

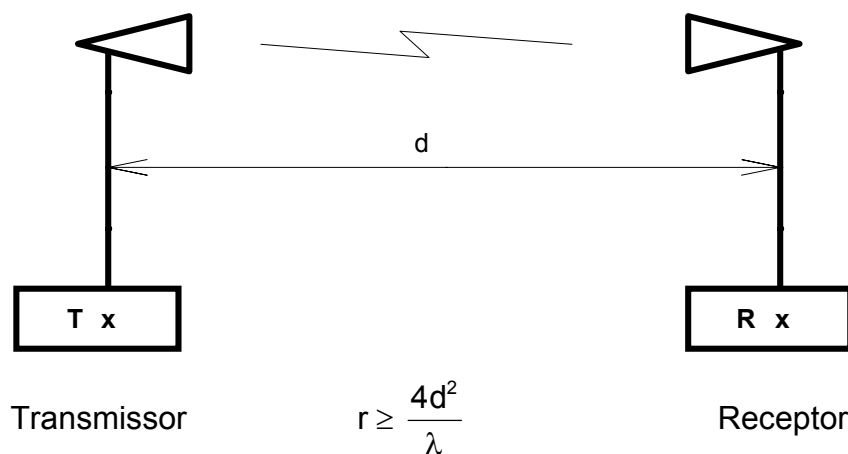
LABORATÓRIO TELECOM

TÉCNICAS DE ANTENAS

Experiências - TAN 2 a 5

As notas a seguir aplicam-se a experiências de técnicas de antenas usando um comprimento de onda de 0,69 m em uma sala fechada sob condições de laboratório.

As condições de montagem dizem respeito apenas às dimensões geométricas do sistema de antena e os requisitos à ausência de reflexões e de uma área remota, que é definida por $r = \frac{4d^2}{\lambda}$, onde d é o diâmetro da superfície de antena efetiva. Para assegurar uma definida separação das ondas eletromagnéticas da antena, a sala deve ser livre de qualquer interferência de campos.



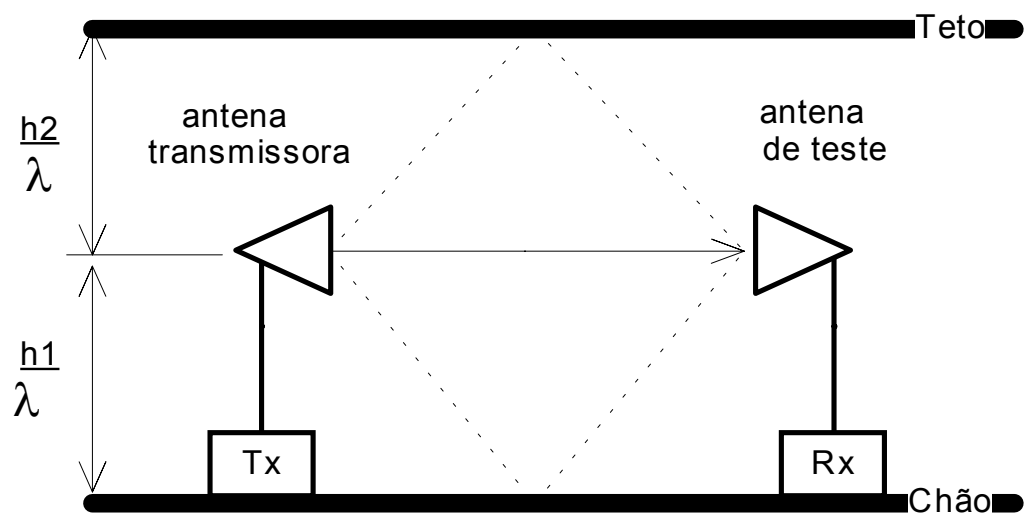
Se uma antena Yagi esta sendo utilizada, a área remota é conforme abaixo:

para 6 elementos, com $G = 8,5$ dB, $r \geq 1,4$ m

para 20 elementos, com $G = 16,5$ dB, $r \geq 10,2$ m

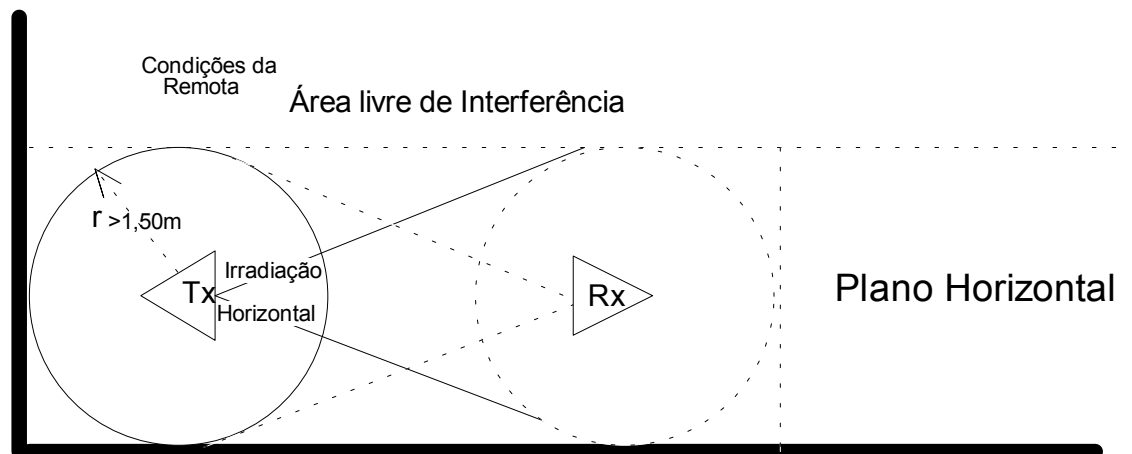
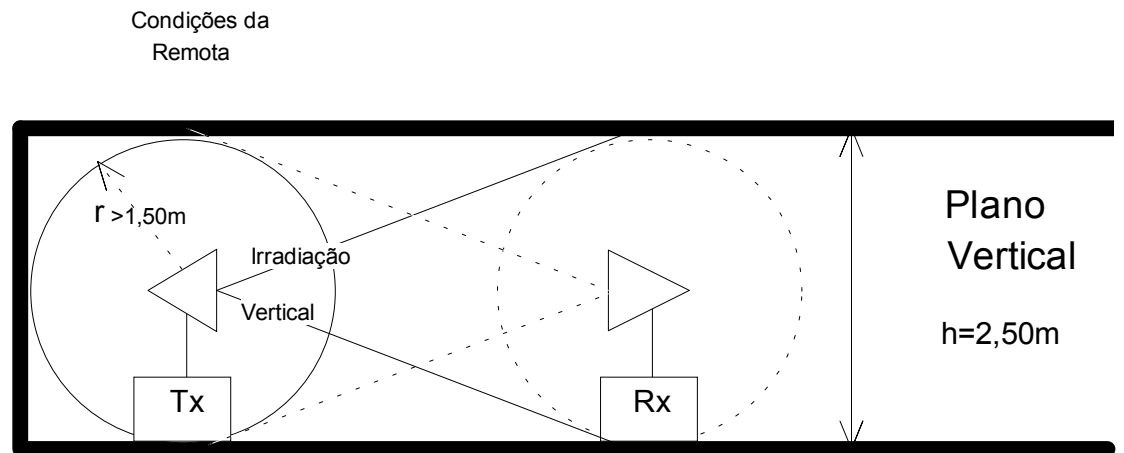
A área remota para todos elementos de irradiação simples é dada aproximadamente pelo dobro das dimensões do elemento.

As reflexões do chão e neste caso, reflexões do teto, são todas sobrepostas nas ondas transmitidas para a antena de teste e causam mudanças à força de campo vertical. As mudanças na força de campo são pequenas quando as distâncias de separação entre o transmissor e antena de teste com o chão e o teto, são relativamente grandes. Isto admite que a energia transmitida é irradiada dessa vez, reduz a quantia de energia a atingir o chão e o teto.



Quando as dimensões básicas são observadas como as sugeridas todas as experiências podem ser realizadas numa sala fechada (laboratório) sem qualquer efeito adverso significativo.

A sala usada para montagem e realização da experiência em técnicas de antenas, deve ser mantida livre de qualquer interferência de campos de influência e ser de ordem de 5x3x2,5 m (CxLxA).



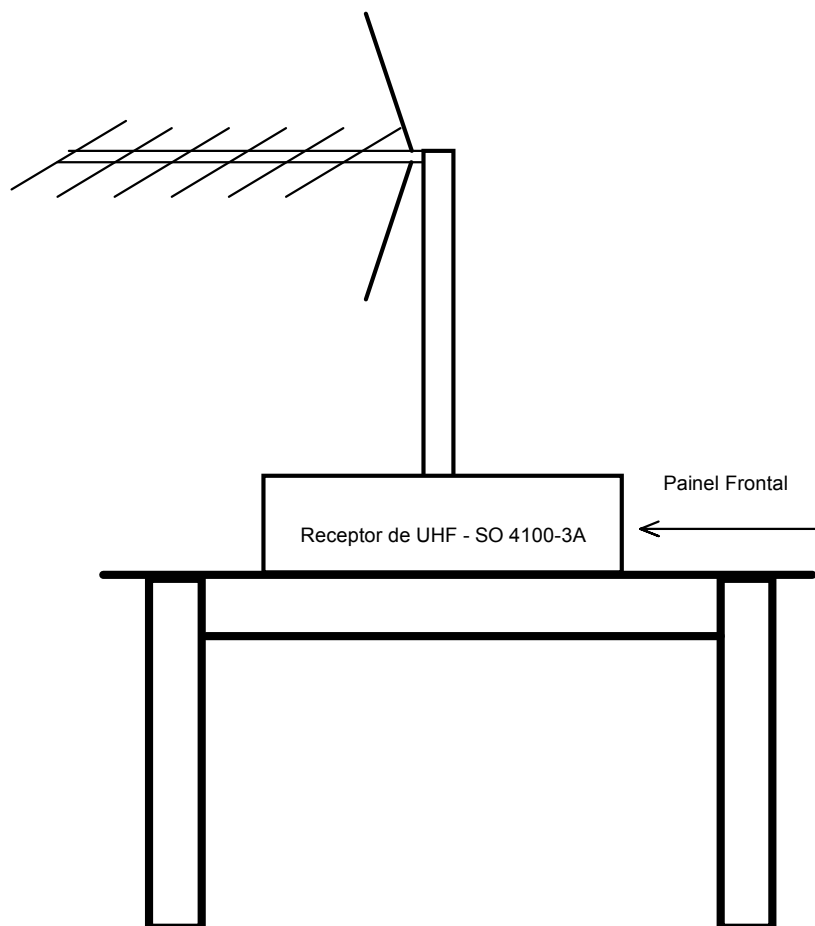
Na prática, o transmissor deve ser colocado no chão com o centro geométrico da antena ajustado para meia altura da sala.

Quando usarmos a antena Yagi de 8 elementos (montagem completa) para o transmissor, o espaço de traz da antena pode ser reduzido a poucos centímetros. (Isto se aplica em particular às experiências TAN 4 e TAN 5).

O receptor deverá ser montado sobre uma pequena mesa, com espaço suficiente para usar dois elementos de mastro para antena receptora, na mesma altura da antena transmissora.

A frente do painel do receptor e o operador estão no lado oposto da direção da recepção, como abaixo ilustrado.

Nota: Quando gravar os diagramas polares, as medições devem ser feitas de 0° a 180° (sentido horário) e na outra direção de 0° a -180° (sentido anti-horário) para evitar que o cabo da antena se enrole ao redor do mastro. Depois de girar a antena, a mão deve ser removida do mastro da antena antes de efetuar as medições.



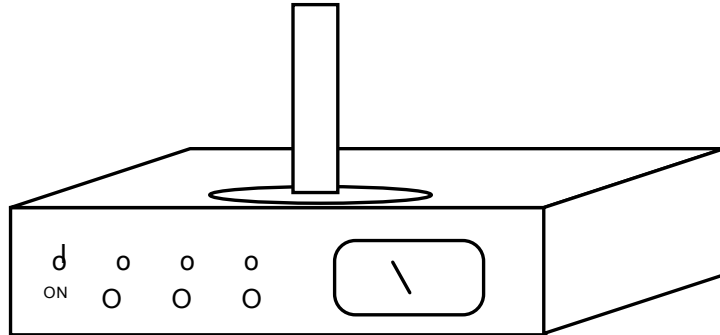
1 Experiência e exercícios propostos.

Esta experiência habilitará a:

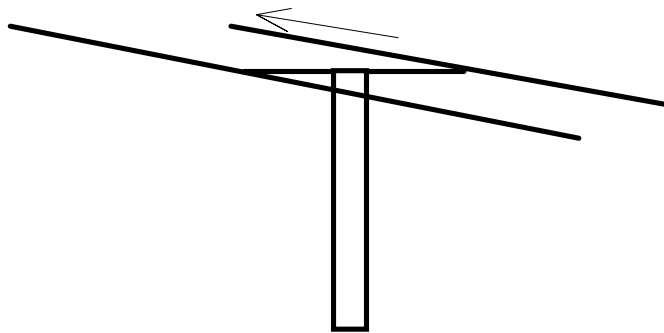
- 1.1** ... operar um transmissor de UHF e avaliar a potência irradiada;
- 1.2** ... avaliar as condições de casamento e descasamento, entre cargas no fim da linha coaxial e antena transmissora;
- 1.3** ... avaliar os fundamentos das antenas transmissoras usadas como cargas;
- 1.4** ... fazer a conexão correta de uma antena monopolo (rod) assimétrica de $1/4$ de onda e um dipolo de $1/2$ de onda simétrico, usando um circuito de simetria e uma linha coaxial;
- 1.5** ... reconhecer a qualidade e eficácia deste circuito de simetria, quando casamos a antena.
- 1.6** ... medir a distribuição da corrente e da tensão ao longo de um dipolo simples de $1/2$ onda e ao longo de uma antena monopolo (rod).
- 1.7** ... determinar por medições, a polarização das ondas irradiadas;
- 1.8** ... avaliar as mudanças nas características da antena, causada pelas mudanças no razão de geometria (fineness ratio).

2. Diagrama dos Equipamentos usados

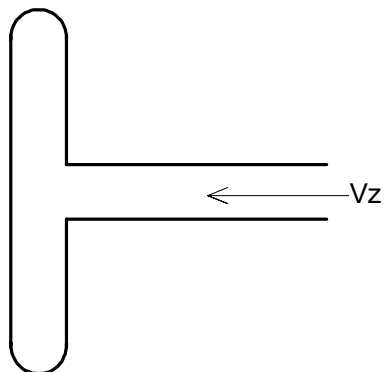
2.1 Transmissor com suporte para antena



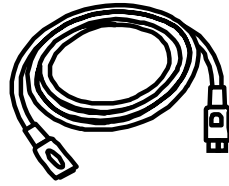
2.2 Antena de dois elementos (dipolo reto de 1/2 onda)



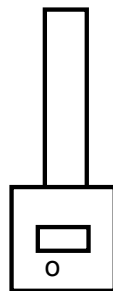
2.3 Dipolo dobrado de 1/2 onda



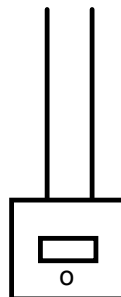
2.4 Cabo coaxial de 50 Ω



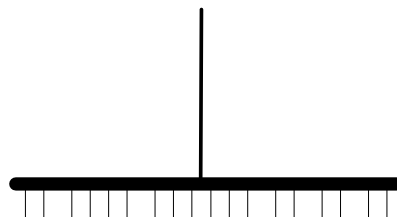
2.5 Sonda para medir a distribuição de corrente



2.6 Sonda para medir a distribuição de tensão



2.7 Antena monopolo (rod) de 1/4 de onda



3 Instrumentos e Componentes

1 (hum) transmissor de UHF	SO 4100-1A
1 (hum) dipolo simples	SO 4100-2A
1 (uma) antena de dois elementos	SO 4100-2B
1 (uma) antena de $\lambda/4$	SO 4100-2C
1 (hum) elemento parasítico	SO 4100-2L
1 (uma) sonda de corrente	SO 4100-3D
1 (uma) sonda de tensão	SO 4100-3E
1 (uma) conexão, BNC/BNC, Hz .34	LM 9034

4. Introdução (teoria)

4.1 Dipolo de meia onda

4.1.1 Alimentador “dois fios” para o dipolo

4.1.2 Distribuição do campo de força, corrente e tensão

4.1.3 Polarização

4.1.4 Fator de geometria $\frac{\lambda}{d}$ (fineness ratio) e fator de velocidade V.

4.1.5 Impedância base da antena.

4.3 Casamento entre a antena e o alimentador

4.3.1 Casamento do dipolo

4.3.2 Casamento do monopolo

5 Instrumentos e Componentes

5.1 O transmissor UHF (SO 41000-1A)

5.1.1 Notas sobre a operação

O transmissor usado, gera uma frequência de 434 MHz. A potência de saída pode ser variada com o controle 1 (Pout), entre 0 e 2 w.

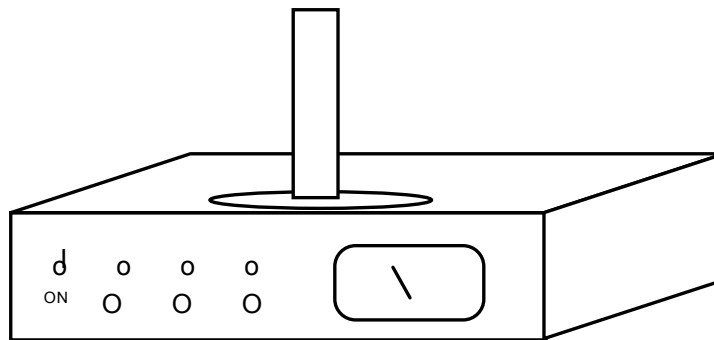


Fig. 20 - Painel frontal do transmissor

O medidor interno indica a potência gerada no transmissor, quando a chave S_1 está em “Pout”.

Para medições de casamento, um acoplador direcional foi inserido entre a unidade transmissora e o conector de saída BNC, o qual indica qualquer das tensões:

- a) a tensão direta, chave S_1 em “SWR” (Standing Wave Ratio) e S_2 em “ U_F ” (tensão direta), ou
- b) para condições de descasamento, a tensão refletida é indicada quando a chave S_2 está em “ U_R ” (tensão refletida).

O controle 2 (sensitividade) é usado para ajustar a sensibilidade do medidor para medições de SWR.

Por exemplo, este controle é ajustado em 100% da deflexão do ponteiro da tensão direta “ U_F ” e então com a chave S_2 em “ U_r ”, o fator de reflexão pode ser lido diretamente na escala do medidor.

O SWR é obtido do fator de reflexão, usando a fórmula:

$$SWR = \frac{1+r}{1-r}, \text{ onde } r = \frac{U_R}{U_F} -$$

A antena pode ser montada no mastro (suporte) dielétrico, diretamente sobre o transmissor.

5.1.2 Medições do transmissor

Conectar o dipolo dobrado como dissipador, através de um cabo coaxial na saída do transmissor (remover o dipolo da antena Yagi, SO 4100-2F).

Com a chave S_1 em P_{OUT} e S_2 em U_F , observar como o controle 1 varia a potência de saída entre 0 e 2 watts.

Observar como a potência do transmissor começa a flutuar quando objetos metálicos são colocados próximos a antena. Evitar este procedimento em condições normais de operação.

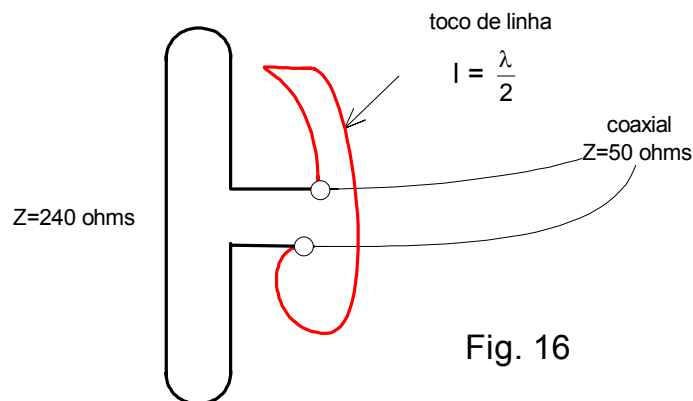
Calcular o comprimento de onda da frequência usada de 434 Mhz, usando a fórmula $\lambda = \frac{c_o}{f}$, onde $c_o = 300\,000$ km/s (velocidade da luz).

5.2 Considerações sobre as antenas

5.2.1 Notas sobre as antenas desta experiência

Três tipos de antenas dizem respeito a esta experiência:

- a) Um dipolo dobrado o qual é casado com um cabo coaxial 50 Ω que usa um toco de linha (stub) de $\lambda/2$ como o da figura 16:



- b) Uma antena dupla, consiste de 2 dipolos simples os quais de acordo com as normas de acoplamento parcial indutivo e de transformação de impedância do alimentador, podem ser conectados com o cabo coaxial (fig21).

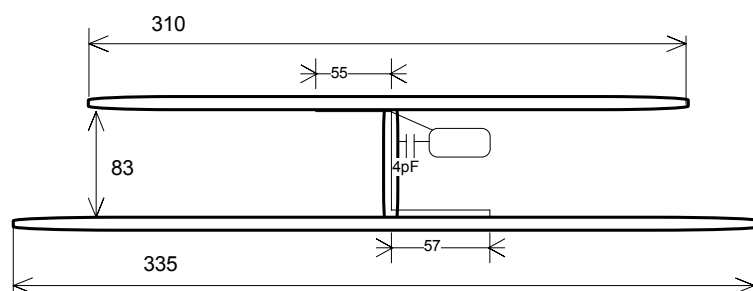


Fig.21 - Dipolo duplo (HB 9 CV) para 434 Mhz.

Neste disposição de antena, um dipolo é ligeiramente maior que o outro e a antena exporá as propriedades direcionais como veremos posteriormente.

- c) Uma antena monopolo (rod) de $\frac{1}{4}$ de onda, SO 4100-2C

5.3 Medições na antena

5.3.1 Medindo o casamento da antena

Esta é uma das mais importantes medições na antena transmissora.

Conectar o dipolo dobrado com o cabo coaxial, na saída do transmissor e ajustar a potência do transmissor em 0,5 w. Então com a chave em SWR, ajustar o controle de sensibilidade para “f.s.d.” no medidor (100%, com a chave U_F/U_R em U_F).

Nota: Um amplificador de teste está integrado no equipamento para ler mesmo as pequenas relações de SWR; entretanto, antes de ajustar a P(potência) para SWR, reduzir a sensibilidade para a mínima, e só então e cuidadosamente ajustar U_F em 100%.

Com a chave em U_R , a porcentagem da tensão direta refletida pode ser lida diretamente no medidor.

Determinar o coeficiente de reflexão “r” da antena:

$$r = \frac{U_R}{U_F} \Rightarrow \text{fator de reflexão}$$

Cálculo da potência refletida P_R

$$P_R = r^2 \cdot P_{OUT}$$

Cálculo da potência irradiada pela antena, P_T

$$P_T = P_{OUT} - P_R = P_{OUT}(1 - r^2)$$

Cálculo do SWR da antena

$$SWR = \frac{1 + r}{1 - r}$$

Estabelecer quanto a tensão refletida flutua quando objetos metálicos são colocados próximos a antena ou quando uma pessoa caminha nas vizinhanças da antena.

Isto deve ser evitado nas aplicações práticas.

Repita as medições e cálculos anteriores, usando a antena de duplo dipolo e antena monopolo (rod).

5.3.2 Medições da Polarização

Estabelecer a polarização da irradiação da antena usada; vide figura 4, 6 e 7 se necessário.

Montar o dipolo dobrado no mastro do mesmo modo para a polarização horizontal.

Ajustar a potência de saída do transmissor em 0,5 w aproximadamente.

Usar a sonda indicadora de tensão, e a uma distância aproximada de 1cm, estabelecer o plano da polarização (Fig. 22)

Verificar a tensão indicada na sonda quando a sonda é girada em 90^0 em relação ao plano de polarização.

Repetir essas medições, usando o dipolo dobrado e depois com a antena monopolo.

Girar o mastro com o dipolo duplo em 180^0 e observar na sonda, a diferença na irradiação na frente e costas. Verifique também o plano de polarização.

5.3.3 Medições da distribuição da corrente e da tensão.

Para o teste proposto, o dipolo duplo simples é usado, inicialmente.

Ajustar a potência do transmissor em 0,5w aproximadamente.

Mover a sonda indicadora de tensão, ao longo da antena, e a uma distância de 1 cm da antena, como figura abaixo.

Observar na sonda a indicação (sensibilidade da sonda em nível adequado), da força do campo \vec{E} e comparar com o campo \vec{E} mostrado na figura 3.

Repetir as medições com o dipolo dobrado e a antena monopolo (rod).

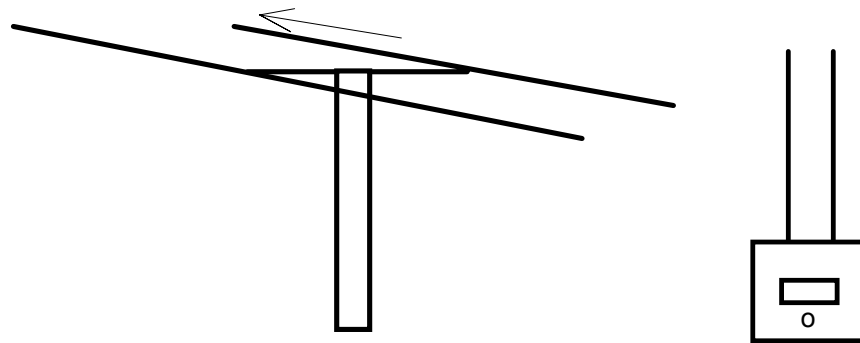


Fig. 22 - Medição da distribuição de tensão

A distribuição da corrente é medida com a sonda de indicação de corrente.

Reduzir a potência do transmissor para 0,1 w aproximadamente.

Mover a sonda de indicação de corrente ao longo do dipolo e depois na antena monopolo (Fig 23).

Observar a deflexão sobre o medidor da sonda e comparar a distribuição da corrente com a figura 4.

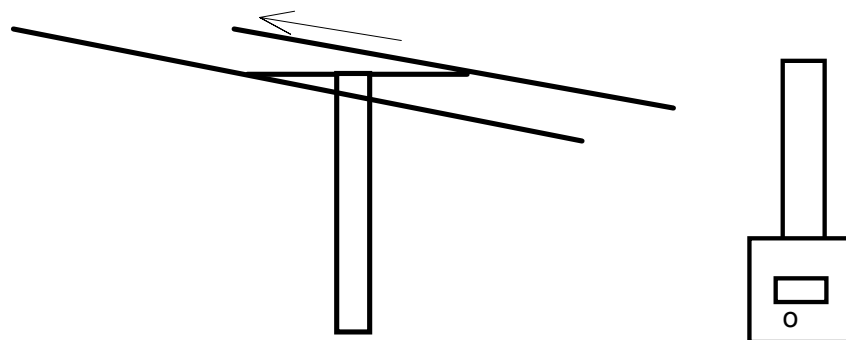


Fig. 23 - Medições da distribuição da corrente

5 Experiência - TAN 2 (planilha de trabalho 1)

Para o item 5.1.2

Medições do transmissor

$$\lambda = \frac{c_0}{f} = \quad = \quad \text{m}$$

$$\frac{\lambda}{2} = \quad \text{cm}; \quad \frac{\lambda}{4} = \quad \text{cm}$$

Para o item **5.3.1**

Medindo o casamento da antena

$$r = \frac{U_R}{U_F}; \quad P_R = r^2 \cdot P_{OUT}; \quad P_T = P_{OUT} - P_R = P_{OUT} (1 - r^2)$$

$$SWR = \frac{1+r}{1-r}$$

	r	P_R	P_T	SWR
Dipolo Dobrado				
Dipolo Duplo				
Antena Monopolo (rod) (P _{OUT} = 1 w)				

Para o item **5.3.2**

Medição da polarização

	Polarização Plana
Dipolo Dobrado	
Dipolo Duplo (diretor)	
Dipolo Duplo (refletor)	
Antena Monopolo (rod)	

Para o item **5.3.3**

Medições da distribuição da corrente e da tensão

