

ANGELO ANTÔNIO LEITHOLD

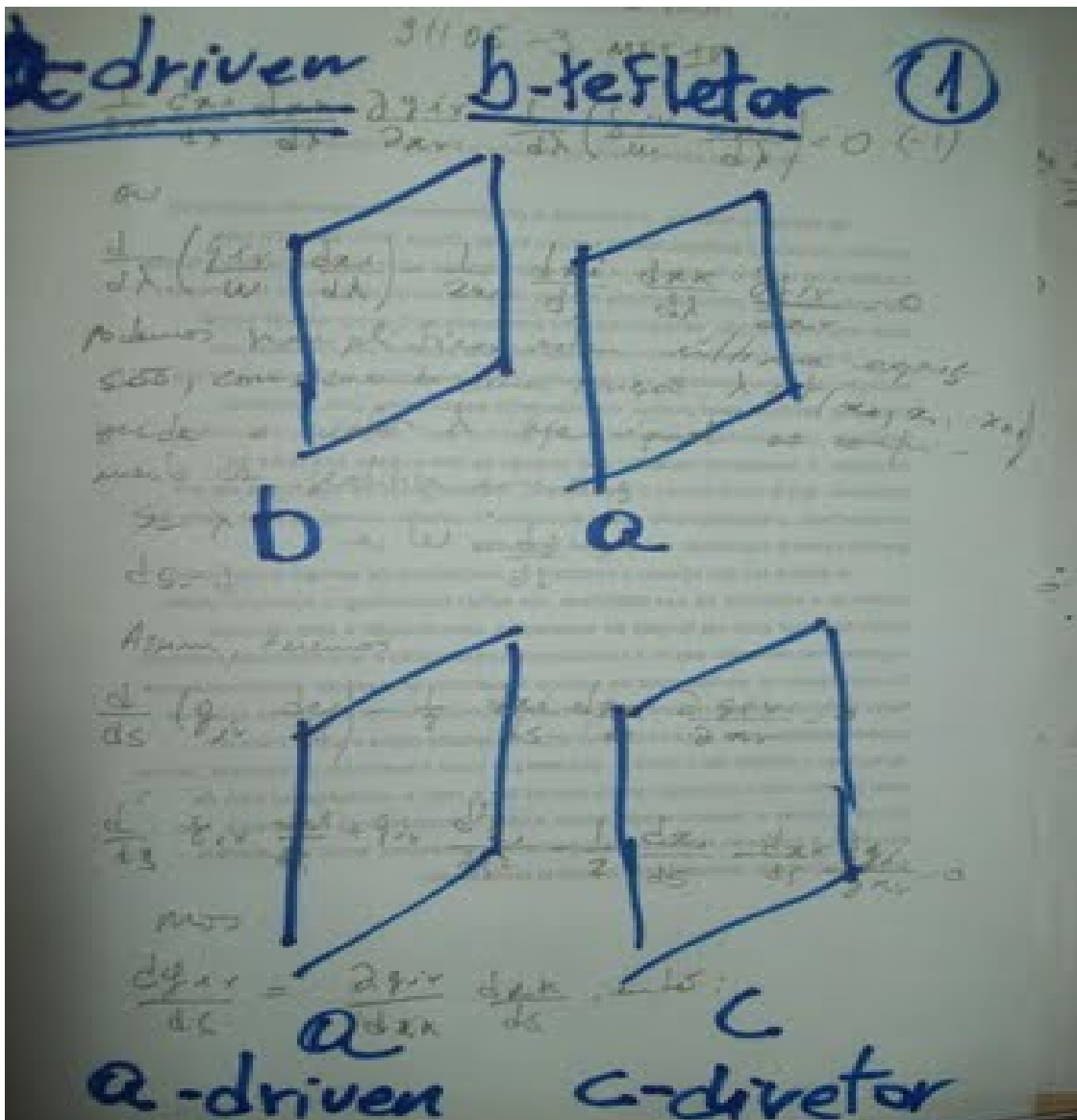
A ANTENA DE QUADRO DOIS ELEMENTOS, UMA MANEIRA FÁCIL DE CONSTRUI-LA.

CURITIBA

1978

Para construir a antena de quadro de dois elementos, não é necessário Baluns, etc, basta adequar a antena regulando a distância entre os elementos. Claro, que para operar numa gama maior dentro da faixa escolhida, é necessário o uso de algum tipo de acoplamento. O uso do Gamma é melhor aceitável nas antenas 'de quadro simples' e nas antenas de 'quadro de dois elementos ou mais'. Para fazer a antena de dois elementos (Quadra-cúbica), basta seguir as dicas das figuras, as seções à direita são para um maior aprofundamento, se você quiser aprender um pouco mais sobre antenas, vale a pena olhar este [LINK](#).

Figura 1



(1) Acima, driver c/ diretor = quadro 'ativo' e um parasita diretor, ... assim por diante. Caro amador, o 'ativo' pode ser 'enxergado' como um 'dipolo dobrado'. Portanto, o formalismo matemático aplicado deixa adiante... para quem quiser.

Figura 2

31105-2 - MESTRE

②

$$\int_A^B \left[ \frac{1}{w} \frac{dax}{dt} \frac{dax}{dt} \frac{\partial kv}{\partial ax} (dax) + \frac{d}{dt} \left[ \frac{dax}{w} \right] \right]$$

**b-refl.**  
**a-dirv.**

Observo que a integral em 2ª parte  
é igual a 0

**b** | **a**

$$d \left[ \frac{1}{w} \frac{dax}{dt} \frac{dax}{dt} \frac{\partial kv}{\partial ax} (dax) \right] = \left[ \frac{\partial kv}{w} \frac{dax}{dt} \frac{dax}{dt} \right]'$$

Logo a integral em 2ª parte é igual a 0

Logo a integral em 1ª parte é igual a 0

Logo a integral em 3ª parte é igual a 0

Logo a integral em 4ª parte é igual a 0

Logo a integral em 5ª parte é igual a 0

Logo a integral em 6ª parte é igual a 0

Logo a integral em 7ª parte é igual a 0

Logo a integral em 8ª parte é igual a 0

Logo a integral em 9ª parte é igual a 0

Logo a integral em 10ª parte é igual a 0

Logo a integral em 11ª parte é igual a 0

Logo a integral em 12ª parte é igual a 0

Logo a integral em 13ª parte é igual a 0

Logo a integral em 14ª parte é igual a 0

Logo a integral em 15ª parte é igual a 0

Logo a integral em 16ª parte é igual a 0

Logo a integral em 17ª parte é igual a 0

Logo a integral em 18ª parte é igual a 0

Logo a integral em 19ª parte é igual a 0

Logo a integral em 20ª parte é igual a 0

**a-dirv.**  
**c-dir.**

**a** | **c**

Logo a integral em 21ª parte é igual a 0

Logo a integral em 22ª parte é igual a 0

Logo a integral em 23ª parte é igual a 0

Logo a integral em 24ª parte é igual a 0

Logo a integral em 25ª parte é igual a 0

Logo a integral em 26ª parte é igual a 0

Logo a integral em 27ª parte é igual a 0

Logo a integral em 28ª parte é igual a 0

Logo a integral em 29ª parte é igual a 0

Logo a integral em 30ª parte é igual a 0

Logo a integral em 31ª parte é igual a 0

Logo a integral em 32ª parte é igual a 0

Logo a integral em 33ª parte é igual a 0

Logo a integral em 34ª parte é igual a 0

Logo a integral em 35ª parte é igual a 0

Logo a integral em 36ª parte é igual a 0

Logo a integral em 37ª parte é igual a 0

Logo a integral em 38ª parte é igual a 0

Logo a integral em 39ª parte é igual a 0

Logo a integral em 40ª parte é igual a 0

Logo a integral em 41ª parte é igual a 0

Logo a integral em 42ª parte é igual a 0

Logo a integral em 43ª parte é igual a 0

Logo a integral em 44ª parte é igual a 0

Logo a integral em 45ª parte é igual a 0

Logo a integral em 46ª parte é igual a 0

Logo a integral em 47ª parte é igual a 0

Logo a integral em 48ª parte é igual a 0

Logo a integral em 49ª parte é igual a 0

Logo a integral em 50ª parte é igual a 0

Na figura, facilmente percebe-se que 'a' é o elemento 'ativo', 'b' é o refletor, e 'c', se for o caso, o diretor, assim por diante....

FIGURA 3

$\frac{d^2x}{ds^2} + \left(\frac{AA}{4}\right) \frac{dx}{ds} - \frac{dAA}{ds} = 0$

DRIV  $\rightarrow 306 / f$

REF  $\rightarrow 313 / f$

DIR  $\rightarrow 297 / f$

A MEDIDA É  
DO QUADRO

(3)

Para calcular o 'ativo'  $306/f$ , ou  $306$  (p 10 metros) divididos por  $28$  Mhertz =  $10,92$  metros (É O PERÍMETRO DO QUADRO), para saber quanto dá para cada lado divide por  $4= 2,73$  m. E assim por diante...

(Estas contas são resultado do que está aqui=> [Eletromagnetismo Básico - aplicado às antenas.](#) )

Para calcular o refletor:

$313 / 28 = 11,17$  ( $/ 4 = 2,79$  cada 'lado do quadro')

Isso daria então dois quadros

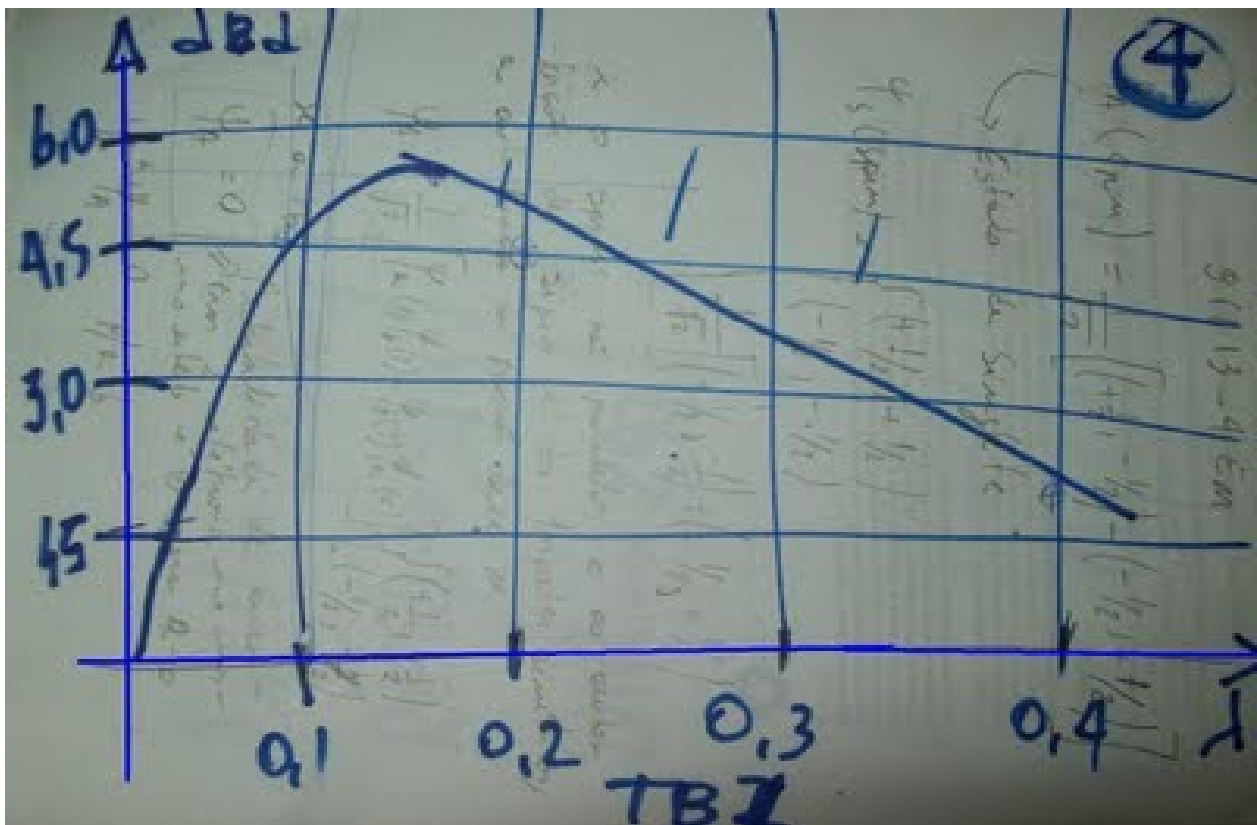
...o primeiro (dipolo...), seria  $2,73$  m cada lado.

... o refletor  $2,79$  m.

se ao invés, para usar um driver com um diretor, use a 'conta' do diretor ( $297 / f$  ... em MHZ...)

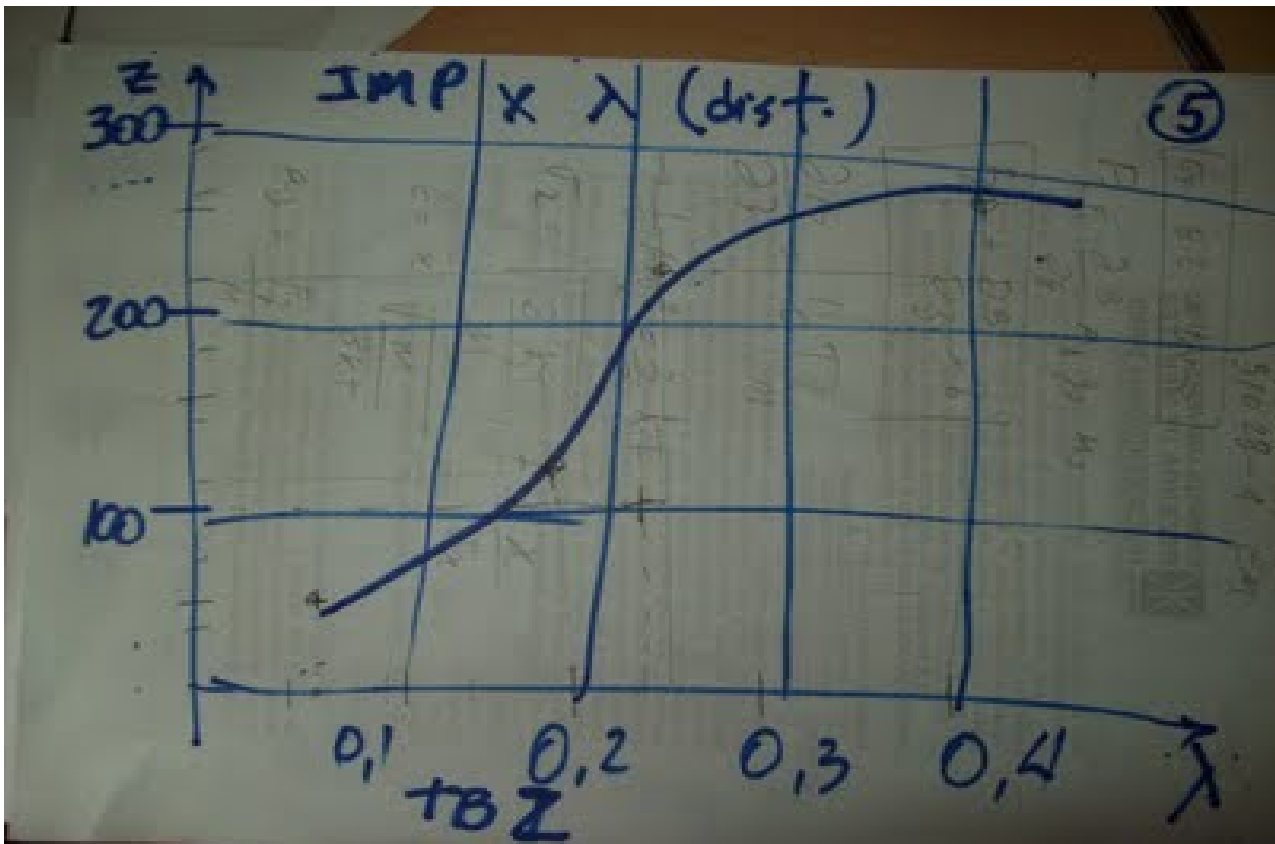
Para 'escolher' a distância e saber estatisticamente qual será aproximadamente a 'impedância' da antena veja as figuras seguintes:

FIGURA 4



Acima, o 'ganho' da antena varia conforme é variada a distância entre o refletor e o ativo. (Percebe-se isto num medidor de campo, etc...). Portanto, deve o projetista da antena escolher o melhor ganho com a distância que lhe é conveniente, mas também deve-se usar o ábaco que elaborei abaixo, (FIGURA 5), neste eu calculei impedância (Ohms) e a distância (em comprimentos de onda, pode ser que esteja um pouco diferente do medido, pois existem muitas 'interferentes!'). Para obter o melhor rendimento, deve o amador, obedecer aos dois gráficos, e também ter instrumentos para comprovar na prática o que está 'norteado' pela teoria.

FIGURA 5



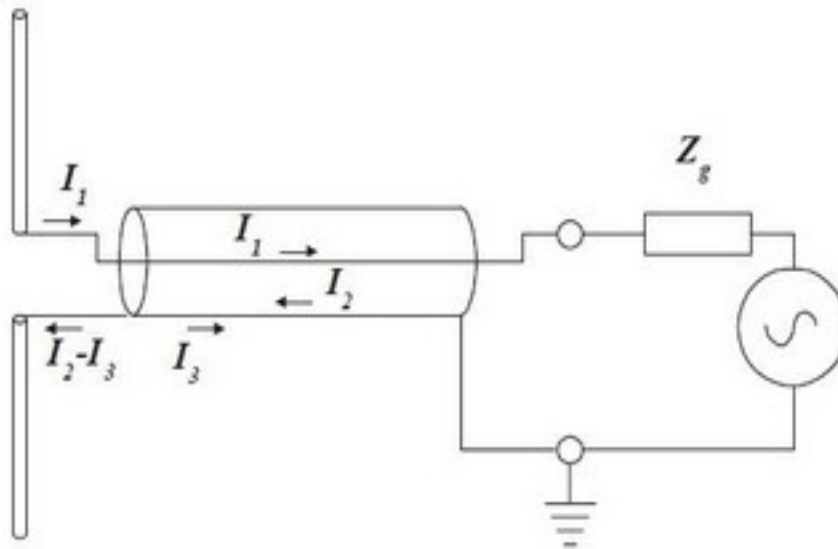
Depois de escolher o 'ganho' que convém, e o comprimento em lâmbda (Distância em comprimento de onda), vem a parte de escolher a impedância.  
(Em caso de dúvida veja aqui => [Impedância Antenas](#))

Por exemplo:

Para uma distância de 0,2 de comprimento de onda (fig 4), o ganho sobre o dipolo será em torno de 5 dB, e que saber a impedância da antena. Basta olhar na fig 5, a antena terá algo em torno de 200 ohms., usando um trafo de 4/1 terá 50 Ohms...

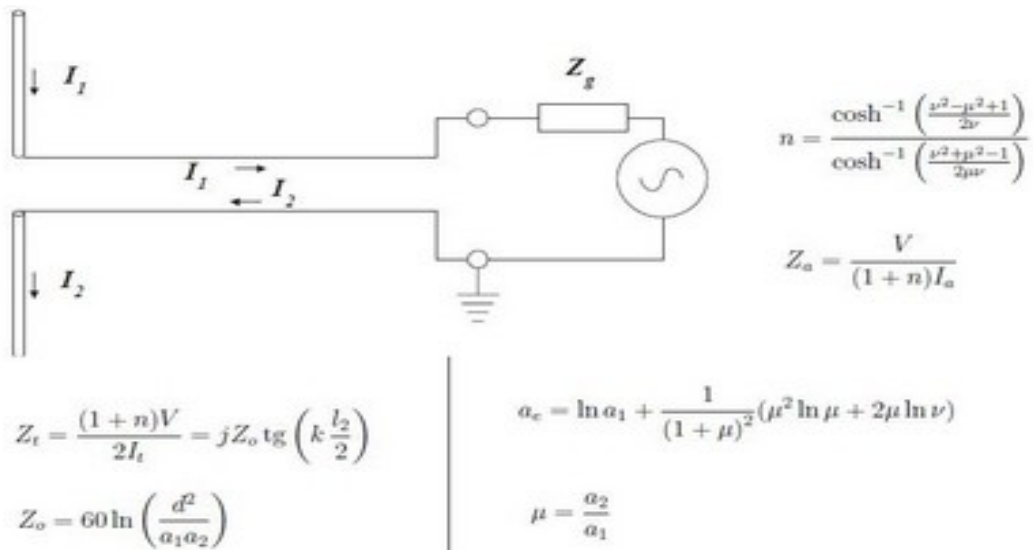
## CASANDO A ANTENA QUADRA CÚBICA DOIS ELEMENTOS

Para 'casar' a antena de quadro ver:

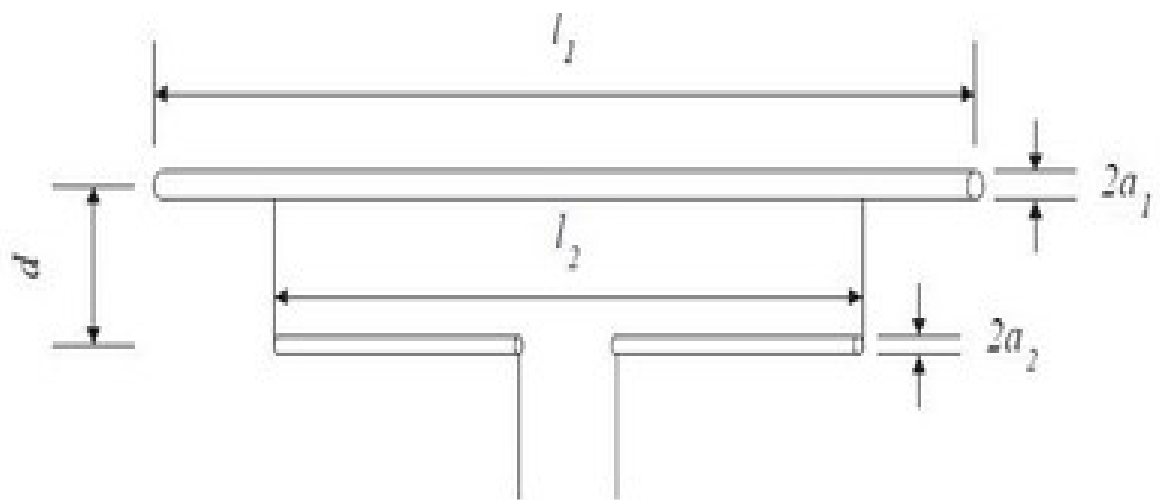


Cabo coaxial ligado a uma antena dipolo.

Acima a 'circulação' de correntes de um cabo coaxial ligado à uma antena dipolo, e embaixo a linha paralela,



Embaixo vê-se facilmente o 'casamento' tipo 'T'.



$$\nu = \frac{d}{a_1}$$

$$I_{in} = I_t + I_a = \frac{(1+n)V}{2Z_t} + \frac{V}{(1+n)Z_a} = \frac{[(1+n)^2 Z_a + 2Z_t] V}{2(1+n)Z_t Z_a}$$

$$V_{in} = V + nV = (1+n)V$$

$$Z_{in} = R_{in} + jX_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}} = \frac{2(1+n)^2 Z_t Z_a}{(1+n)^2 Z_a + 2Z_t}$$

A impedância de entrada  $Z_{in}$  é complexa e, o comprimento  $l$ , é pequeno e sua parte reativa é indutiva.

A impedância puramente resistiva, necessita dois capacitores nos terminais de entrada

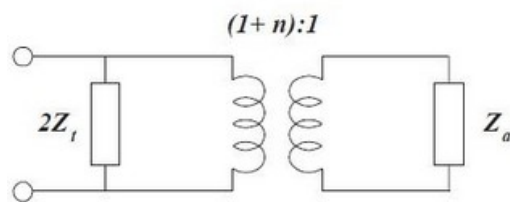
$$C = 2C_{in} = \frac{1}{\pi f X_{in}}$$



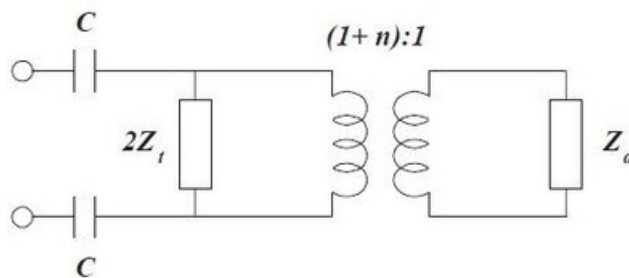
## DIPOLO DOBRADO

Pode usar este exemplo para a antena de quadro, é bastante aproximado.

$$Z_{in} = \frac{4Z_t Z_a}{2Z_a + Z_t}$$



Circuito equivalente para o arranjo T.



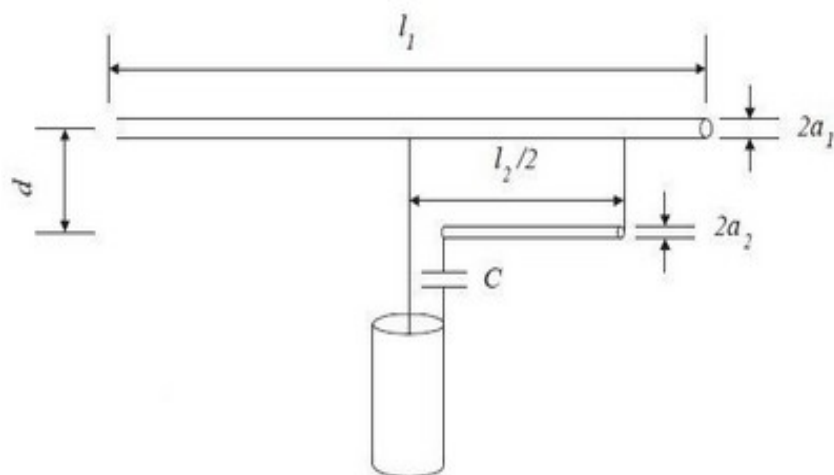
Circuito equivalente do arranjo T com acoplamento capacitivo .

Assim, observa-se que a impedância no caso do dipolo dobrado quadruplica, desde que as medidas (Diâmetro) dos condutores seja a mesma, ou:

$$Z_{in} = 4 Z_a$$

## O ACOPLAMENTO OU 'CASAMENTO' GAMA

O arranjo ou casamento T de dipolos dobrados aos transeptores é por linhas de transmissão balanceadas. Se a conexão é por linhas desbalanceadas, a exemplo de cabos coaxiais:



Casamento do tipo Gama.

Onde

$$I_t = \frac{(1+n)V}{Z_t}$$

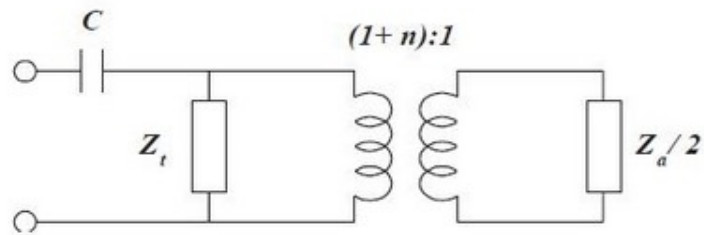
$$I_a = \frac{2V}{(1+n)Z_a}$$

Conclui-se assim:

$$Z_{in} = R_{in} + jX_{in} = \frac{(1+n)^2 Z_t Z_a}{(1+n)^2 Z_a + 2Z_t}$$

$$Z_{in} = \frac{1}{j\omega C} + \frac{(1+n)^2 Z_t Z_a}{(1+n)^2 Z_a + 2Z_t}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_{in}}$$



ARRANJO GAMMA

Para calcular Impedância para material de mesma dimensão:

$$Z_{in} = \frac{2Z_t Z_a}{2Z_a + Z_t}$$

A parte real do cálculo é:

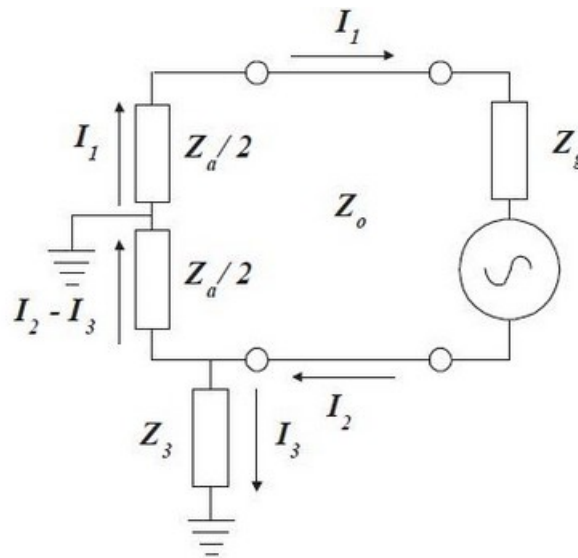
$$R_{in} = \frac{2X_t^2 R_a}{4R_a^2 + (2X_a + X_t)^2}$$

A parte imaginária é:

$$X_{in} = \frac{2X_t [X_a X_t + 2(X_a^2 + R_a^2)]}{4R_a^2 + (2X_a + X_t)^2}$$

## BALUNS E TRANSFORMADORES PARA ANTENAS QUADRA-CÚBICAS

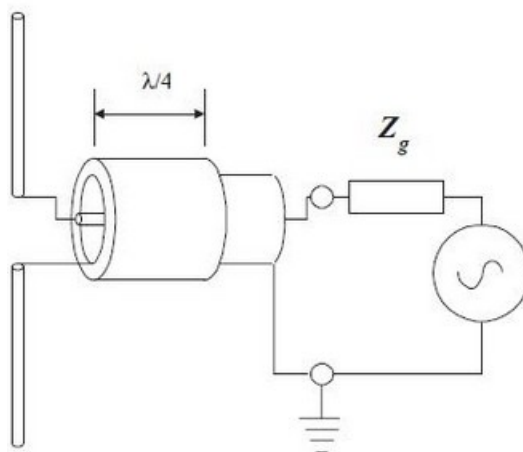
O balun, do inglês 'BALance to UNbalance', tem como objetivo acoplar uma linha balanceada a uma linha desbalanceada.



CIRCUITO EQUIVALENTE

## BALUN BAZOOKA OU BAZUCA

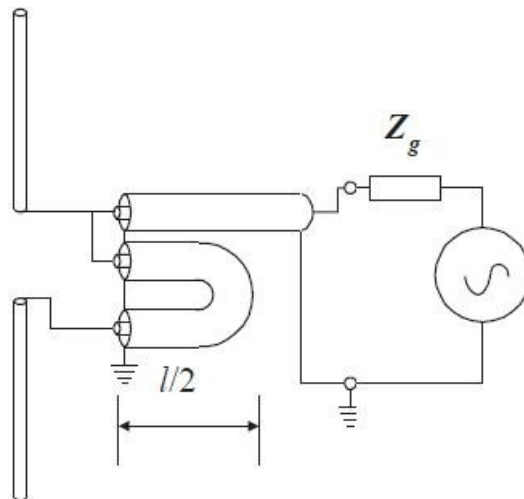
"Veste-se" a Linha de Transmissão, e o comprimento da 'camisa' é igual a um quarto do comprimento de onda de ressonância, a impedância  $Z_3$  'vista' nos terminais do 'tubo' é grande e a corrente  $I_3$  de retorno pode ser considerada nula.



## BALUN TROMBONE

Balancia as LT e oferece uma transformação de impedância de 4:1. Por exemplo, uma linha paralela de  $300\Omega$  pode ser ligada a um cabo coaxial de  $75\Omega$  sem problemas de casamento de impedância.

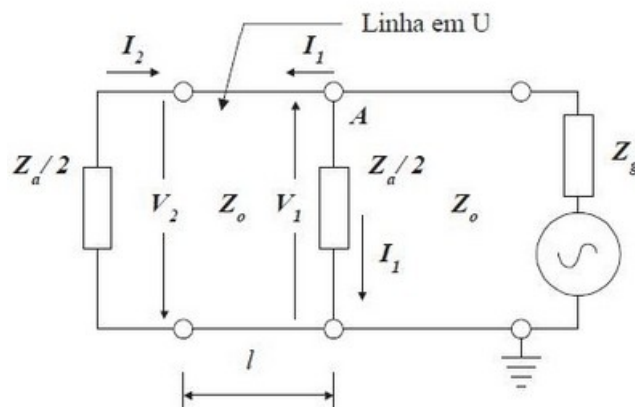
$$I_1 = -I_2 e^{j\Delta\phi}$$

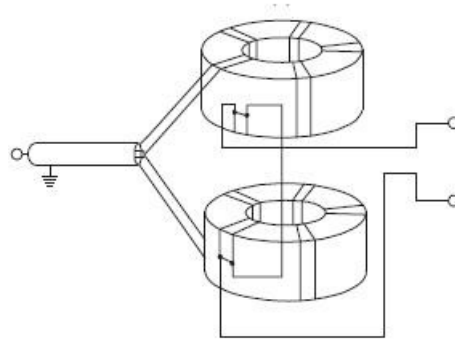
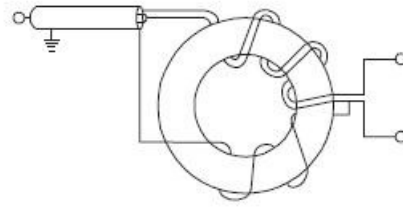


$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} l$$

## NÚCLEOS DE FERRITE E TRANSFORMADORES

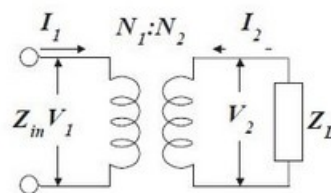
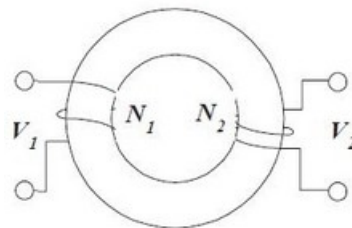
Os baluns com núcleos de ferrite podem ser utilizados para balanceamento e/ou para casamento de impedância





$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{Z_2}{Z_1} = \frac{V_2 I_1}{V_1 I_2} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$$



$$Z_{in} = Z_L \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

## BIBLIOGRAFIA

### ANTENAS

[Impedancia antenas antena fina py5aal.pdf](#) 1119k

[Antenas Básico py5aal.pdf](#) 1004k

[A Impedância Correspondente em Sistemas Irradiantes .pdf](#) 639k

[As Antenas Lineares e as Antenas Loop .pdf](#) 410k

[Antenas Múltiplas.pdf](#) 834k

[Métodos de Desenho de Antenas Múltiplas .pdf](#) 909k



Antena Quadra-cúbica de dois elementos by [Ângelo Antônio Leithold, Leithold, A. A.; PY5AAL](#) is licensed under a [Creative Commons Atribuição-Uso Não-Comercial-Vedada a Criação de Obras Derivadas 3.0 Brasil License](#).