

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CAMPUS SÃO JOSÉ

Componente Curricular: Antenas e Propagação

Professor: Saul Silva Caetano

Aluno: João Pedro Menegali Salvan Bitencourt

Turma: 29006

Data: 05/04/2023

## Relatório:

Diagrama de radiação e resposta em frequência de uma  
antena parabólica de translação

## Objetivos

A experiência realizada objetivou verificar o comportamento da intensidade de potência de um sinal transmitido de uma antena para outra e, assim, realizar um mapeamento das frequências que a antena recebe com mais amplitude, bem como das frequências que são mais atenuadas. Também foi observada a atenuação conforme a antena receptora era rotacionada, perdendo a visada direta.

## Introdução

O primeiro experimento foi transmitir um sinal com frequência 1,9 GHz e tensão de 3 V entre duas antenas inicialmente com visada direta, ou seja, a 0 grau de rotação. O valor observado no analisador de espectro foi 2 dBm. Para cada nova medição, a antena era rotacionada em 20 graus até que o giro completasse 340 graus. Os valores obtidos foram anotados na Tabela 1 abaixo. Com esses valores é possível traçar o diagrama de radiação para a antena receptora no ambiente específico do laboratório.

O segundo experimento consistiu em verificar as diferentes intensidades de potência para diferentes frequências, mantendo as duas antenas com visada direta. Iniciou-se com uma frequência de 1 GHz e prosseguiu-se até 2.8 GHz. Os valores e potência observados foram anotados na Tabela 3 e, com eles, é possível traçar a resposta em frequência da antena receptora.

## Dados coletados

Com o uso de um gerador de frequência e de um analisador de espectro, foi possível transmitir um sinal de uma antena para outra e observar a amplitude recebida. Durante esse experimento, a antena receptora foi rotacionada, iniciando no ângulo 0 grau, com visada direta para a antena transmissora, até o ângulo de 340 graus, fora da visada direta para a antena transmissora. Diante dessa observação, foram coletados os seguintes dados, relacionando o ângulo com a potência recebida:

Tabela 1: Potências recebidas pela antena.

Ângulo (graus)	Potência (dBm)
0	2
20	-11,5
40	-22,8
60	-20,5
80	-20,3
100	-28
120	-21,9
140	-19,5
160	-22,2
180	-13,7
200	-17,1
220	-24,7
240	-19,4
260	-21,5
280	-21,7
300	-22
320	-20,5
340	-17,3

Tabela 2: Valores de potência da Tabela 1 após serem normalizados.

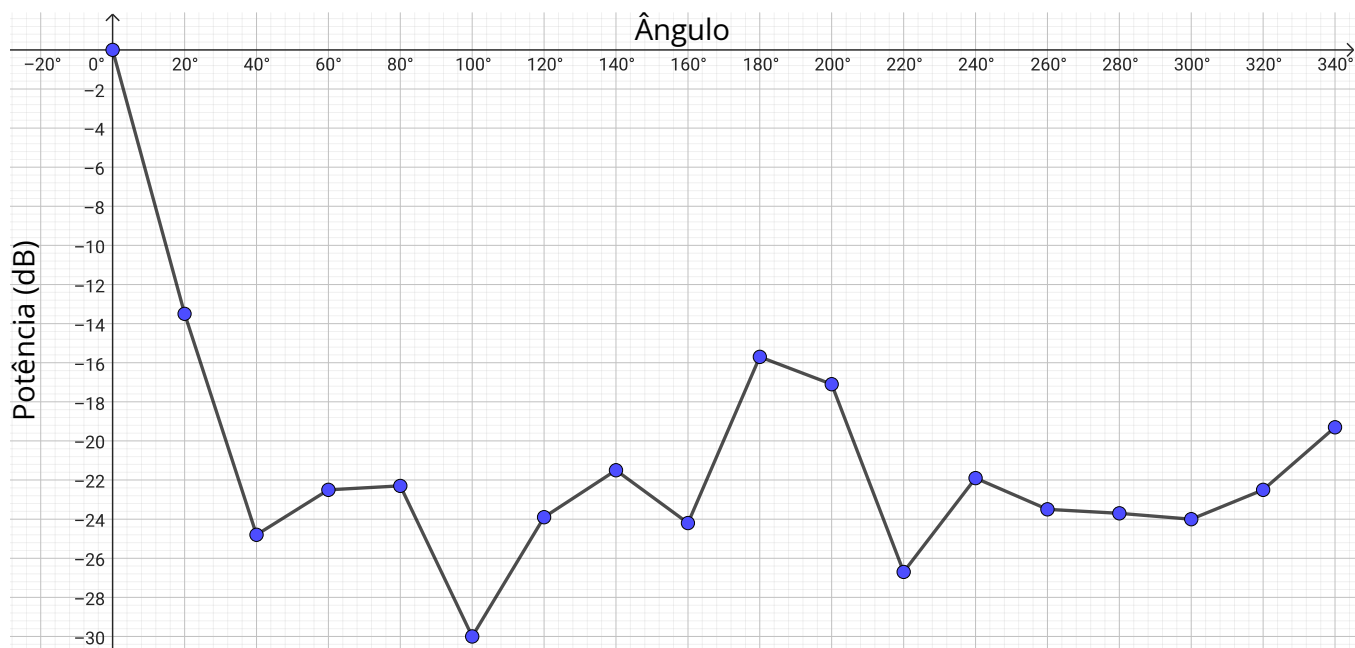
Ângulo (graus)	Potência (dB)
0	$2 - 2 = 0$
20	$-11,5 - 2 = -13,5$
40	$-22,8 - 2 = -24,8$
60	$-20,5 - 2 = -22,5$
80	$-20,3 - 2 = -22,3$
100	$-28 - 2 = -30$
120	$-21,9 - 2 = -23,9$
140	$-19,5 - 2 = -21,5$
160	$-22,2 - 2 = -24,2$
180	$-13,7 - 2 = -15,7$
200	$-17,1 - 2 = -19,1$
220	$-24,7 - 2 = -26,7$
240	$-19,4 - 2 = -21,4$
260	$-21,5 - 2 = -23,5$
280	$-21,7 - 2 = -23,7$
300	$-22 - 2 = -24$
320	$-20,5 - 2 = -22,5$
340	$-17,3 - 2 = -19,3$

Normalizado →

Na Tabela 1, estão os dados obtidos a partir do analisador de espectro. Já na Tabela 2, os dados de potência foram normalizados para que a máxima potência recebida se inicie em 0 dB.

Abaixo, está o gráfico, em coordenadas polares, dos valores de potência recebida normalizados:

Figura 1: Gráfico do primeiro experimento, com os valores de potência normalizados.



Nota-se que a maior potência é recebida quando as antenas estão alinhadas uma com a outra em visada direta. O menor valor obtido foi -30 dB, quando a antena receptora estava 100 graus fora de alinhamento com a antena transmissora.

O segundo experimento consistiu em aferir a resposta em frequência da antena receptora. Abaixo, está a tabela com os dados coletados:

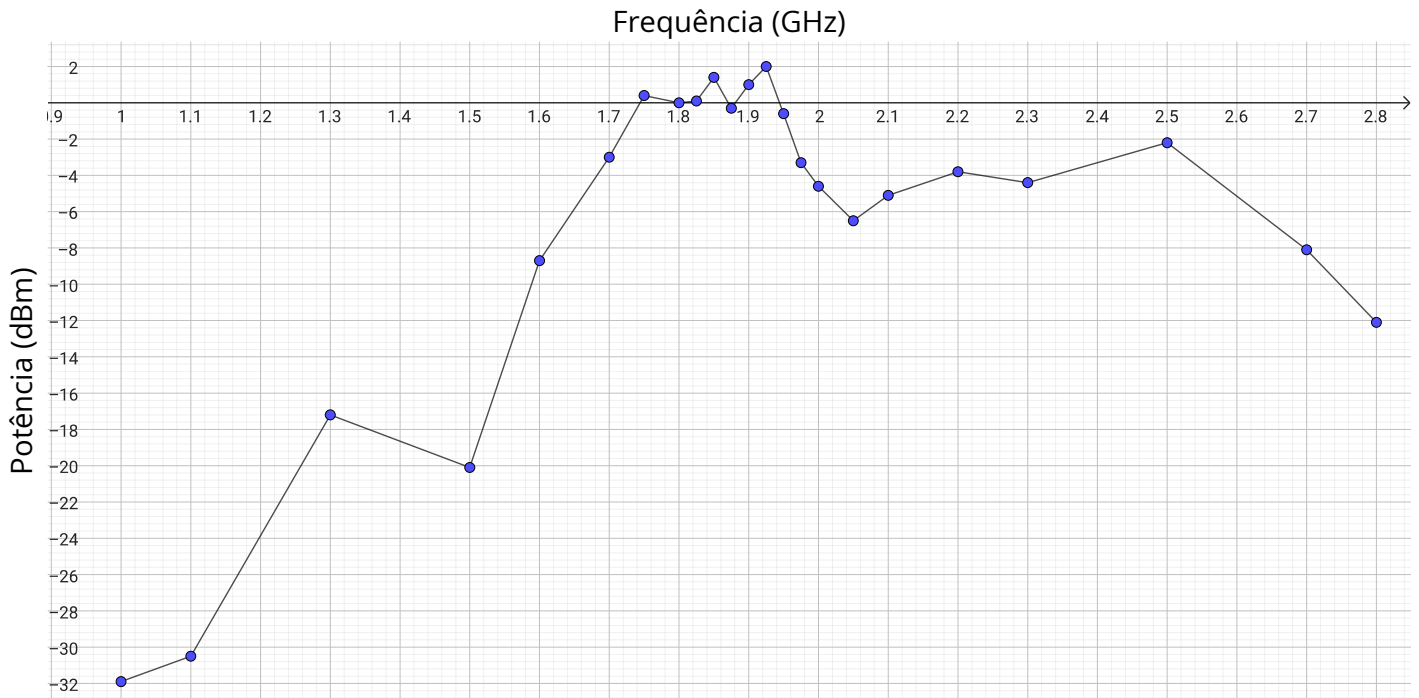
Tabela 3: Potências da resposta em frequência da antena.

f (MHz)	Potência (dBm)
1000	-31,9
1100	-30,5
1300	-17,2
1500	-20,1
1600	-8,7
1700	-3
1750	0,4
1800	0
1825	0,1
1850	1,4
1875	-0,3
1900	1
1925	2
1950	-0,6
1975	-3,3
2000	-4,6
2050	-6,5
2100	-5,1

2200	-3,8
2300	-4,4
2500	-2,2
2700	-8,1
2800	-12,1

Com os dados da tabela acima, foi gerado o gráfico abaixo:

Figura 2: Gráfico do segundo experimento, retratando a resposta em frequência da antena receptora.



Na Fig. 2, é possível aferir que a frequência de 1 GHz foi a mais atenuada. Em contrapartida, a frequência que teve melhor recepção, ou seja, teve menor atenuação, foi 1,925 GHz, sendo esta a frequência de ressonância da antena. Nesse experimento, com amplitude máxima de 2 dBm, a frequência de corte é aproximadamente 1,95 GHz, o qual possui amplitude observada de -0,6 dBm.

## Análise

No primeiro experimento, que buscou realizar o levantamento do diagrama de radiação, foi observado que a melhor recepção ocorreu com as antenas em visada direta. Como as medições foram realizadas dentro de um ambiente fechado, com uma variedade de equipamentos metálicos e diferentes tipos de materiais, ocorreu interferência nos resultados por conta das reflexões e refrações sofridas pelo sinal. Sendo assim, observando a Tabela 2, em um ângulo de 180 graus, cuja antena transmissora estava completamente oposta à antena receptora, esta recebeu um sinal com potência de -15,7 dB, sendo que a menor potência recebida foi -30 dB, no ângulo de 100 graus. Se a comparação for realizada quando a antena estava 40 graus deslocada, é possível observar que a potência foi de -24,8 dB. Em outras palavras, a influência do ambiente foi grande o suficiente para um deslocamento menor obtivesse uma atenuação maior. Como atrás da antena receptora havia uma parede, quando a antena foi rotacionada em 180 graus, o efeito da reflexão garantiu uma atenuação menos do que em outros deslocamentos, tanto que o único deslocamento que superou a potência mencionada foi no ângulo de 20 graus, com -11,5 dB.

É possível comparar a antena do experimento com a antena TL-ANT2424B, da TP-Link, cuja frequência de ressonância é 2,4 GHz. Consultando o *datasheet* da mesma, é possível obter as seguintes informações:

Tabela 4: Informações sobre a antena TL-ANT2424B, da TP-Link.

Faixa de frequência	2,4 GHz a 2,4835 GHz
Ganho (descontando a perda no cabo)	24 dBi

VSWR (parâmetro que mede o descasamento de impedância)	$\geq 1,5$
Largura de feixe horizontal (HPBW/H°)	10
Largura de feixe vertical (HPBW/V°)	14
Relação frente costas	> 30 dB
Impedância	50 $\Omega$
Potência irradiada	100 W
Conector	N Fêmea
Polarização	Horizontal ou Vertical
Montagem	Parede ou mastro
Velocidade máxima do vento	216 Km/h
Temperatura de operação	-40°C a 60°C

Abaixo, é possível comparar o diagrama de radiação vertical da antenna do laboratório com diagrama da TL-ANT2424B:

Figura 3: Diagrama de radiação de polarização vertical da antenna utilizada no experimento.

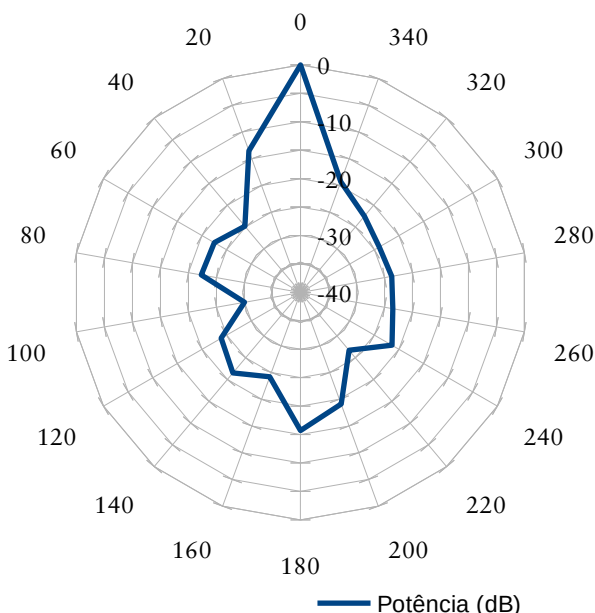
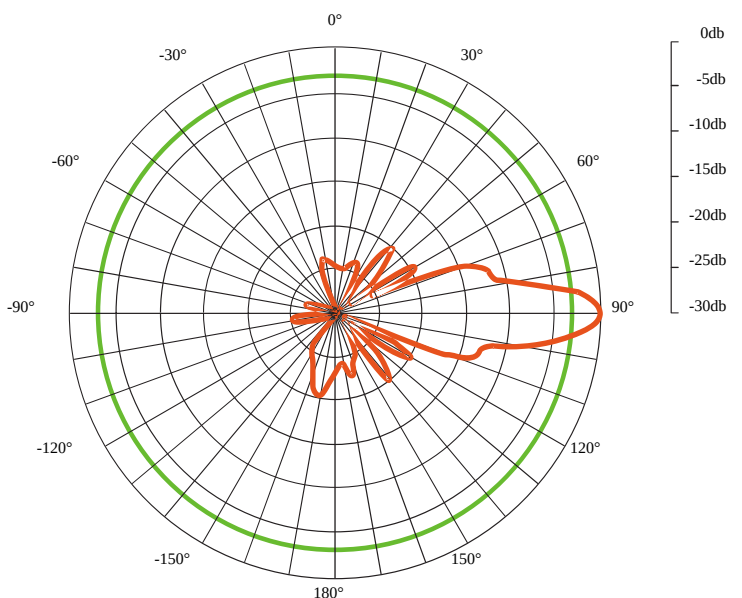


Figura 4: Diagrama de radiação de polarização vertical da antenna TL-ANT2424B.



Segundo a especificação do fabricante, sua antenna opera ponto a ponto, ou seja, com visada direta para outra antenna. No laboratório, a mesma aplicação foi avaliada, entretanto, o diagrama de frequências do experimento destoa daquele informado pelo fabricante da antenna comercial pois, conforme explicado anteriormente, o ambiente onde o experimento foi realizado propiciou várias reflexões e refrações do sinal. No diagrama da TL-ANT2424B, as medições foram feitas em um ambiente controlado, o qual essas interferências são bem menores. Entretanto, é possível observar semelhanças interessantes, como ambas possuem um ângulo específico de menor atenuação, sendo 0 grau no caso da antenna receptora do experimento e 90 graus na antenna da TP-Link. Outro ponto interessante é que, por ter sido realizado em um ambiente controlado, o diagrama da TL-ANT2424B possui grande atenuação no ângulo oposto àquele de menor atenuação. A foto abaixo mostra é a antenna da TP-Link. Se rotacionarmos a mesma em 90 graus, fica bem parecida com a do laboratório.

Figura 5: Antenna TL-ANT2424B



Figura 6: Antenna TL-ANT2424B rotacionada, ficando parecida com a do laboratório.

No segundo experimento, foi observada uma variação de potência em função da frequência. Isso permite encontrar a frequência de ressonância, que é aquela para qual a antena possui menor atenuação. Na Fig. 2 e na Tabela 3, é visto que isso acontece na frequência de 1,925 GHz. O comprimento de onda pode ser encontrado com  $\lambda = \frac{3 \times 10^8}{1,925 \times 10^9} = 0,1558 \text{ m}$ . A antena do laboratório possui um refletor gradeado, e o espaçamento entre

cada linha de grade é aproximadamente 2 centímetros, sendo menor do que  $\frac{1}{4}$  do comprimento da onda de ressonância. O ângulo de abertura também influencia na concentração do sinal refletido no centro da antena. Como o comprimento da onda de ressonância é 15,6 centímetros, a mesma consegue ser refletida até o centro da antena. Ondas de comprimentos menores, acabam sofrendo refração e são refletidas com mais atenuação para o centro da antena. Ondas com comprimentos maiores são refletidas, porém, não conseguem atingir a antena no centro da grade, já que o comprimento do mastro central é menor do que o necessário. Por conta disso, a frequência de 1 GHz é a mais atenuada e, conforme a frequência vai aumentando, as ondas passam a atingir a antena, até que após a 1,925 GHz, o comprimento vai diminuindo e essas frequências maiores acabam não atingindo mais a antena no centro da grade.