

**TE084 - ANTENAS**  
Prof. César Augusto Dartora

Aula Experimental No. 2

**Ganho e Diagrama de Radiação**

Um setup experimental possível para medir o ganho de uma antena em teste é mostrado na figura abaixo: Nesse experimento vamos utilizar a frequência  $f = 900\text{MHz}$ .

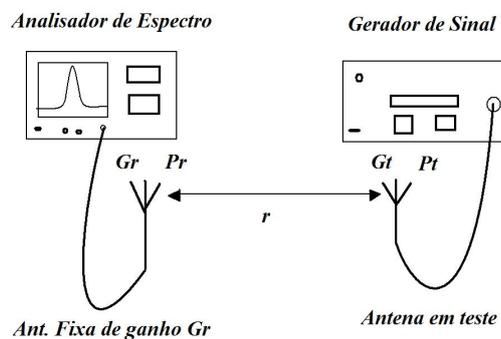


Figure 1: Setup Experimental para Medida de Ganho.

1) Conecte uma antena de ganho  $G_r$  (que não precisa necessariamente ser um valor conhecido!) ao analisador de espectro ajustado para mostrar em escala linear o valor de tensão percebido pela antena. Tal tensão é proporcional à raiz quadrada da potência recebida pela antena  $G_r$ :

$$V = \sqrt{2Z_A P_r} .$$

Para todas as medidas realizadas podemos manter a mesma antena de ganho  $G_r$  na recepção de sinal pelo analisador e portanto a impedância  $Z_A$  não mudará nas diversas medidas, de tal forma que a tensão mostrada pelo analisador de espectro é proporcional à  $\sqrt{P_r}$ .

2) A antena a ser testada, cujo ganho  $G_t$  queremos determinar, é conectada a um gerador de sinais, no caso ajustado para  $f = 900\text{MHz}$  e tensão de saída sugerida  $V_g = 5\text{mV}$ . Mantemos a distância  $r$  entre a antena em teste e a antena da recepção fixa nas diversas medidas, com a única restrição  $r \gg \lambda$  (sugerimos  $r = 1.5\text{m}$ ).

3) O valor de  $G_t$  é obtido por comparação entre duas medidas realizadas: para a primeira medida no analisador, que denominaremos  $V_1$  conecte a própria antena em teste ao gerador de sinal, no caso uma antena refletor de canto cujo alimentador é um dipolo elétrico; a segunda medida,  $V_2$ , é realizada substituindo a antena em teste por uma antena de referência, cujo ganho  $G_{tref}$  é conhecido, usualmente um dipolo elétrico curto ou um dipolo de meia onda. Vamos assumir que a antena de referência é um dipolo de meia onda cujo ganho vale  $G_{tref} = 1.64$ .

4) Observando a fórmula de Friis, desconsiderando efeitos de reflexão e perdas:

$$P_r = P_t G_t G_r \frac{\lambda^2}{(4\pi r)^2},$$

então se mantemos  $\lambda, r, G_r$  e  $P_t$  fixos a única mudança feita no sistema entre as duas medidas é  $G_t$ :

$$\frac{P_{r1}}{P_{r2}} = \frac{G_t}{G_{tref}} = \frac{V_1^2}{V_2^2},$$

e dessa forma tem-se:

$$G_t = G_{tref} \frac{V_1^2}{V_2^2}$$

5) Tendo em mãos o valor máximo  $G_t$  podemos determinar o diagrama de radiação desta antena em teste. É importante ressaltar que devido às limitações do laboratório esta medida não será muito precisa mas servirá para dar uma idéia geral do diagrama de radiação. A medida que faremos corresponde a

$$g(\varphi) = g(\theta = 90^\circ, \varphi) = \frac{G_t(\theta = 90^\circ, \varphi)}{G_t}.$$

Para esta medida vamos manter fixa a antena de recepção  $G_r$ , no caso também estaremos utilizando uma antena refletor de canto, e vamos variar o ângulo relativo  $\varphi$  entre esta e a antena em teste. Este ângulo é medido no plano horizontal,  $\theta = 90^\circ$ . O ângulo  $\varphi = 0^\circ$  corresponderá à orientação relativa entre as antenas para a qual o valor de tensão medido no analisador de espectro é máximo. A partir desse máximo a antena em teste deverá ser rotacionada de 30 em 30 graus, até que todas as medidas relevantes sejam feitas. É importante observar que no caso da antena considerada seria suficiente medir de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ , pois o restante das medidas seriam simétricas. Todavia, por influência das reflexões no laboratório poderão haver pequenas divergências, portanto faça a medida de  $0^\circ$  a  $360^\circ$

Importante: Manter sempre a distância entre as antenas constante, variando apenas o ângulo da antena em teste. O valor de ganho normalizado, relativo ao máximo é obtido através da fórmula abaixo:

$$g(\varphi) = \left| \frac{V(\varphi)}{V(0)} \right|^2.$$

Você poderá utilizar a Figura 2 que se encontra na última página, para anotar seus resultados:

Esboce graficamente em coordenadas polares a função  $g(\varphi)$ . Compare em um mesmo gráfico com a curva esperada teoricamente:

$$g(\varphi) = \left| \cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \varphi\right) - \cos\left(\frac{\pi}{2} \sin \varphi\right) \right|^2.$$

Não esqueça do "ponto-e-vírgula" onde indicado para não ficar com a tela do computador cheia de números! Escreva do jeito que está aí acima, sem esquecer os pontos onde aparecem, nas operações. Você poderá fazer um scriptfile com extensão .m ou então executar cada comando na tela de comandos do Matlab. Poderá utilizar se desejar, outro software para gerar o gráfico.

6) Faça o relatório detalhado do experimento na forma de um artigo científico, contendo Título, Autor, Resumo, Introdução, Fundamentação Teórica, Resultados Obtidos e Conclusão, bem como Bibliografia utilizada, que deverá estar citada no decorrer do texto. Estime o ângulo de abertura do feixe dessa antena. Procure explicar possíveis divergências com o que seria esperado experimentalmente, se existirem.

Peso do trabalho na nota: a definir.

Data da Entrega: a definir.

Para fazer o gráfico teórico no Matlab utilize os seguintes comandos:

```
>>clear all
>>close all
>>phi=linspace(-45,45,300);
>>gteor = abs(cos(pi/2*cos(phi*pi/180))-cos(pi/2*sin(phi*pi/180))).^2;
>>figure
>>polar(phi*pi/180,gteor)
>>hold on
>>phiexp = [0 30 60 90 120 150 180 210 240 270 300 330];
>>gexp = [gmedido1 gmedido2 ...];
>>polar(phiexp*pi/180,gexp,'*')
```

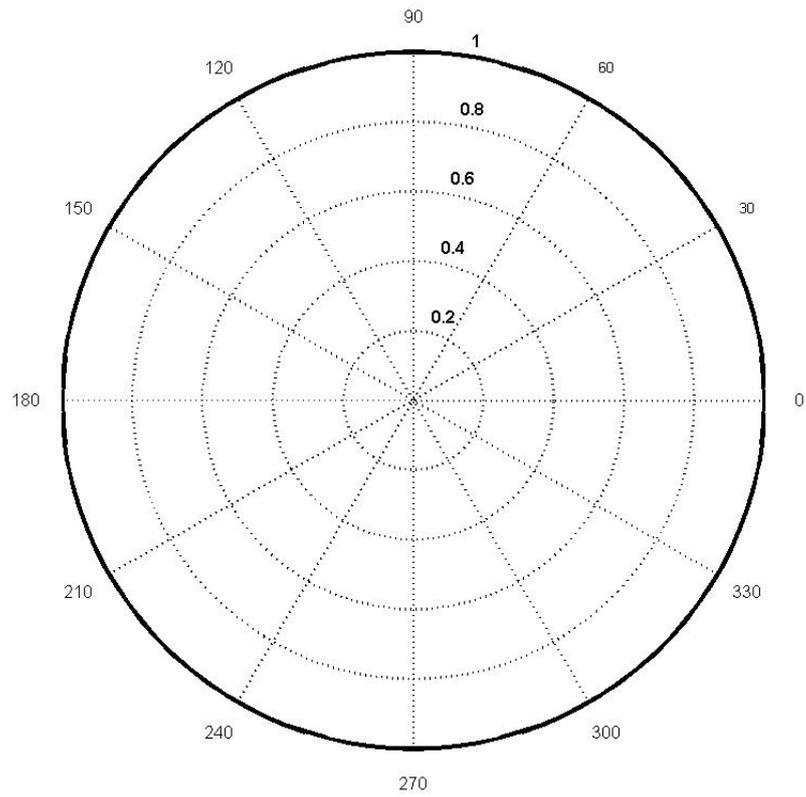


Figure 2: Gráfico Polar para o Diagrama de radiação no plano  $\theta = \pi/2$ .