espectro esteja calibrado e em boas condições de funcionamento. No nosso caso, verificamos os dados do Manual do Equipamento Analisador de Espectro Marca Keysight - Modelo N9000 A ATO-15658, Número de série SER MY53030366. Observamos que a maior precisão do instrumento é alcançada com o RBW (Resolução de Banda de Frequência) entre 1 Hz e 750 kHz, resultando em um erro de medida de +/- 0,044 dB.

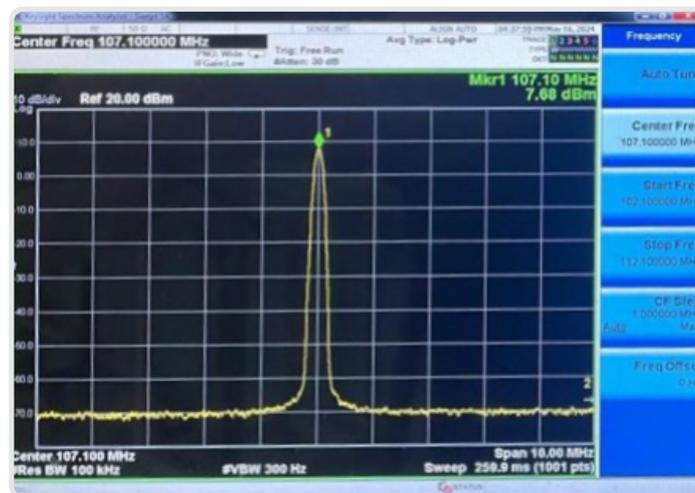
## 2.1 Primeiro Passo: Medição do Sinal da Portadora Fundamental.

Vamos conectar o Atenuador Modelo ACD-FM-VHF-716F-EI78, com capacidade de circulação de sinal em FM de até 3 kWatts, utilizando conectores "DIN 7/16" fêmea e "EIA 7/8".

Este será inserido entre a saída do transmissor e a carga/antena, verificando sua direcionalidade (O Atenuador é direcional, portanto possui entrada e saída distintas).

Em outras palavras, vamos conectar a saída do transmissor à entrada do acoplador e a saída do acoplador à carga/antena. Em seguida, conectaremos um cabo entre a saída de teste do acoplador e a entrada do instrumento de medição, o Analisador de Espectro.

Para realizar a medição do sinal da portadora fundamental, ajustaremos o centro da tela do instrumento para a frequência da portadora fundamental em 107,1 MHz. Configuraremos o SPAN para 10 MHz, com VBW de 300Hz e RBW de 100KHz. Em seguida, moveremos o cursor do espectro até que esteja alinhado com o pico da portadora fundamental e efetuaremos a medição.



Neste caso, a medição resultou em um nível de **+7,68 dBm**.

Observamos que, neste caso, o nível é menor, de +7,68 dBm, pois agora estamos utilizando a saída do acoplador direcional da Teletronix, em vez da saída de testes do Transmissor.

## 2.2 Medição do Sinal da Portadora de Segundo Harmônico:

Para realizar medições do nível do segundo harmônico, e evitar possíveis intermodulações no analisador de espectro, vamos utilizar o Filtro Rejeita Faixa Teletronix Modelo TEF-FM-NT60. Este será colocado entre o Analisador de Espectro e a saída de teste do Acoplador Teletronix Modelo ACD-FM-VHF-716F-EI78, que está conectado entre o transmissor e a carga/antena.

Dado que a maioria dos instrumentos utiliza o conector padrão "N" fêmea, é importante considerar que o Filtro Rejeita Faixa da Teletronix é simétrico, ou seja, não possui um lado específico para entrada ou saída. Sugerimos remover o cabo do instrumento que estava sendo utilizado sem o filtro e, em seguida, rosquear o conector "N" macho do filtro diretamente na entrada do instrumento.



Na outra extremidade do filtro, o conector "N" fêmea, conecte o cabo anterior que estava ligado ao Transmissor. Desta maneira, o filtro da Teletronix estará conectado diretamente à entrada do instrumento, eliminando a necessidade de cabos auxiliares adicionais. Este filtro é essencial para evitar que o sinal da frequência fundamental de 107,1 MHz interfira no equipamento, causando intermodulação e prejudicando a precisão da medição do segundo harmônico, que neste caso é a frequência dobrada de 107,1 MHz, ou seja, 214,2 MHz.

O funcionamento do filtro rejeita faixa garante que apenas o sinal do segundo harmônico, a 214,2 MHz, alcance o instrumento de medição, assegurando que não haja interferência da frequência fundamental. Com uma atenuação média de 60 dB na faixa de FM, o sinal da frequência fundamental, com nível de +7,68 dBm, será atenuado ao entrar no instrumento, prevenindo qualquer possibilidade de intermodulação pois o Instrumento começa a compressão a partir de um nível de RF de entrada de +2 dBm.

Para realizar a medição do sinal da portadora de segundo harmônico, ajustaremos o centro da tela do instrumento para a frequência da portadora de segundo harmônico em 214,20 MHz. Manteremos as mesmas configurações utilizadas para a medida da portadora principal: Configuraremos o SPAN para 10 MHz, com VBW de 300Hz e RBW de 100KHz. É crucial manter essas configurações idênticas, pois configurações diferentes podem levar a erros diferentes do instrumento. Em seguida, moveremos o cursor do espectro até que esteja alinhado com o pico da portadora de segundo Harmônico e efetuaremos a medição.



Neste caso, a medição resultou em um nível de **-66,54 dBm**.

Desconto da Atenuação do Filtro Rejeita Faixa TEF-FM-NT60 para a frequência do Harmônico

De acordo com as especificações na documentação do filtro Rejeita Faixa, notamos que ele possui uma atenuação aproximada de 0,19 dB para a portadora de 216 MHz, que é a mais próxima do harmônico em 214,2 MHz. Assim, é essencial somar essa atenuação do resultado final da medição.

Frequência Mhz	Atenuação dB
76	- 56,4
88	- 63,8
96	- 73,8
108	- 73,9
152	- 0,24
176	- 0,24
192	-0,22
216	- 0,19

O que leva o Valor Final para (-66,54+ 0,19) o que dá o Valor de -66,35 dBm.

Agora, com os dados do acoplador direcional em mãos, vamos analisar a diferença de captação em dB entre a portadora fundamental (107,1 Mhz) e o nível do segundo harmônico (214,2 Mhz). Essas informações estão disponíveis na tabela colada no corpo do atenuador, conforme apresentado a seguir.

Atenuador Teletronix - Modelo ACD-FM-VHF-716F-EI78 - NS10A	
Freq. Mhz	Saída de Teste (dB)
76	55,158
80	54,708
84	54,289
88	53,864
92	53,512
96	53,142
100	52,854
104	52,485
108	52,131
152	49,324
160	48,835
168	48,473
176	48,097
184	47,781
192	47,364
200	47,055
208	46,745
216	46,434

Então, dado que a portadora fundamental é de 107,1 MHz, usaremos a tabela do atenuador para encontrar a frequência mais próxima desse valor, que é 108 MHz. Para essa frequência, o atenuador apresenta uma atenuação de 52,131 dB. Em seguida, vamos verificar na mesma tabela qual é a atenuação para a frequência do segundo harmônico, que é 214,2 MHz. A frequência mais próxima na tabela é 216 MHz, com uma atenuação de 46,434 dB.

Dessa forma, observamos que o captador capta:  $( 52,131 - 46,434 ) = 5,697$  dB a mais para a frequência do segundo harmônico do que para a frequência da fundamental. Geralmente, espera-se um aumento de 6 dB por oitava nesta captação.

Portanto, precisamos subtrair essa diferença do valor medido em dBm do segundo harmônico. Isso ocorre porque essa diferença é devido às características do acoplador, que capta mais energia no segundo harmônico do que na fundamental.

Se não fizermos essa correção, incorreríamos em um erro na medida, adicionando esse valor de diferença indesejada ao resultado.

**Valor do novo nível do harmônico, após descontarmos a vantagem conferida a ele pelo acoplador.**

Novo Nível do Harmônico em 214,2 Mhz:  $(-66,35 - 5,697) = - 72,047\text{dBm}$

### 2.3 - Resultado:

Nível do Segundo Harmônico = [Nível da portadora Fundamental 107,1 Mhz Sem o Trap (+ 7,68dBm)] + [Nível do Segundo Harmônico 214,2 Mhz Com o Trap em 107,1 Mhz e corrigido com a vantagem do Acoplador ( - 72,047 dBm)] =  $(7,68+72,047) = 79,727 \text{ dB}$

Assim, considerando o nível do Segundo harmônico do transmissor a 214,2 MHz, ele se encontra **79,727 dB** abaixo do nível da portadora fundamental a 107,1 MHz.

### 2.4 – Análise do Resultado

A seguir, vamos analisar o resultado obtido confrontando-o com o resultado da medida feita de forma inadequada, obtida em 1.1, que foi o valor de -62,11 dB.

Observamos que o valor da medida correta foi de 79,727 dB abaixo do valor da portadora principal. Esta diferença é significativa em comparação ao valor obtido de forma inadequada, que foi de -62,11 dB. A discrepância entre os dois valores é de **17,617 dB**, o que é muito relevante.

Agora examinaremos as diretrizes estabelecidas pela norma.

### 2.5 - Norma: Ato nº 6554, de 29 de outubro de 2020

<https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/atos-de-certificacao-de-produtos/2020/1482-ato-6554>

6.9. As emissões em frequências afastadas de mais de 600 kHz da frequência da portadora deverão estar abaixo do nível da portadora sem modulação de  $(73 + P)$  dB, onde P é a potência de operação do transmissor em dBk.

6.9.1 A maior atenuação exigida será de 80 dB.

6.9.2. Para medições acima de 60 dB, deverá ser inserido um Filtro Passa Alta ou Rejeita Faixa (Notch Filter) sintonizado na frequência de operação para minimizar os efeitos de não linearidade do Analisador de Espectro.

A norma está expressa em dBk, o que significa que para inserir os valores nela, devemos fornecer a potência em kilowatt (KW). Alternativamente, se quisermos inserir os valores em watts, podemos subtrair 30 dB da norma de 73 dBk, resultando em  $(43 + P)$  dB.

Portanto, dado que nosso transmissor opera a 1000 Watts de RF, a atenuação necessária para estar em conformidade com a norma será:

Cálculo do nível para atendimento da Norma ( item 6.9 ) para Potencia de 1000 Watts:

$$43 + 10 * \text{Log}_{10} (1000)W = 43 + 10 \times (3) = (43 + 30) = 73,0 \text{ dB}$$

Assim, para cumprir com a norma, o transmissor de 1000 Watts de potência precisa ter seu segundo harmônico situado a pelo menos 73,0 dB abaixo da portadora principal.

Vemos então que o Transmissor está com uma Folga em dB de : (79,723: Medido) – (73,0: Norma) =6,723 dB.

Portanto, fica claro que o método adequado de medição envolve o uso de um atenuador conhecido tanto para a frequência fundamental quanto para os harmônicos, em conjunto com um filtro rejeita faixa de FM, utilizado para a medição do harmônico, a fim de evitar que sua amplitude interfira no analisador de espectro. Além disso, é necessário subtrair a vantagem de captação do atenuador, bem como considerar a perda do filtro rejeita faixa para o harmônico.

## **2.6 - Medição Remota com Medidor de Campo**

Para realizar medições remotas com um medidor de campo de sinais fundamentais e harmônicos de maneira precisa, é essencial seguir alguns passos e tomar cuidados especiais:

### **2.6.1 - Utilização de Antena Conhecida:**

**Seleção da Antena:** Utilize uma antena cuja resposta de frequência seja bem conhecida. Isso é crucial para garantir que os dados medidos sejam precisos.

**Set up de Recepção da Antena:** Carregue no medidor de campo o set up de recepção específico dessa antena. Esse set up inclui os níveis de atenuação para as diferentes frequências dentro da faixa de captação da antena.

### **2.6.2 - Compensação das Deficiências da Antena:**

O set up de recepção carrega informações sobre como a antena responde a diferentes frequências, permitindo que o medidor de campo compense automaticamente as deficiências da antena em cada frequência específica. Isso garante que os valores medidos reflitam com maior precisão os níveis reais dos sinais.

### **2.6.3 - Atenuação do Espaço Livre:**

**Dependência da Frequência:** A atenuação dos sinais no espaço livre varia conforme a frequência. Sinais fundamentais e seus harmônicos experimentarão níveis de atenuação diferentes devido às suas diferentes frequências.

### **2.6.4 - Diferenças Significativas na Medição:**

Especialmente em medições a distâncias maiores, as diferenças na atenuação entre o sinal fundamental e os harmônicos podem ser significativas. Portanto, é crucial considerar essas variações ao interpretar os resultados das medições.

Seguir esses passos e cuidados ajuda a garantir que as medições sejam precisas e confiáveis, refletindo corretamente os níveis de sinal fundamental e seus harmônicos.

## 2.7 - Incerteza da medição:

Para calcular a incerteza em uma medida realizada com um analisador de espectro, é necessário considerar diversos fatores que podem contribuir para a imprecisão do resultado. Alguns desses fatores incluem:

**Resolução de banda (RBW):** A escolha da resolução de banda afeta a capacidade do analisador de espectro de distinguir sinais próximos em frequência. Geralmente, quanto menor a RBW, maior a precisão, mas também aumenta o tempo de medição. A incerteza associada à RBW pode ser estimada a partir das características do próprio instrumento.

No caso em tela o erro do Analisador de Espectro, precisão do instrumento com o RBW (Resolução de Banda de Frequência) entre 1 Hz e 750 kHz, resultando em um erro de medida de +/- 0,044 dB

**Nível de referência (Reference Level):** O nível de referência determina o ponto de referência para medições de amplitude. Qualquer incerteza associada à calibração do nível de referência ou variação ao longo do tempo pode contribuir para a incerteza da medição.

**Calibração do instrumento:** A incerteza associada à calibração do analisador de espectro, incluindo possíveis erros sistemáticos, deve ser considerada.

**Estabilidade do instrumento:** A estabilidade do analisador de espectro ao longo do tempo pode introduzir incerteza na medição.

**Interferências e ruído:** Interferências externas, ruído do sistema e ruído térmico podem afetar a precisão das medições.

Para calcular a incerteza total, é necessário quantificar a contribuição de cada fonte de incerteza e combiná-las adequadamente, utilizando métodos estatísticos como a propagação de incertezas. Isso pode envolver realizar várias medições sob condições controladas e analisar os resultados para determinar as incertezas associadas a cada fator. Idealmente, as especificações do fabricante do analisador de espectro também podem fornecer informações valiosas para estimar a incerteza da medição.

Neste caso, não consideramos a incerteza da medição no resultado, que depende do grau de precisão do instrumento (o analisador de espectro) como visto acima, bem como o Set do Instrumento, uma vez que cada instrumento possui sua própria incerteza. No entanto, de maneira geral, a precisão dos instrumentos disponíveis no mercado como o utilizado é muito boa, o que nos permite confiar na medida apresentada porém considerando que um erro sempre está presente.

**OBS-1:** As medições foram realizadas Sem Modulação. No caso de medições com modulação, o nível de medição pode variar. Portanto, é necessário realizar no mínimo dez medições da frequência fundamental e calcular sua média, assim como a média do nível da frequência do harmônico.

**OBS-2:** Anexas a este documento estão as lâminas do filtro e do acoplador.

**Eng. Rogério Correa**  
Maio-2024

# Filtro Notch Teletronix

Filtro de rejeição de banda em FM para a medição do segundo harmônico.

- modelo  
TEF-FM-NT60



O Filtro Notch da Teletronix modelo TEF-FM-NT60 foi projetado para uso em medidas de segundo Harmônico em Transmissores de FM ele é um filtro do Tipo rejeita faixa onde compreende toda a faixa estendida começando em 76 Mhz até a freqüência final de 108 Mhz.

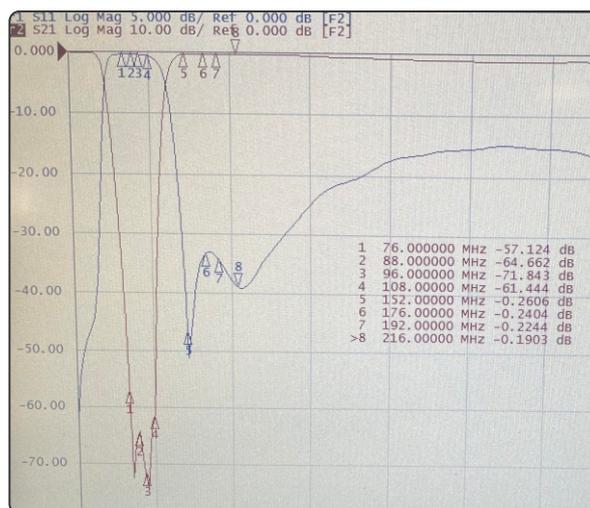
Possui característica importantes como baixas perdas nas frequências superiores e alta atenuação na faixa a que se destina.

Possui Blindagem de Alto Nível de rejeição de interferência impedância de 50 Ohm na entrada e saída e vem concebido com dois conectores tipo "N" fêmea.

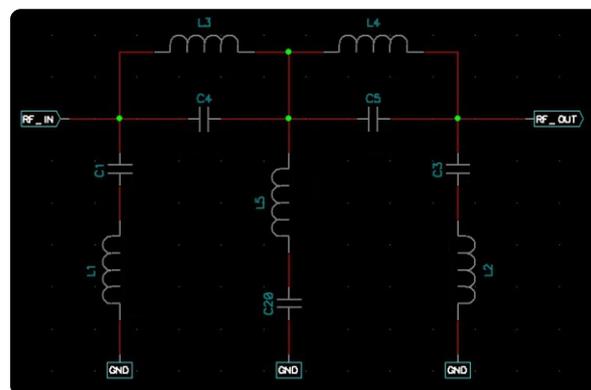
O Filtro Notch modelo TEF-FM-NT60 da Teletronix é uma solução técnica especializada e comercialmente viável para a análise precisa do segundo harmônico em transmissores de FM. Projetado como um filtro de rejeição de faixa, ele abrange a faixa estendida de freqüência, iniciando em 76 MHz e indo até a freqüência final de 108 MHz.

Este filtro oferece características notáveis, incluindo baixas perdas em frequências mais altas e uma alta atenuação na faixa específica de interesse. Equipado com blindagem de alto nível para rejeição de interferências, apresenta uma impedância de 50 Ohm tanto na entrada quanto na saída, além de ser fornecido com dois conectores tipo "N" fêmea para facilitar a medida em sistemas existentes.

Frequência Mhz	Atenuação dB
76	- 56,4
88	- 63,8
96	- 73,8
108	- 73,9
152	- 0,24
176	- 0,24
192	-0,22
216	- 0,19

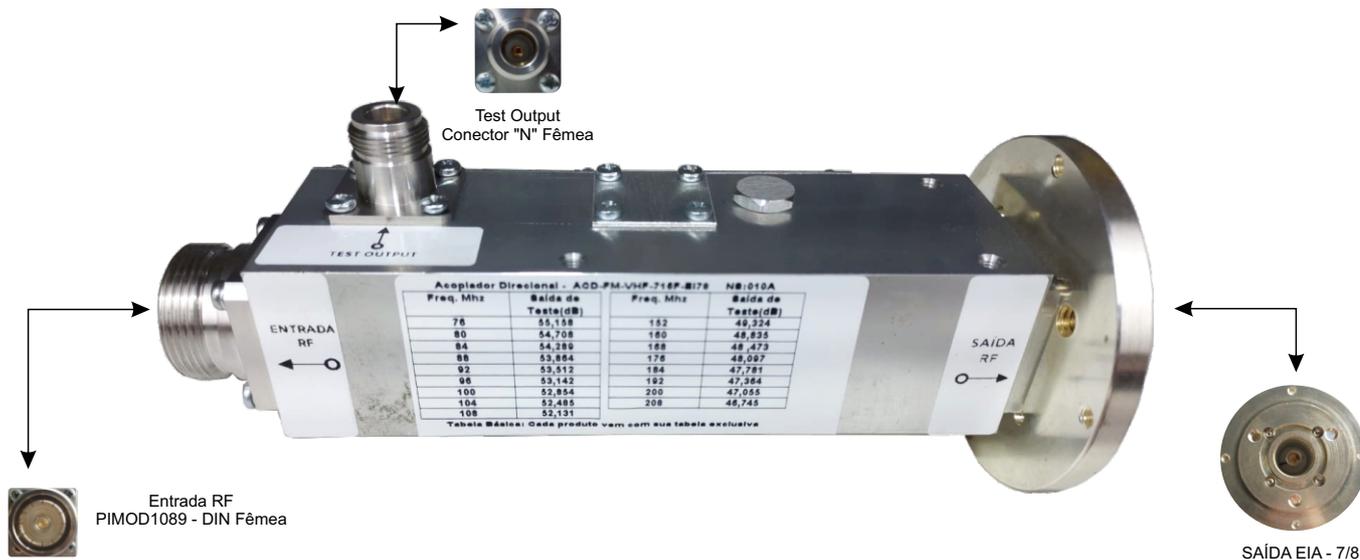


Características	
Largura de faixa	64-120 Mhz
Ordem	5
Largura de banda de canal FM	200 KHz
Potência máxima entrada nominal	0,5 Wrms
Perda de inserção	≤ 0,25 dB
Perda de retorno	>30 dB
Refrigeração	Ar (Natural)
Temperatura de operação máxima	65°C
Faixa de temperatura ambiente	-5°C a 40°C
Conector entrada / saída	N fêmea
Dimensões - A x L x P (mm):	150 mm x 174mm x 103 mm



# ACOPLADOR DIRECIONAL FM-VHF

modelo  
**ACD-FM-VHF-716F-EI78**



O Acoplador Direcional ACD-FM-VHF-716F-EI78 da Teletronix é um dispositivo de alta precisão projetado para aplicações de monitoramento de sinal em FM e Harmônicos. Com características técnicas excepcionais, como baixa perda de passagem, alta potência máxima de entrada e excelente diretividade, ele se destaca como uma escolha confiável para suas necessidades de testes de Harmônicos e sinal em Transmissores de FM. Sua faixa de frequências abrange de 66 a 442 MHz, tornando-o adequado para medidas de até o quarto Harmônico em FM. Além disso, sua construção em alumínio passivado garante durabilidade e confiabilidade.

Para medições precisas e confiáveis, Acoplador Direcional ACD-FM-VHF-716F-EI78 oferece conectores de alta qualidade, incluindo DIN-7/16 Fêmea para a entrada e EIA 7/8 para a saída. Além disso, a saída de teste vem equipada com conectores "N" Fêmea, tornando-o altamente versátil em aplicações de teste e monitoramento.

## Acoplador Direcional - ACD-FM-VHF-716F-EI78

Faixa de Frequências	66 - 442Mhz
Número de sensores	1
Perda de passagem	<0,15 dB; 66 - 442Mhz
Potência Max de Entrada	3,0Kw - 108Mhz
Acoplamento	-55a - 46dB vide tabela
Perda de retorno	>30 dB
Diretividade	>30 dB
Temperatura de Operação	0 - 55° C
Material	Alumínio Passivado
Conectores	DIN - 7/16 Fêmea - EIA 7/8
Conector saída de teste	"N" Fêmea

Freq. Mhz	Saída de Teste(dB)
76	55,158
80	54,708
84	54,289
88	53,864
92	53,512
96	53,142
100	52,854
104	52,485
108	52,131
152	49,324
160	48,835
168	48,473
176	48,097
184	47,781
192	47,364
200	47,055
208	46,745
216	46,434

Tabela Básica: Cada Produto vem com a sua tabela Exclusiva