

Power Splitter

Para que serve, como calcular e
construir

Por Fabio Poli PY2LY
Net BR Set 2020

*** O que é um Power Splitter ou Divisor de Potência ***

Um Power Splitter é um transformador de impedâncias, de bom rendimento, permitindo por exemplo, interligar várias antenas preservando suas respectivas impedâncias e tendo na sua saída a impedância desejada de trabalho, normalmente de 50 ohms usada em nossos equipamentos.

Principais exemplos de uso:

- Interligar vários Dipolos ou antenas de polarização circular em paralelo (Colinear).
- Interligar várias antenas direcionais em paralelo.
- Casamento de Impedância.

Nota: cabe mencionar o uso de Antenas de características iguais.

Veremos também que essa característica de conversão de impedância, é aproveitada para outras finalidades, como converter a impedância de uma antena diferente de 50 ohms para 50 ohms, a exemplo da Delta Loop que tem 100 ohms convertendo-a para 50 ohms e aplicações a exemplo de STUB que vale a pena comentar como um extra, entre outras...

*** TÓPICOS ABORDADOS ***

1. Cálculo de impedância, ligando cabos em paralelo.
2. O que transforma a impedância e suas propriedades.
3. Power Splitter, seus cálculos e exemplos.
 - Vantagens comparado casamentos de impedância com linha coaxial.
 - Dimensionando comprimento da linha coaxial para determinada frequência e considerações sobre Dielétrico (meio / isolante interno da linha de transmissão).
 - Dimensionamento interno de uma linha coaxial, quadrada ou redonda.
 - Exemplos de montagem, layouts e detalhamento.
 - Um bom site para calcular e desenvolver seu Power Splitter.
4. STUB, suas propriedades e algumas aplicações (tópico extra):
 - Protetor de surto para seu cabo coaxial.
 - Filtro passa banda (banda larga).
 - Filtro NOTCH (banda larga).

1- Cálculo de impedância, ligando cabos em paralelo.

IMPEDÂNCIA (Z): é a oposição apresentada à passagem de uma corrente alternada, ou seja, um sinal OSCILANTE, o que difere da resistência de um material pela passagem de corrente contínua, mas ambas são chamadas de impedância, apesar de diferentes.

Vamos entender o que ocorre com a Impedância num determinado ponto onde conectamos dois ou mais cabos em paralelo

O cálculo da impedância segue a mesma regra de resistores em paralelo:

$$\frac{1}{Z_T} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \dots + \frac{1}{Z_N}$$

Como não faz sentido usarmos cabos coaxiais com impedâncias diferentes nas nossas aplicações para Radioamador, podemos resumir essa fórmula, numa simples regra para impedâncias conectadas em paralelo de mesmo valor cada:

BASTA DIVIDIR A IMPEDÂNCIA INDIVIDUAL PELA QUANTIDADE DELES EM PARALELO.

Ex: Ligando dois cabos em paralelo com 50 ohms “**na ponta**” (o que não necessariamente é a impedância do cabo), temos: $Z_c = 50/2 = 25$ ohms.

O mesmo tendo 100 ohms na ponta das linhas coaxiais temos: $Z = 100/2 = 50$ ohms

Vamos entender essa questão de impedância na ponta do cabo nos conceitos a seguir...

2- O que transforma a impedância e suas propriedades:

É a “Linha Coaxial” ou linha de transmissão:

Esta tem a propriedade de converter impedâncias “quando cortado com 1/4 de onda” ou múltiplos ímpar de 1/4 de onda para determinada frequência.

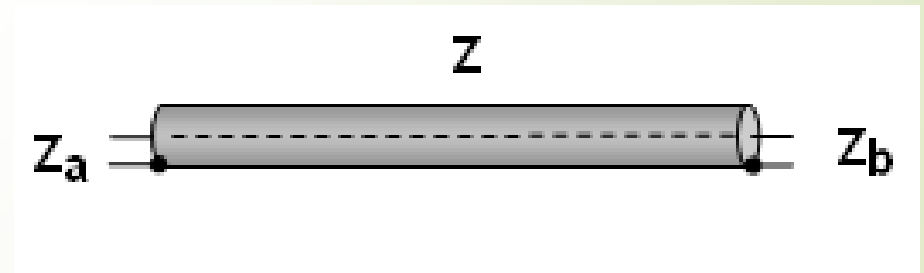
Entenderemos a propriedade nos exemplos com base na fórmula abaixo:

$$Z_c = \sqrt{Z_a \times Z_b}$$

Z_c = Impedância do Cabo de 1/4 de onda.

Z_a = Impedância num Lado do cabo.

Z_b = Impedância no outro Lado do cabo.



Exemplos a seguir:

Ex. 1: Cabo de 75 ohms (casador impedância simples)

Cabo de 75 ohms cortado com 1/4 de onda, ou múltiplos ímpares de 1/4:

Pelo cálculo abaixo, se usar 50 ohms numa ponta, teremos 112.5 na outra.

$$75 = \sqrt{50 \times Z_b} \rightarrow 75^2 = 50 \times Z_b \rightarrow Z_b = 75^2 / 50 \rightarrow Z_b = 112.5 \text{ ohms}$$

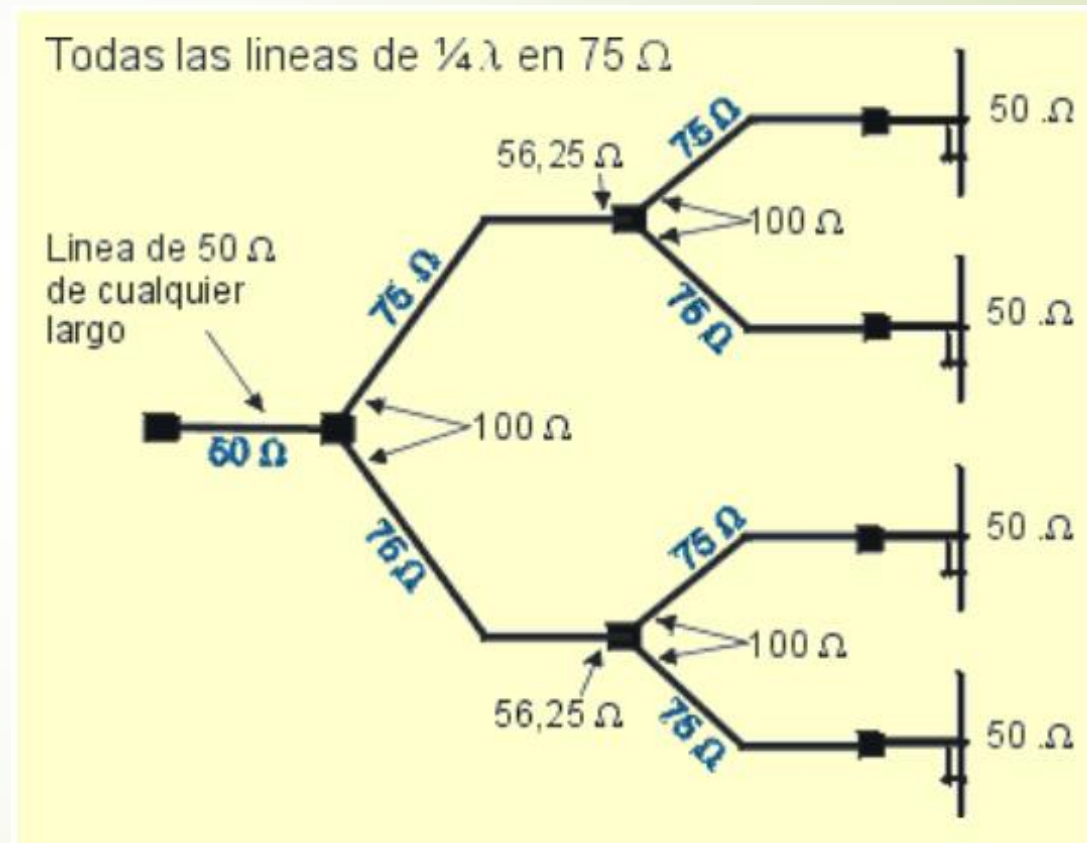
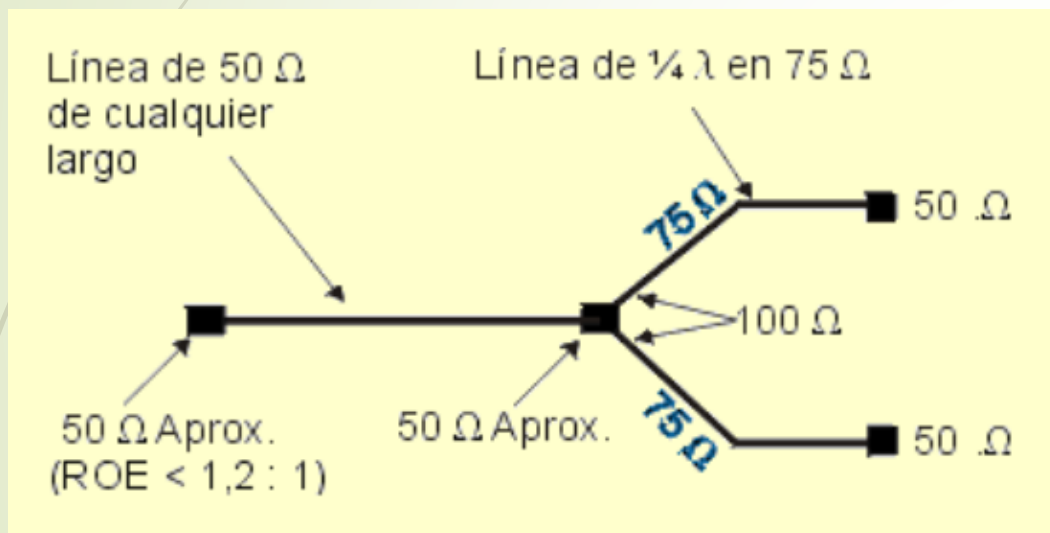
Esse é o famoso transformador de impedâncias usado em antenas com 100 ohms para 50 ohms. A exemplo a Delta Loop ou Quadra Cúbica.

75 ohms é a solução perfeita “nesse caso”? Resp: Não, para se ter 100 ohms exatos na ponta, o cabo deveria ter 70,71 ohms, mas 75 ohms é o que temos no mercado chegando próximo do ideal, mesmo porquê a antena acaba não tendo também os exatos 100 ohms.

$$Z_c = \sqrt{50 \times 100} \rightarrow Z_c = 70,71 \text{ ohms}$$

Ex. 2: Cabo de 75 ohms (casador impedância composto)

Exemplo muito usado no radioamadorismo para interligar antenas:



Fonte: <https://lu6etj.host-argentina.com.ar/lu6etj/tecnicos/LineasEnfasado.htm>

CURIOSIDADE IMPORTANTE 1:

Logo pode vir a pergunta: Se é divisor de potência, acabo distribuindo a potência nas antenas. Não estou reduzindo? Qual a vantagem?

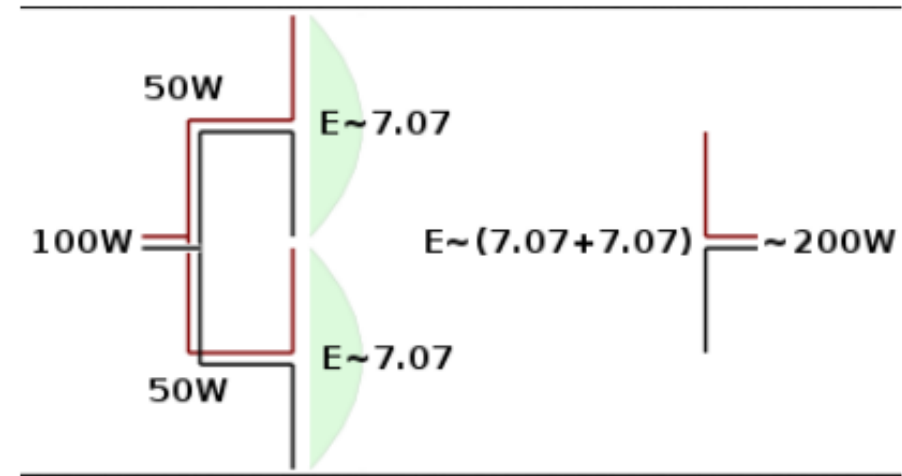
Resposta abaixo:

5 – Fundamentos de Antenas

5.4 – Tipos de Antenas:

•Arranjo Acionado: **Colinear**

100W dividido para cada dipolo: 50W.
50W radiado como um campo é proporcional a raiz quadrada da potência. $\text{Sqrt}(50) = 7.07$
Na antena receptora, os dois campos são combinados ($7.07 + 7.07 = 14.14$)
Em termos de potência, é o quadrado do campo = 200



Em resumo, ao empilhar antenas iguais e em fase, estreitamos o lóbulo aumentando o ganho.

Fonte: https://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/d/d4/5_1IFSC_Engenharia_ANT_2016_1.pdf

CURIOSIDADE IMPORTANTE 2:

Pela fórmula de transformação de impedância em uma linha coaxial de $1/4$ de onda, temos a seguinte característica:

Vale lembrar que trabalhamos com 03 variáveis, se fixamos o valor da impedância do cabo coaxial, na medida que aumentamos a impedância numa ponta, diminuimos a impedância na outra e isso não ocorre em escala linear.

- Se colocarmos uma ponta em curto elétrico que é 0 ohms, teremos impedância “infinita” em RF na outra ponta, para a frequência que o cabo foi calculado. A medida que nos afastamos da frequência o cabo vai perdendo a propriedade de $1/4$ de onda e as impedâncias das pontas acabam deixando de ser transformadas até o ponto de se igualarem colocando em curto elétrico e de RF nas duas pontas.
- Se estiver aberto nas duas pontas, quando estiver na frequência de cálculo, o cabo assumindo curto em RF na ponta que transita o RF, mesmo que eletricamente aberto com impedância infinita. Efeito oposto ao acima

3- Power Splitter, benefícios, cálculos e exemplos

O Power Splitter ou Divisor de Potência tem por base os conceitos citados e algumas características mecânicas que conferem as propriedades abaixo:

1. Precisão na montagem conferindo exatidão nos parâmetros desejados.
2. Tamanho compacto e menor perda de inserção por ter conexões diretas evitando conectores se comparado aos exemplos com 75 ohms slide 7.
3. Possível calcular a impedância e fabricar a linha coaxial.
4. Facilidade nas instalações e quantidade de conexões.

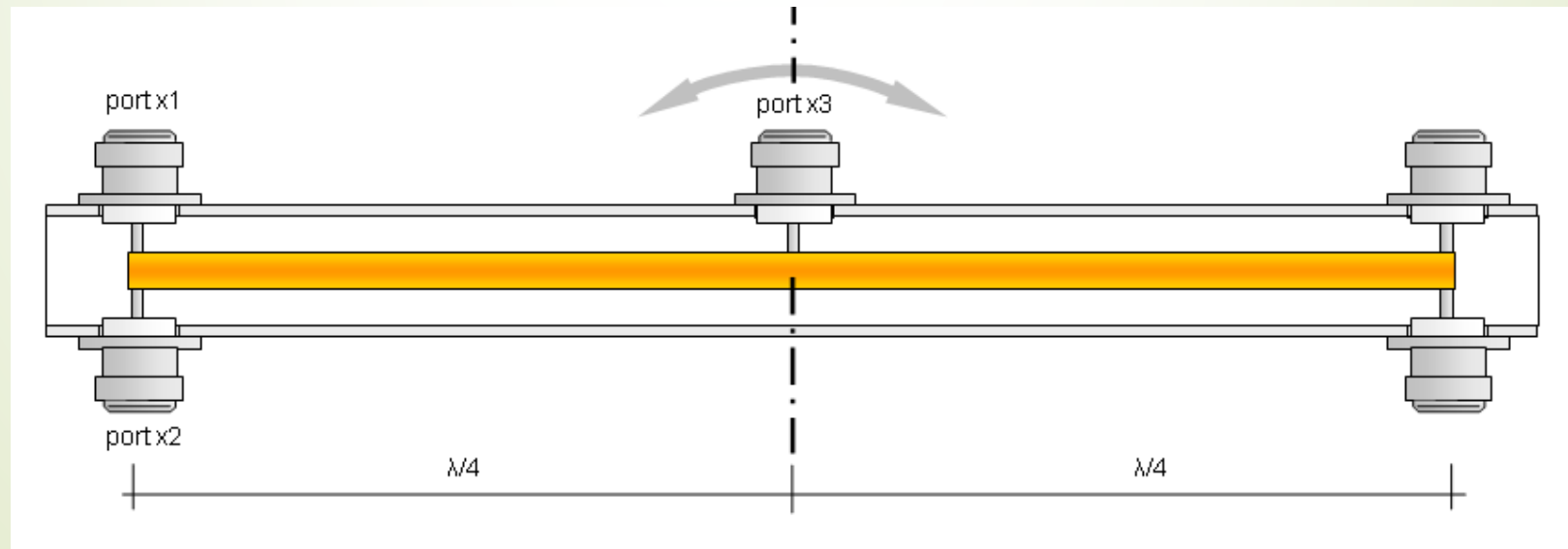


Fig. by DG7YBN

3.1- Power Splitter, comprimento da 1/4 onda

Cálculo do comprimento de onda: (Simples e conhecido pela maioria)

$$L \text{ (cm)} = \frac{300}{\text{Frequência (MHz)}} \times \text{Fator de Velocidade (\%)}$$

$$1/4 \text{ onda} = L / 4$$

Importante considerar o fator de velocidade do material. Caso use cabo coaxial, considerar o fator de velocidade especificado ao modelo pelo fabricante que varia em função do dielétrico, por exemplo, um RG213 Flexível normalmente é 65%.

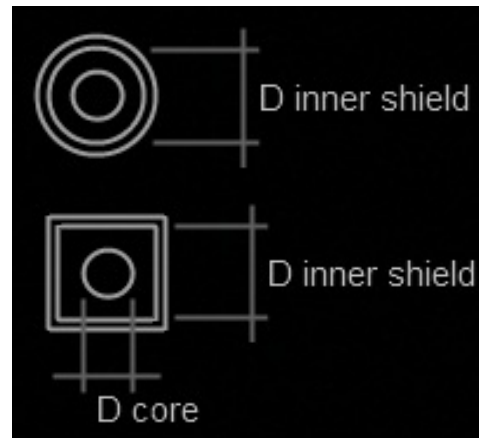
3.2- Power Splitter, cálculo linha coaxial

Aqui vamos definir o dimensionamento interno da linha coaxial de seção quadrada ou redonda para a impedância desejada:

$$\text{velocity factor } v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad \epsilon_r (\text{dielectric material})$$

$$Z_{\text{round}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot 138 \cdot \log_{10} \left(\frac{D}{d} \right)$$

$$Z_{\text{square}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot 138 \cdot \log_{10} \left(1.08 \cdot \frac{D}{d} \right)$$



Para Vácuo use $\epsilon_r = 1.000$
Para Ar use $\epsilon_r = 1.001$
Para PE use $\epsilon_r = 2.25$
Para PE Foam use $\epsilon_r = 1.5x$
Para PTFE use $\epsilon_r = 2.01..2.10$
Para PTFE use $\epsilon_r = 1.4x$

Onde ϵ_r é a propriedade dielétrica ou permissividade do material dielétrico a partir do qual calculamos o fator de velocidade real. Qualquer $\epsilon_r > 1$ encurtará a linha coaxial, pois diminui a velocidade das ondas em relação à velocidade da luz; Log10 significa a base de 10; D é o Ø interno ou dimensão das blindagens; d é o Ø externo dos núcleos redondos.

Referencia: http://dg7ybn.de/Splitters/coax_online_calc.htm#Splitter_Calculator

3.2- Power Splitter, cálculo linha coaxial (redonda). cont

Primeiro calculamos a impedância da linha de 1/4 de onda (capítulos 1 e 2) com base nas das pontas. Exemplo: um Power Splitter com duas saídas de 50 ohms numa ponta e uma de 50 ohms na outra, teremos 25 ohms (50/2) e 50 ohms respectivamente nas pontas e calculando, a linha terá de ter 35,36 ohms.

Para facilitar sua fabricação com material de mercado, podemos definir o tubo externo tomando como base seu diâmetro interno (D), a impedância necessária (Z_c) e calcular o diâmetro externo do tubo interno (d), aí buscar um tubo de diâmetro similar para montar seu Power Splitter. Portanto, segue a fórmula anterior ajustada para isso.

$$d = \frac{D}{10^{(Z_o / K)}}$$

d = Diâmetro externo do tubo interno.
D = Diâmetro interno do tubo externo.
 Z_o = Impedância da Linha Coaxial
K = 137,93 ... Dielétrico AR
K = 92,00 ... Dielétrico PE
K = 96,00 ... Dielétrico PTFE



3.2- Power Splitter, cálculo linha coaxial (quadrada). cont

Calculo para uma linha coaxial usando perfil quadrado externo:

$$d = \frac{D}{10^{(Z_0 / K)}} \times 1,08$$

d = Diâmetro externo do tubo interno.

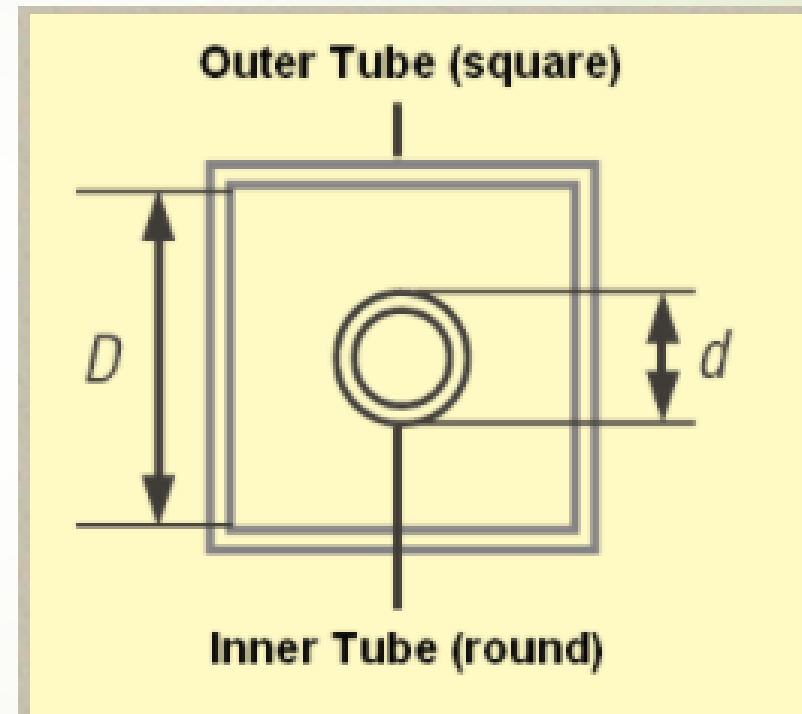
D = Abertura interna do perfil externo.

Z₀ = Impedância da Linha Coaxial

K = 137,93 ... Dielétrico AR

K = 92,00 ... Dielétrico PE

K = 96,00 ... Dielétrico PTFE

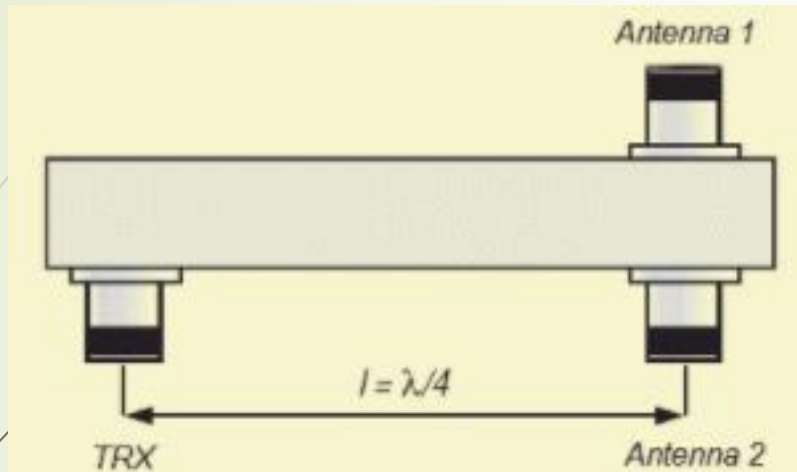


Referencia: PY2LY

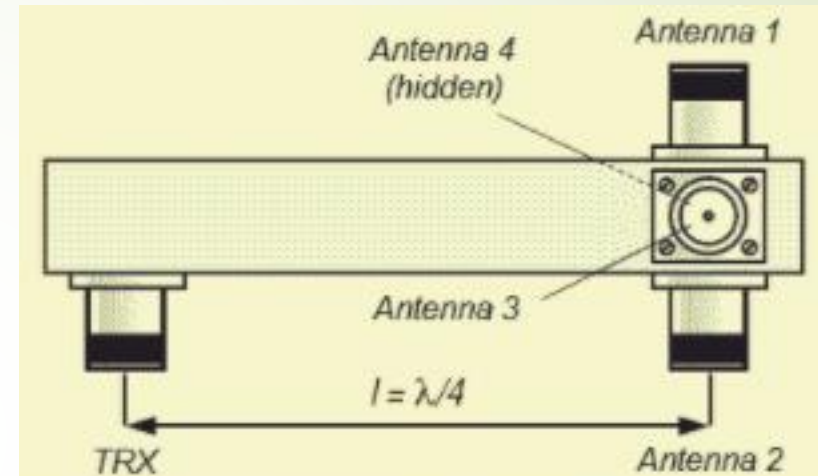
Fig. DK7ZB

3.3- Exemplos de montagem, layouts e detalhamento

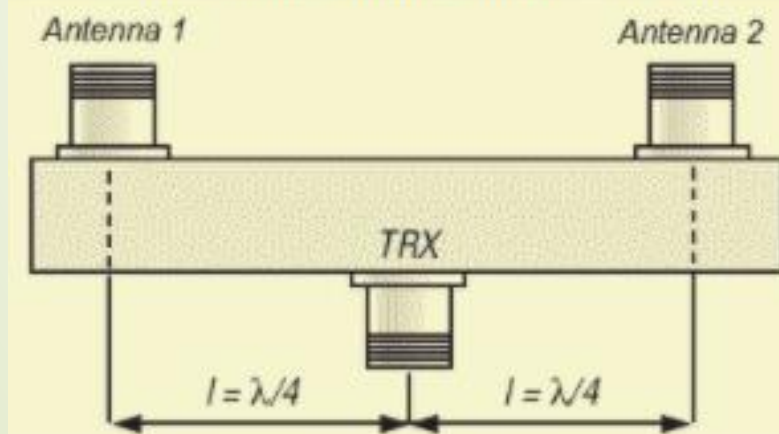
Layouts de montagem (Ref. <https://www.qsl.net/dk7zb/Stacking/splitter.htm>)



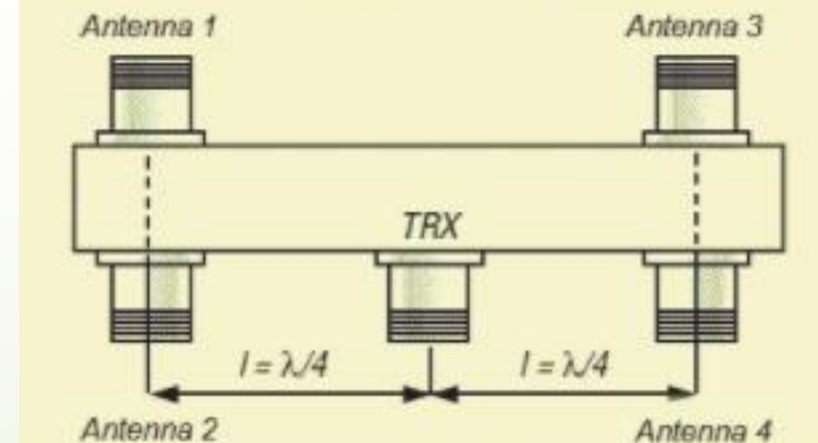
The $\lambda/4$ -power splitter (2-way) = Type 1a



The $\lambda/4$ -power splitter (4-way) = Type 1b



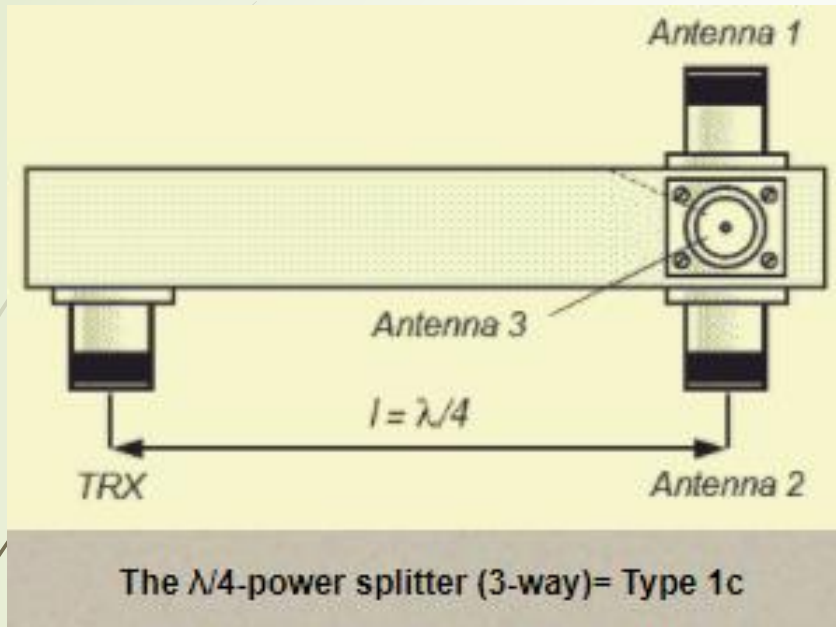
The $\lambda/2$ -powersplitter (2-way) = Type 2a



The $\lambda/2$ -powersplitter (4-way) = Type 2b

3.3- Exemplos de montagem, layouts e detalhamento cont

Layouts de montagem (Ref. <https://www.qsl.net/dk7zb/Stacking/splitter.htm>)



Attributes of the Power Splitters

Type	Ways	Length	Z_E	Z_A	Z_0
1a	2x	$\lambda/4$	25 Ω	50 Ω	35,4 Ω
1b	4x	$\lambda/4$	12,5 Ω	50 Ω	25 Ω
2a	2x	$\lambda/2$	50 Ω	100 Ω	70,7 Ω
2b	4x	$\lambda/2$	25 Ω	100 Ω	50 Ω

Comprimentos dos tubos internos (d) para as bandas 2m, 70cm e 23cm

Amateurband	Princípio	Tubo interno de comprimento
2 m	$\lambda / 4$	520 mm
70 cm	$\lambda / 4$	173 mm
23 cm	$3\lambda / 4$	189 mm

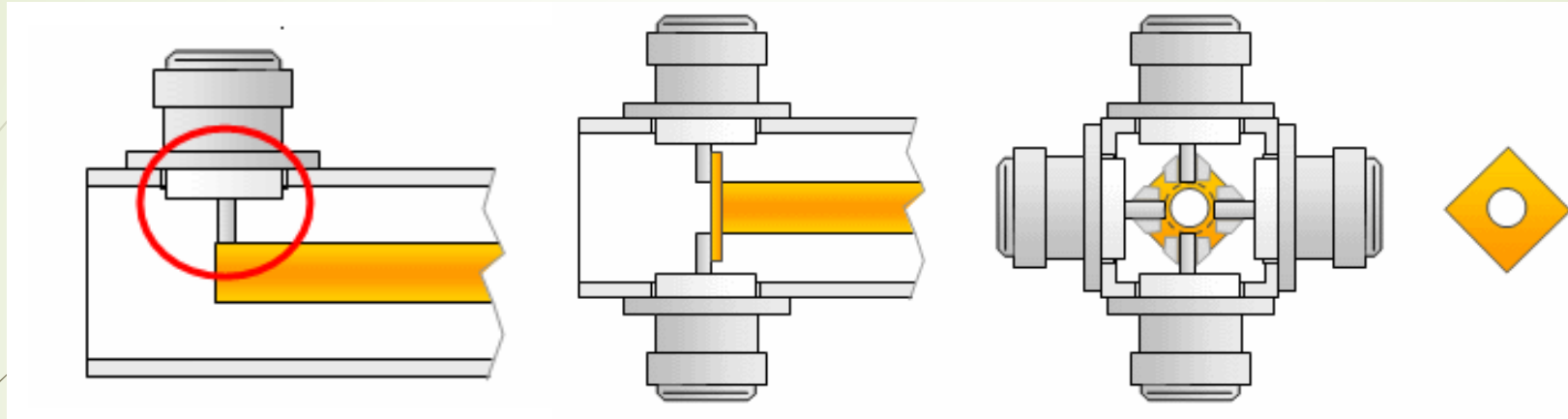


Os dados medidos dos divisores s por Piotr, SP5MG

3.3- Exemplos de montagem, layouts e detalhamento cont

Conexões:

(Ref. http://dg7ybn.de/Splitters/coax_online_calc.htm#Splitter_Calculator)



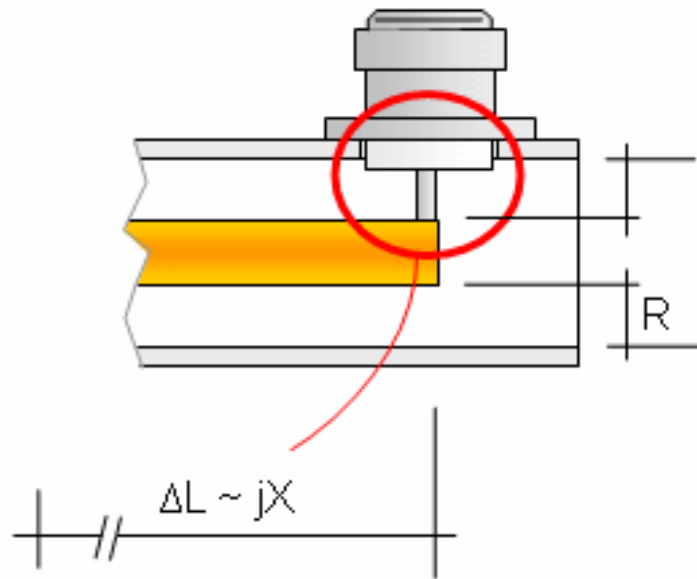
3.3- Exemplos de montagem, layouts e detalhamento cont

Conexões:

(Ref. http://dg7ybn.de/Splitters/coax_online_calc.htm#Splitter_Calculator)

Todo mundo quer construir um Divisor de Força que funcione bem. Abaixo na página, mostro exemplos que chegam a perdas de retorno de -38 a -47 dB. O que é equivalente a um VSWR de $<1,02 \dots 1,01$. O que limita a qualidade do nosso divisor?

Primeiro, vamos dar uma olhada na fórmula básica onipresente $Z = R + jX$

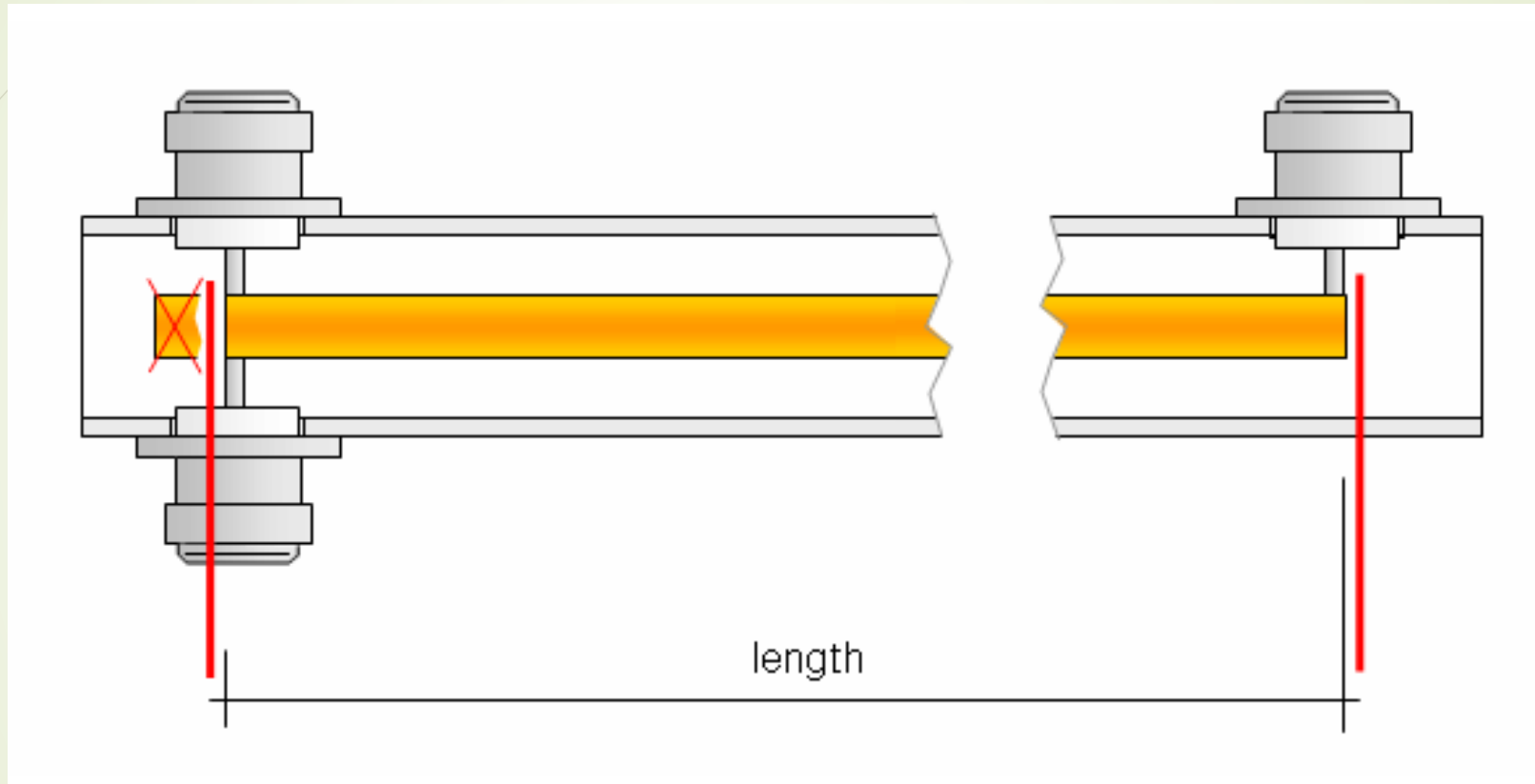


- (1) Na terminologia correta, o que uso como Z em calculadoras de texto e on-line é apenas R sozinho. Em uma visão simplificada
- (2) A proporção das linhas de formação de tensão interna aos diâmetros externos faz o R dessa linha
- (3) O comprimento total com a soma das indutividades dos pinos das buchas de conexão adicionadas torna o jX

3.3- Exemplos de montagem, layouts e detalhamento cont

Erros de montagem

(Ref. http://dg7ybn.de/Splitters/coax_online_calc.htm#Splitter_Calculator)



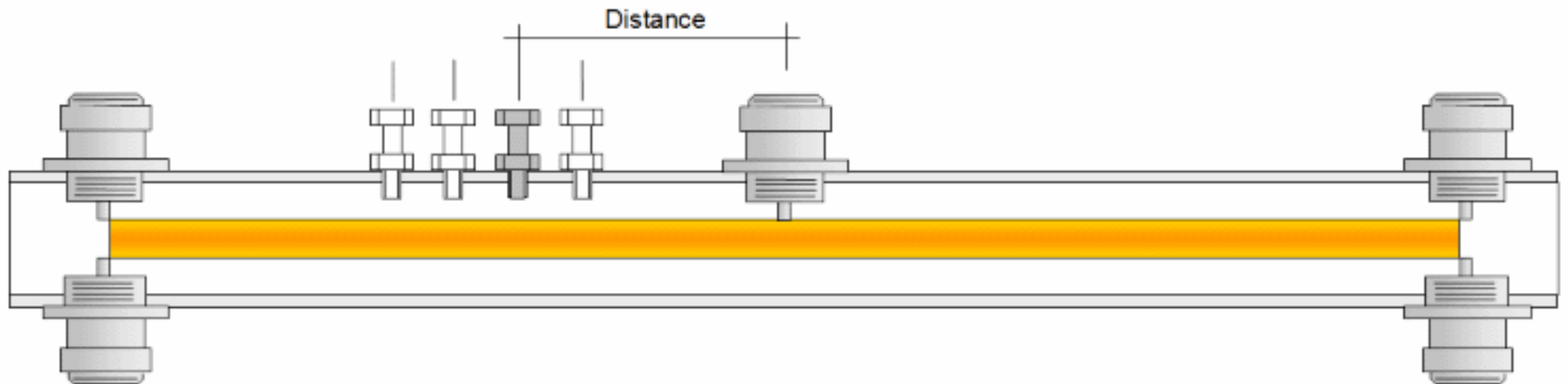
O comprimento para determinada frequência corresponde ao do elemento interno da linha coaxial e os pontos de conexão precisam estar nas pontas, nem antes nem depois, evitando qualquer excedente como o indicado na figura.

3.3- Exemplos de montagem, layouts e detalhamento cont

Uso de parafusos de Sintonia: (Ref. http://dg7ybn.de/Splitters/coax_online_calc.htm#Splitter_Calculator)

Podemos sintonizar um Power Splitter adotando um parafuso de ajuste (M5) onde seu efeito de ajuste pode ser maior ou menor a depender da distância do centro.

Podemos calcular o Divisor para frequência mais alta e puxar a sintonia para frequência mais baixas adotando parafuso de ajuste. Consegue-se baixar até 12MHz ou mais em UHF.



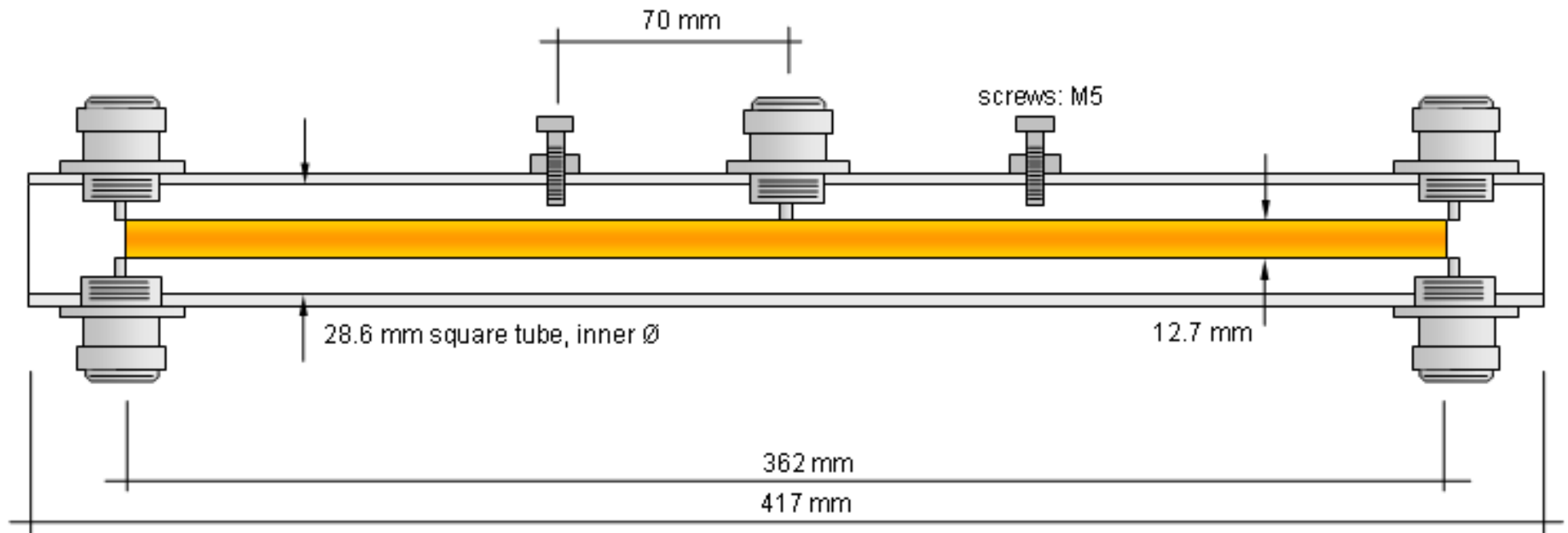
Adicionando parafusos de ajuste na variação da distância para a alimentação central, encontramos

- (a) a influência dos parafusos aumentada com o aumento da distância
- (b) somos capazes de 'puxar' a resposta de frequência de um divisor em > 12 MHz facilmente (70 cm) ou cerca de 0,02 λ .
- (c) o ajuste aplicado vai para um lado, ou seja, para baixo em frequência

3.3- Exemplos de montagem, layouts e detalhamento cont

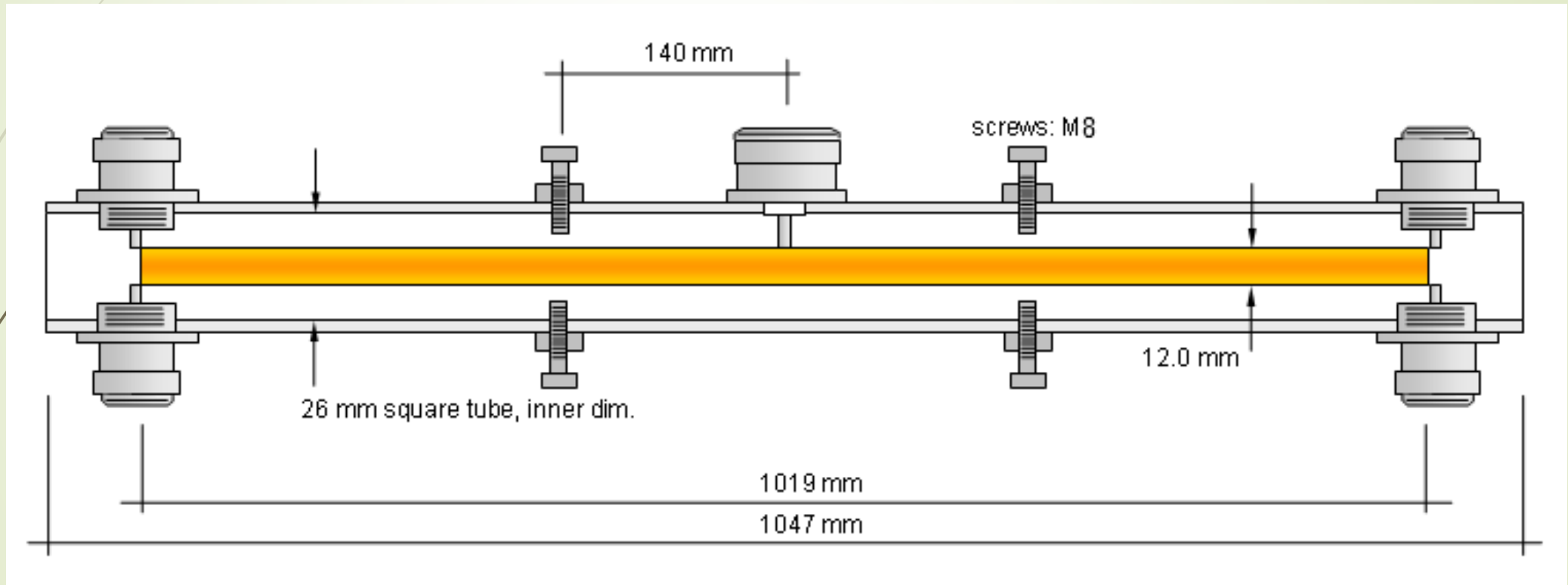
Uso de Sintonia UHF: (Ref. http://dg7ybn.de/Splitters/coax_online_calc.htm#Splitter_Calculator)

E um desenho desse divisor, as buchas são do tipo 'aparafusada', os parafusos de ajuste são 5M



3.3- Exemplos de montagem, layouts e detalhamento cont

Uso de Sintonia VHF: (Ref. http://dg7ybn.de/Splitters/coax_online_calc.htm#Splitter_Calculator)



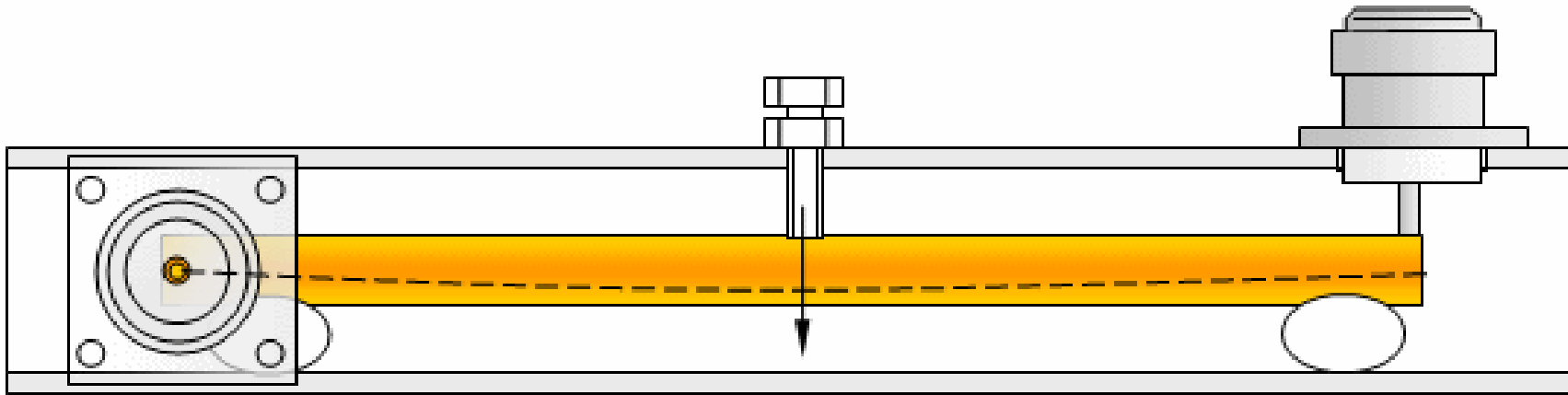
3.3- Exemplos de montagem, layouts e detalhamento cont

Uso de Sintonia VHF: (Ref. http://dg7ybn.de/Splitters/coax_online_calc.htm#Splitter_Calculator)



3.3- Exemplos de montagem, layouts e detalhamento cont

Sintonia c/ Parafusos TEFLON: (Ref. http://dg7ybn.de/Splitters/coax_online_calc.htm#Splitter_Calculator)



Além disso, o segundo detalhe construtivo:

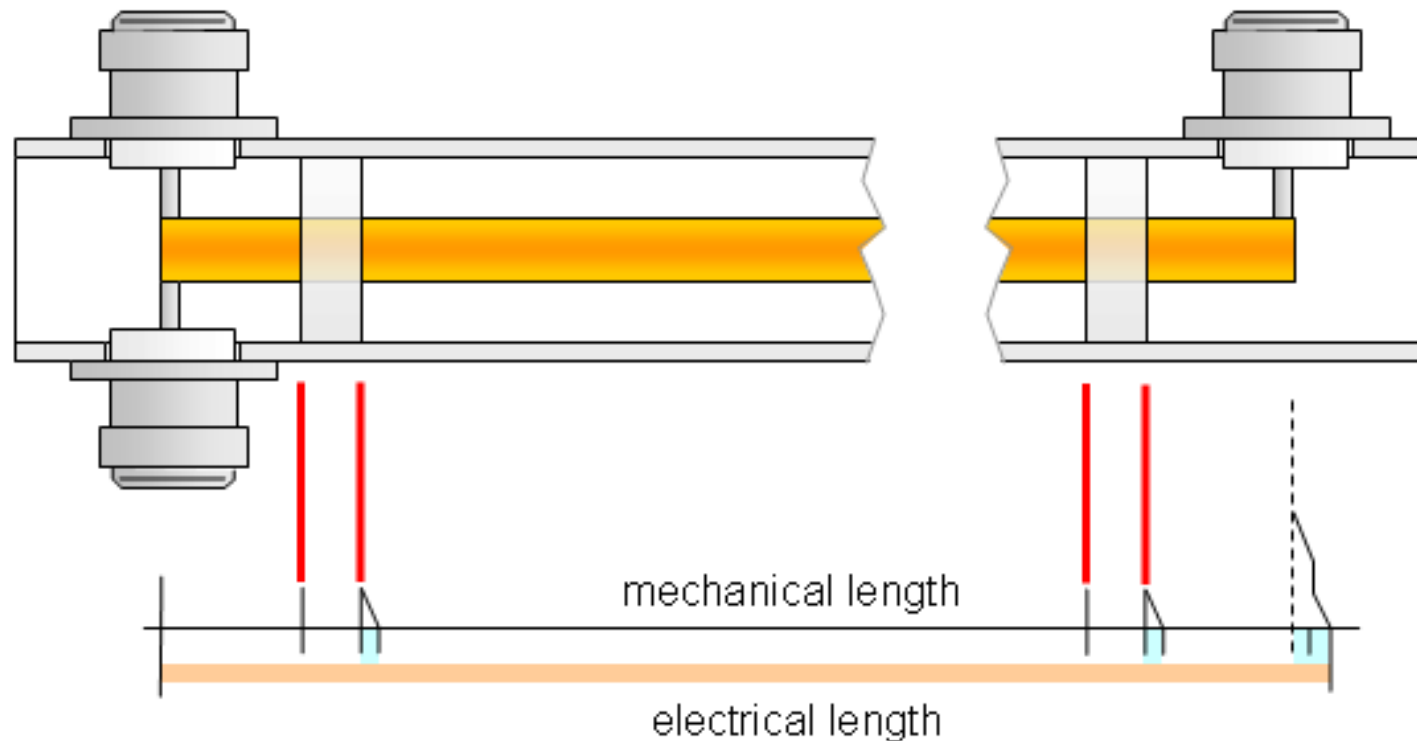
Um tubo de latão inserido no tubo central de cobre para ajustar a resposta de frequência

.. isso resultando em notáveis -60 dB a 145,5 MHz

3.3- Exemplos de montagem, layouts e detalhamento cont

Espaçadores: (Ref. http://dg7ybn.de/Splitters/coax_online_calc.htm#Splitter_Calculator)

(2) o uso de espaçadores de plástico é uma boa idéia para aumentar a estabilidade e centralizar o tubo central



No entanto, qualquer plástico colocado sobre o condutor central atribui um fator de velocidade a esse trecho do condutor. Exatamente como em um cabo coaxial comum. Em uma **estimativa de $v \sim 0,6$** , o comprimento elétrico efetivo de um trecho de 10 mm de núcleo coberto com plástico mudará para efetivamente 16,7 mm.

3.4- Um bom site para calcular seu Power Splitter

Existem bons artigos na Web, mas um site me chamou a atenção em especial que é o Site citado em referência na maior parte dessa apresentação, sendo:

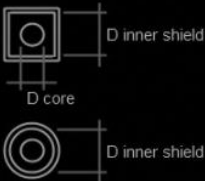
http://dg7ybn.de/Splitters/coax_online_calc.htm#Splitter_Calculator

Poderão calcular seu Power Splitter usando um formulário por lá, mas diante das variáveis de montagem e dos ajustes, deter o entendimento prévio e conceitual é muito importante, não descartando calcular na mão detento total domínio dos resultados.

Calculadora online DG7YBN / Coax e Power Splitter

Última atualização em 09 de fevereiro de 2019

Role para baixo para encontrar exemplos de Divisores de energia e outra calculadora Divisor Z



D inner shield
D core
D inner shield

Insira Números

Dielétricos
Permissividade Er

Dimensões coaxiais [mm]
Dim interno. Escudo Núcleo Ø

Seção transversal de escudos
Forma redonda ▼

Opção - Qual é o comprimento de onda?
Frequência [MHz] Comprimento da linha [m]

Calc.

Impedância calculada e propriedades Z
[ohms]

Fator de velocidade Eleger. Lgth. [m]



4- STUB- propriedades e utilização (Tópico Extra)

Após toda informação e conhecimento adquirido aqui sobre transformação de Impedância e seu dimensionamento, não podemos deixar de abordar esse recurso em RF o qual quero destacar apenas duas possibilidades de uso.

Na realidade, é **uma possibilidade de uso que acaba acumulando duas funções.**

Uma é proteger o seu equipamento evitando danos por estática ou descargas vindas pelo vivo do seu cabo coaxial e a outra é de servir como um filtro banda passante mas de baixo Q com grande largura de banda, mesmo assim pode ajudar na seletividade em locais com índices de RF diversificados e intenso.

PROPRIEDADES: Lembram do Slide onde cito CURIOSIDADE IMPORTANTE 2? Vamos reler pois a principal propriedade eu cito lá. Na prática, se eu projeto uma Linha Coaxial de 50 ohms, aplico um “Curto Elétrico” numa ponta, na outra ponta conecto na perna central de um conector “T” e passo o cabo coaxial do seu rádio pelos outros dois conectores em linha. Pela fórmula de transformação de impedâncias, me restará impedância infinita no conector central do “T” quando estiver na frequência de ressonância e, assim, seu cabo simplesmente ignorará a presença do STUB, mas se vier uma descarga pelo elemento central, o curto elétrico automaticamente o desviará para a malha do cabo. Se a malha estiver com um bom aterramento, toda a descarga se desviará ao terra.

4- STUB- propriedades em curto, fórmula (Tópico Extra)

Nessa configuração atua como filtro passa banda e protetor de surto.

A medida que vamos afastando a frequência da ressonância do STUB o cabo vai perdendo sua característica de transformador de impedância e vai deixando de ficar infinito até realmente entrar em curto de RF no conector “T”, portanto filtrando frequências fora da banda passante.

$$Z_c = \sqrt{Z_a \times Z_b} \rightarrow Z_c^2 = Z_a \times Z_b \rightarrow \underline{Z_a = Z_c^2 / Z_b}$$

Z_c = Impedância do Cabo de 1/4 de onda

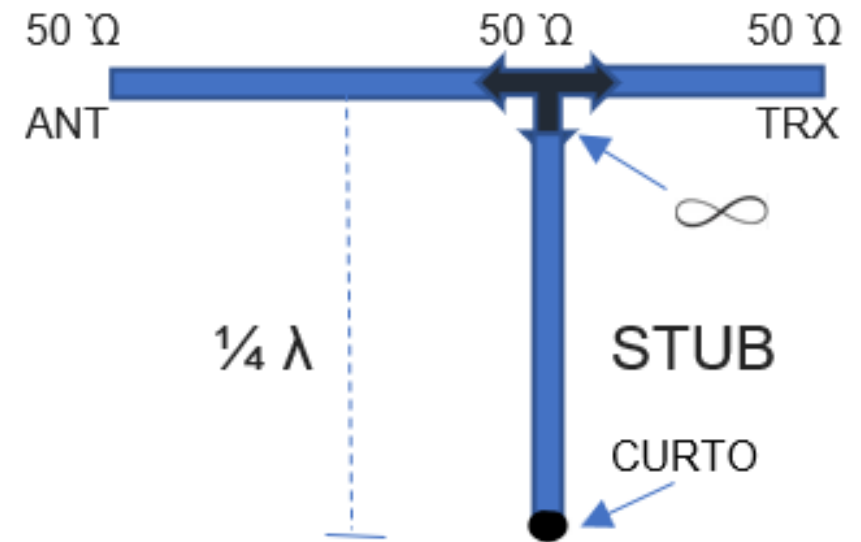
Z_a = Impedância num Lado do cabo.

Z_b = Impedância no outro Lado do cabo.

Calculando para cabo de 50 ohms teríamos:

$Z_a = 2500 / 0$ (Erro de Matemática, não existe divisão por zero)

Se substituirmos Z_b por um “Quase Zero”, por ex. 0,00000000000001
Aí teremos uma impedância altíssima em Z_a e ignorada no conector.



4- STUB- propriedades em curto, exemplos (Tópico Extra)

Seguem duas fotos de STUBs em UHF.

- A esquerda é um ensaio na bancada com suas medições no NanoVNA a seguir.
- A direita um caso prático usado na ativação do repetidor DMR em Chapecó, PP5CHA em 439.200 (set/2020). Foi ativado numa torre de Broadcasting FM e o excesso de potência afetou o RX do Repetidor que teve larga melhora após usar o STUB.



Sweep control

Start Center
Stop Span
Segments 8.200MHz/step

Sweep settings ...

100%

Sweep

Stop

Markers

Marker 1 ☐ ☐
Marker 2 ☒ ☐
Marker 3 ☐ ☐

Hide data

Locked ☐

TDR

Estimated cable length: 1.364 m

Time Domain Reflectometry ...

Reference sweep

Set current as reference

Reset reference

Serial port control

Serial port

Disconnect

Manage

Files ...

Calibration ...

Display setup ...

About ...

Analysis ...

Marker 1

Frequency:	80.0000 MHz	VSWR:	-28.276
Impedance:	- +j19.7 Ω	Return loss:	0.615 dB
Series L:	39.135 nH	Quality factor:	9.631
Series C:	-101.13 pF	S11 Phase:	136.99°
Parallel R:	- Ω	S21 Gain:	-82.953 dB
Parallel X:	39.557 nH	S21 Phase:	-24.88°

Marker 2

Frequency:	432.600 MHz	VSWR:	1.029
Impedance:	49.69 +j1.37 Ω	Return loss:	-37.037 dB
Series L:	503.3 pH	Quality factor:	0.028
Series C:	-268.93 pF	S11 Phase:	101.92°
Parallel R:	49.729 Ω	S21 Gain:	-58.272 dB
Parallel X:	664.56 nH	S21 Phase:	71.32°

Marker 3

Frequency:	850.800 MHz	VSWR:	2.828
Impedance:	28.97 +j35.6 Ω	Return loss:	-6.420 dB
Series L:	6.6645 nH	Quality factor:	1.23
Series C:	-5.2507 pF	S11 Phase:	96.27°
Parallel R:	72.782 Ω	S21 Gain:	-41.990 dB
Parallel X:	11.072 nH	S21 Phase:	-57.12°

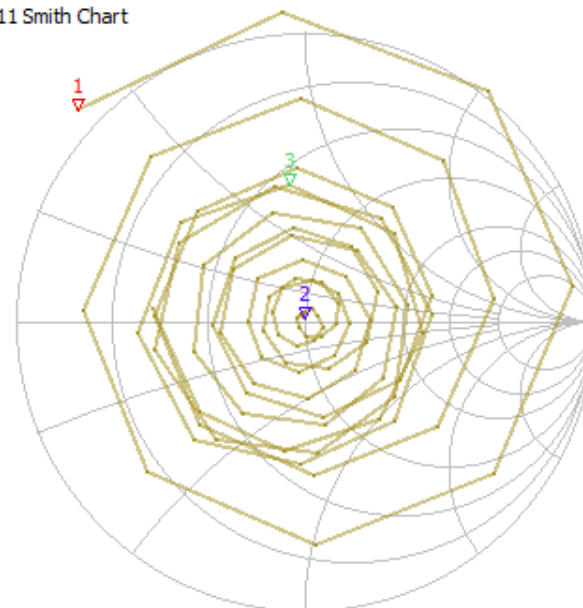
S11

Min VSWR: 1.029 @ 432.600MHz
Return loss: -37.037 dB

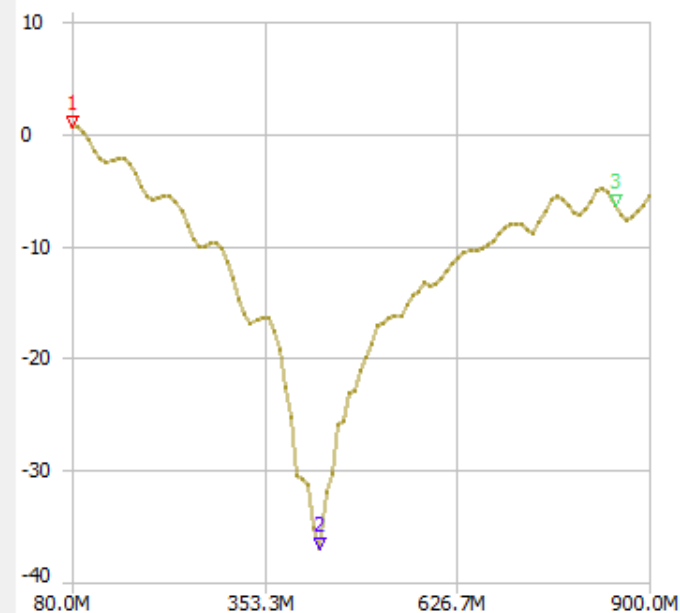
S21

Min gain: -86.532 dB @ 104.600MHz
Max gain: -36.819 dB @ 900.000MHz

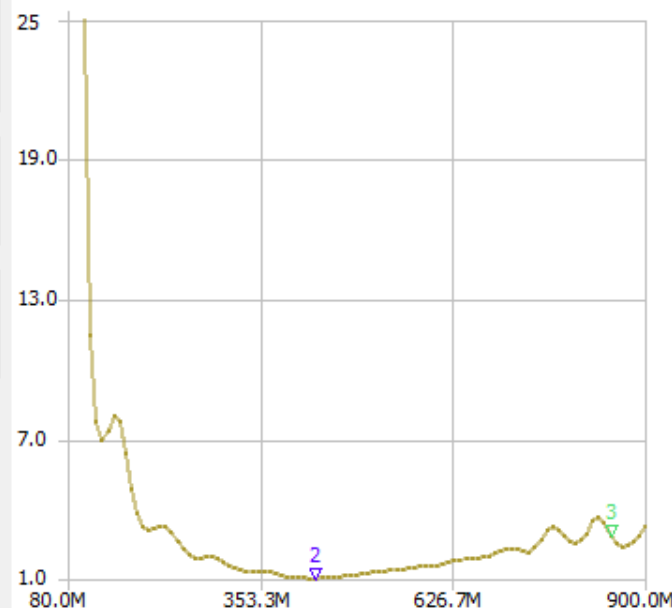
S11 Smith Chart



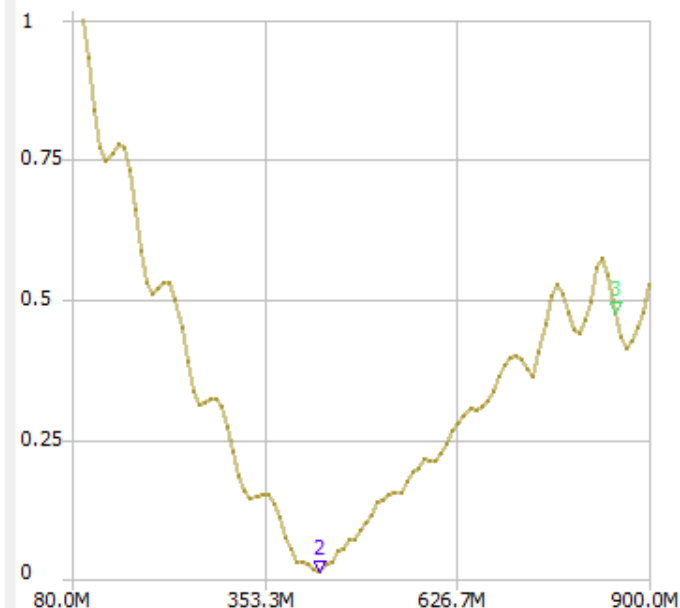
S11 Return Loss (dB)



S11 VSWR

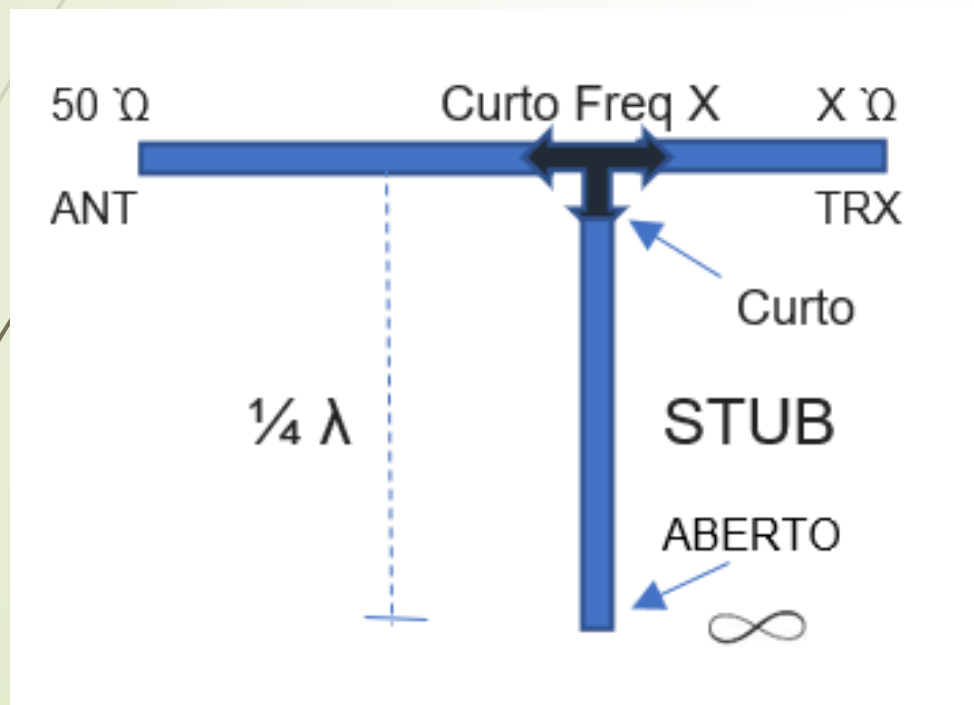


|S11|



4- STUB- propriedades aberto, fórmula (Tópico Extra)

Nessa configuração atua como NOTCH cancelando a passagem do RF na frequência calculada, mas com uma largura de banda de rejeição bem larga, portanto podemos calcular para cancelar uma frequência bem fora da principal, tomando o cuidado para não afetar também a principal caso não esteja distante o suficiente..



Um STUB aberto ou fechado também é muito utilizado para casamentos de impedância quando calculados e mantidos a certa distância da ponta a corrigir, mas isso já entra numa complexidade a ser abordada em apresentação específica.

DICA: Podemos elaborar um STUB com cabo coaxial ou mecanicamente como um Power Split de 2:1, podendo deixar a ponta em curto ou circuito aberto, a depender da aplicação.

Sweep control

Start Center
Stop Span
Segments 8.200MHz/step

Sweep settings ...

100%

Sweep

Stop

Markers

Marker 1 ☐ ☐
Marker 2 ☒ ☐
Marker 3 ☐ ☐

Hide data

Locked ☐

TDR

Estimated cable length: 1.526 m

Time Domain Reflectometry ...

Reference sweep

Set current as reference

Reset reference

Serial port control

Serial port

Disconnect

Manage

Files ...

Calibration ...

Display setup ...

About ...

Analysis ...

Marker 1

Frequency: 80.0000 MHz VSWR: 1.242
Impedance: 44.08 -j8.3 Ω Return loss: -19.335 dB
Series L: -16.509 nH Quality factor: 0.188
Series C: 239.74 pF S11 Phase: -120.48°
Parallel R: 45.638 Ω S21 Gain: -80.092 dB
Parallel X: 8.2071 pF S21 Phase: 40.72°

Marker 2

Frequency: 375.200 MHz VSWR: 33.168
Impedance: 4.51 +j70.5 Ω Return loss: -0.524 dB
Series L: 29.892 nH Quality factor: 15.62
Series C: -6.0195 pF S11 Phase: 70.57°
Parallel R: 1.1056 k Ω S21 Gain: -65.480 dB
Parallel X: 30.014 nH S21 Phase: -39.22°

Marker 3

Frequency: 900.000 MHz VSWR: 1.446
Impedance: 37.68 -j10.4 Ω Return loss: -14.783 dB
Series L: -1.8331 nH Quality factor: 0.275
Series C: 17.06 pF S11 Phase: -133.17°
Parallel R: 40.535 Ω S21 Gain: -37.412 dB
Parallel X: 1.2001 pF S21 Phase: -76.55°

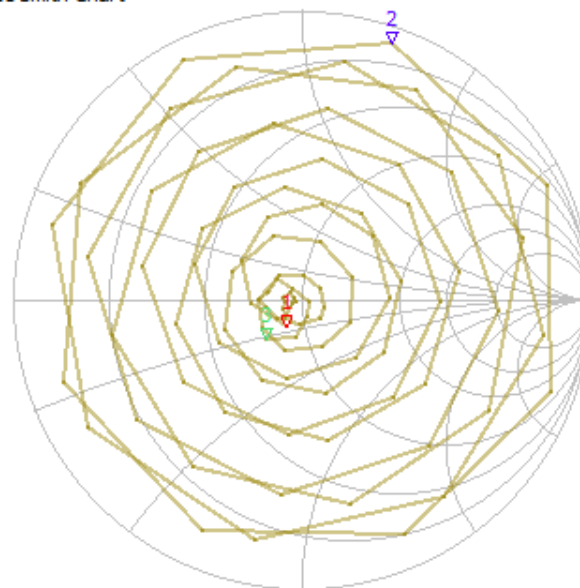
S11

Min VSWR: 1.045 @ 785.200MHz
Return loss: -33.083 dB

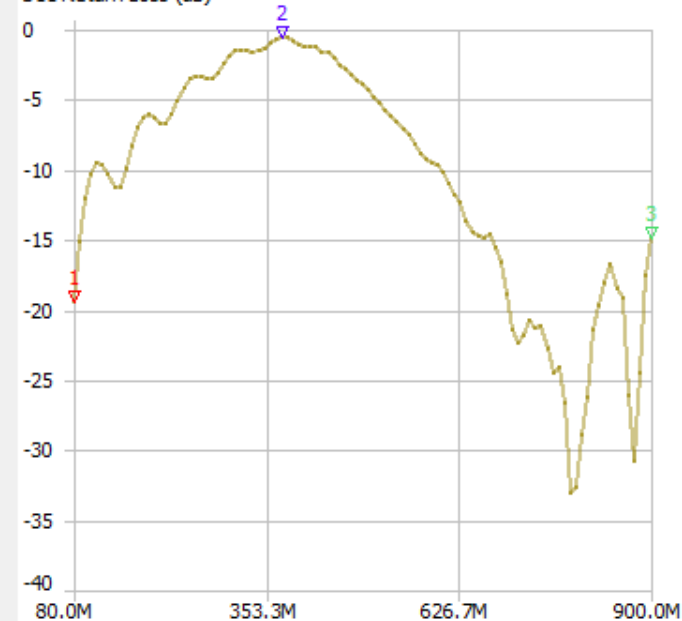
S21

Min gain: -88.987 dB @ 96.4000MHz
Max gain: -37.412 dB @ 900.000MHz

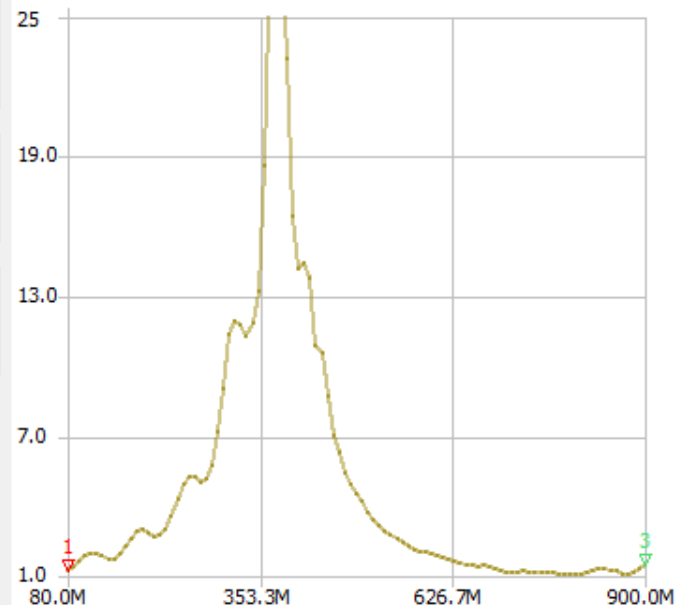
S11 Smith Chart



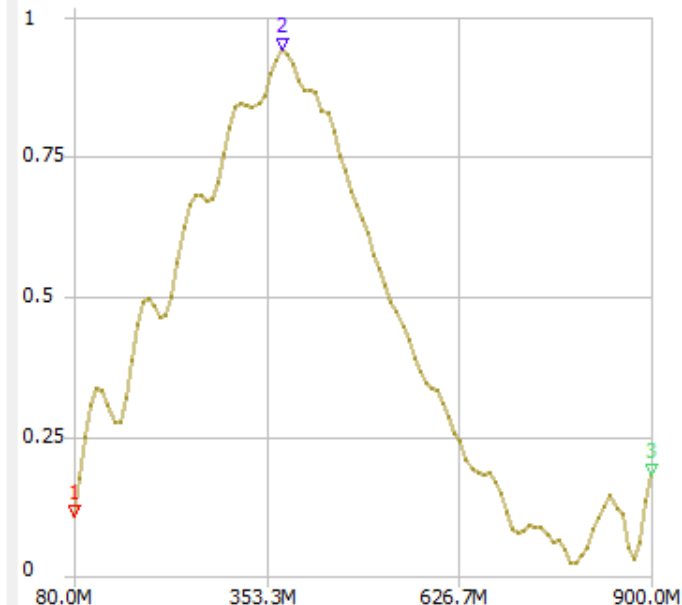
S11 Return Loss (dB)



S11 VSWR



|S11|



4- STUB- Supressor de Surto comercial (Tópico Extra)

Seguem exemplos de Supressor de Surto comerciais baseado no conceito do STUB em curto elétrico na ponta.

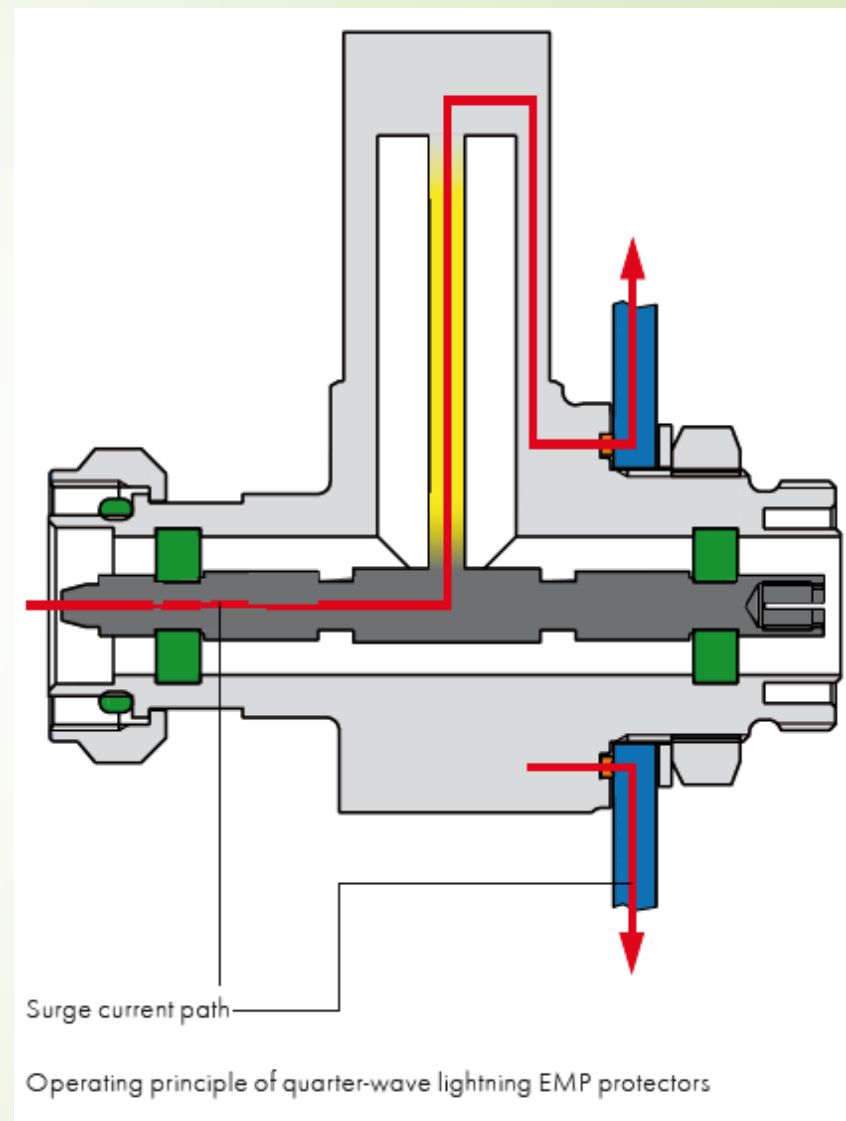
Normalmente fixados numa barra de aterramento de passagem dos cabos entrando no Container e interligados ao terra, desviando a descarga ao terra. Aterramento é algo complexo e que demanda cuidados especiais para garantir boa proteção dos equipamento num mesmo potencial de terra. Encontrarão bons detalhes de aterramento na padronização R56 da MOTOROLA para Estações comerciais.



Lightning protection



Commercial Radios - 900 Mhz



CHEGAMOS AO FINAL

Espero que esse material seja útil a todos radioamadores, mantenedores de Repetidores nas construções de antenas colineares, filtros e SPDA, também às estações pessoais para empilhar direcionais (DX, Satélites, EME) e outras aplicações.

POR FIM, TEMOS ABAIXO O MEU PRIMEIRO POWER SPLITTER 2:1 EM UHF, USADO NO INICIO DOS ANOS 90 UNINDO 2 COLINEARES DE 4 ELEM. CADA NA 439.100 SERRA DO JAPI – SP.



By PY2LY - 1990

Apresentado no
NET BR 127 (15-set-2020)
por PY2LY Fabio Poli

Bem vindo ao DMR

73

