

Antennteorí Praktisk LABB

Gustaf Tröng

5 febrúari 2006

Innehåll

1	Mätning av strålningsdiagram	2
1.1	Effekträkning	2
1.2	Rotering	2
1.3	Plott	2
1.4	HPBW	4
1.5	Teoretiskt värde på HPBW	4
1.6	Jämförelse av HPBW med hänsyn till olika frekvens	5
2	Mätning av impedans, resonansfrekvens och stömfördelning för en linjär tråd antenn	6
2.1	Mätning av impedans och resonansfrekvens	6
2.1.1	Jämförelse av kurvor	6
2.1.2	Effektivitet	7
2.1.3	Jämförelse av impedans hos antenner	7
2.1.4	Kvot mellan resonansfrekvenser	7
2.2	Mätning av strömfördelning	7
2.2.1	Plott av strömfördelningarna	7
2.2.2	Loopantennen	8

Kapitel 1

Mätning av strålningsdiagram

I denna del av labben ska vi mäta upp ett strålningsdiagram för en dipolantenn. Uppmätningen sker i ett ekofritt rum (eng. anechoic chamber). I ena änden av rummet sitter en hornantenn som sänder, i andra änden är vår testantenn fäst på ett bord som kan roteras.

1.1 Effekträkning

För att räkna om -40 dBm till enheten Watt använder jag formeln (1)

$$P[\text{dBm}] = 10 \log \frac{P[\text{W}]}{1\text{mW}} \quad (1.1)$$

Ur denna kan vi lösa ut $P[\text{W}]$ så att vi får (2)

$$P[\text{W}] = 10^{\frac{P[\text{dBm}]}{10}} \times 10^{-3} \quad (1.2)$$

Nu kan vi sätta in $P[\text{dBm}] = -40$ och får då $P[\text{W}] = 0,1 \mu\text{W}$.

För att räkna ut vilken spänning detta motsvarar då vi har 50Ω får vi använda $P = U \times I$ och $U = R \times I$, dessa formler ger (3)

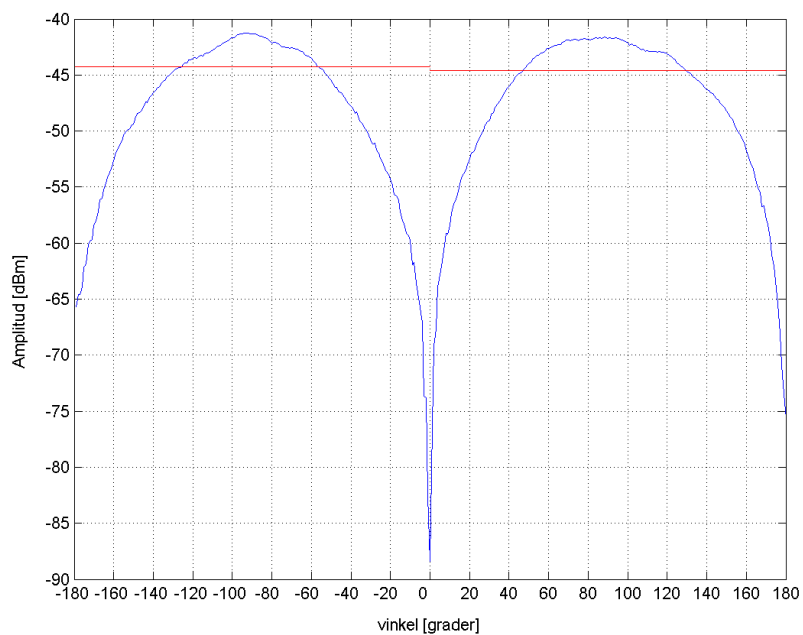
$$U = \sqrt{PR} \quad (1.3)$$

Med $P = 0,1 \mu\text{W}$ och $R = 50 \Omega$ så får vi $U = 2,24 \text{ mV}$

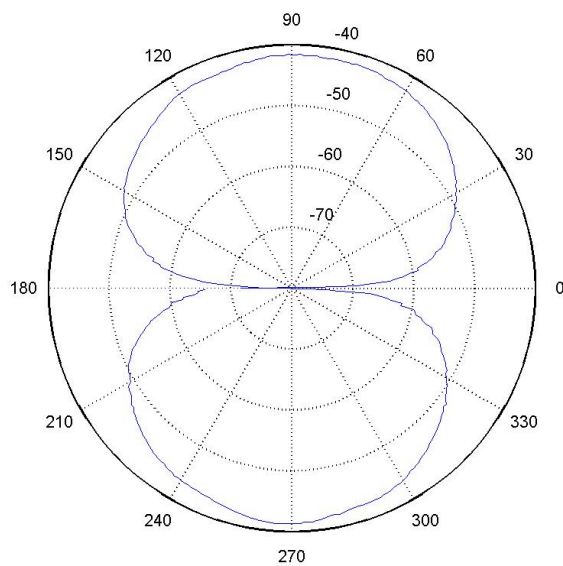
1.2 Rotering

För att få ett strålningsdiagram för antennen roterades den från -180° till $+180^\circ$. Under uppmätningen använde vi frekvensen $1,8 \text{ GHz}$

1.3 Plott



Figur 1.1: Här är en plott som visar hur effekten varierar med rotationsvinkel. De horisontella linjerna visar när effekten skunkit 3 dB under maxvärdet. Man kan även se att maximum inträffar vid 90° , som sig bör.



Figur 1.2: Här är en polärplot över samma sak

1.4 HPBW

För att få reda på HPBW (Half Power BeamWidth) måste vi först ta reda på maxvärdet av effekten. Jag tog fram maxvärden från båda sidorna ur datat från MATLAB genom att använda max-funktionen. Resultatet finns i tabellen nedan.

sida	Maxvärde(dBm)	Vinkel
Vänster	-41.2332	-94°
Höger	-41.6227	88°

När jag hade ritat strecken 3 dB under maxvärdet kunde jag läsa av vid vilka vinklar linjen skar effektkurvan. Skärningarna inträffade vid -126.5°, -56°, 129.8° och 56°. Detta ger en HPBW på 77.15° om man tar medelvärde av de två sidorna.

1.5 Teoretiskt värde på HPBW

Ur boken *Electromagnetic Waves and Antennas* av S. J. Orfanidis, får man värdet 78,08° på HPBW för en halv vågsdipol. I boken *Antenna Theory* av Constantine A. Balanis ges den approximativa formeln av strålningsintensiteten

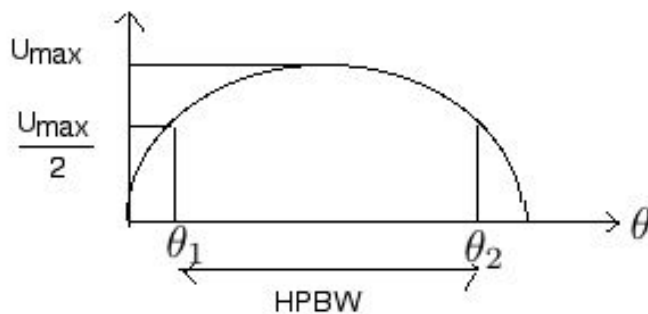
$$U = \eta \frac{|I_0|^2}{8\pi^2} \sin^3 \theta \quad (1.4)$$

De vinklar som uppfyller att strålningsintensiteten har sjunkit till hälften är

$$\theta_1 = \arcsin(\sqrt[3]{1/2}) = 52,23^\circ \text{ och,}$$

$$\theta_2 = 180 - \theta_1 = 127,77$$

Detta ger $HPBW = \theta_2 - \theta_1 = 75^\circ$, se figur 1.3. Detta värde är uträknat utifrån en approximation och det korrekta värdet ska som tidigare nämnts vara 78,08°.



Figur 1.3: Hur man får fram HPBW

1.6 Jämförelse av HPBW med hänsyn till olika frekvens

I vår mätning använde vi frekvensen $f = 1.8$ GHz, $\lambda/2$ resonansen ligger på $f = 1.44$ GHz. Alltså använde vi en högre frekvens än den som gav $\lambda/2$ resonans. Ur sambandet $\lambda = \frac{c}{f}$ kan vi se att med en högre frekvens blir våglängden kortare, detta leder till att vår antenn uppfattas som längre. Med en längre antenn får vi snävare lober, som figur 4.6 i Balanis bok visar, och alltså borde HPBW bli mindre. Detta stämmer ungefär med mitt resultat.

Kapitel 2

Mätning av impedans, resonansfrekvens och strömfördelning för en linjär tråd antenn

I denna del av labben ska vi mäta impedans och resonansfrekvens för en vertikal elektrisk dipolantenn och en vertikal elektrisk monopolen som är placerad ovanför ett perfekt ledande jordplan. För monopolen mäter vi även strömfördelningen på antennen. Dipolen är 1 m lång och monopolen är 0.5 m. Fälten som dessa antenner strålar ut är desamma, men de har olika impedans.

2.1 Mätning av impedans och resonansfrekvens

De frekvenser som vi kan förvänta oss resonanser på är då dipolens totala längd motsvarar $\lambda/2$, λ och $3\lambda/2$. Då dipolens längd är 1 m motsvarar dessa våglängder 150, 300 och 450 MHz.

När vi mäter upp de tre resonanserna upptäcker vi att de ligger på lägre frekvenser än vi hade förväntat oss. Detta beror på att den elektriska längden är något längre än den fysiska längden. Balanis tycker att man ska kompensera för detta genom att göra antennen till 0,95 av dess längd, men det gör inte vi. De uppmätta impedanserna vid olika frekvenser kan ses i Tabell 2.1.

2.1.1 Jämförelse av kurvor

Om vi jämför de kurvor vi ser på nätverksanalysatorns skärm med kurvorna i figur 8.16 i Balanis bok, ser vi att de stämmer bra. För låga frekvenser är antennen kapacitiv. När vi har $\lambda/2$ är antennen rent resistiv och ungefär 74Ω , när vi sedan ökar frekvensen blir antennen induktiv. Sedan går det upp och ner.

Tabell 2.1: Antennimpedans vid olika frekvens

	f(MHz)	Dipolimpedans	f(MHz)	Monopolimpedans (Ω)
$\lambda/2$ - res	134,6	61,82 Ω	133,8	25,4
λ - res	282,18	1,73 k Ω	206	903,7
$3\lambda/2$ - res	415,8	83,15 Ω	399,5	44,3
	150	131 + j53 Ω	150	94,8 + j63,6
	300	1190 - j41.6 Ω	300	224,8 - j72
	450	230 + j57,2 Ω	450	503,5 - j0,84

2.1.2 Effektivitet

Antennen är mest effektiv när dess längd är $\lambda/2$ eftersom antennens resistans bäst matchar kabeln då, kabeln har oftast den karakteristiska impedansen 75 Ω . Dessutom är reaktansen noll.

2.1.3 Jämförelse av impedans hos antenner

I Balanis bok påstås det att monopolens impedans är hälften av dipolens. För den första resonansen uppmätte vi $R = 61,82 \Omega$ för dipolen och $R = 25,4 \Omega$ för monopolen, detta stämmer ganska bra med förutsägelsen i Balanis bok.

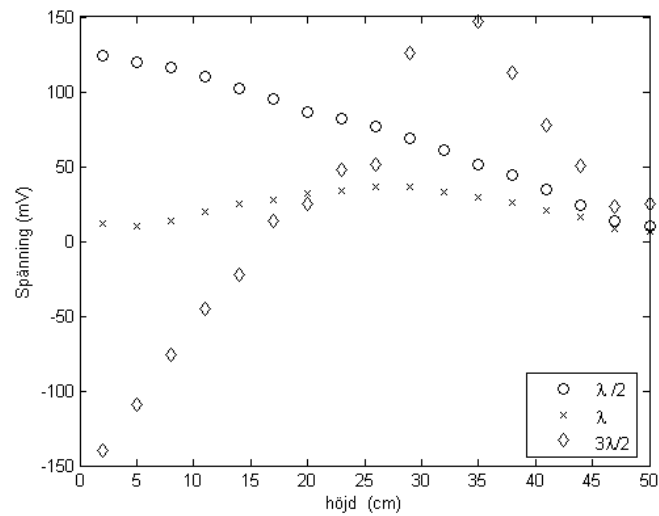
2.1.4 Kvot mellan resonansfrekvenser

Om vi bildar kvoten mellan den första uppmätta resonansen för dipolen och 150 MHz så får vi 0,897, och för monopolen får vi 0,892. Detta är ganska nära Balanis 0,95.

2.2 Mätning av strömfördelning

I den här delen av labben ska vi mäta strömfördelningen på monopolen. Denna mätning gör vi med en liten loopantenn, som vi flyttar längs med monopolen. Strömmen i antennen alstrar ett magnetfält som är direkt proportionellt mot strömmen. Magnetfältet mäts med en liten slingantenn och ett värde proportionellt mot strömmen i monopolen mäts med nätverksanalysatorn.

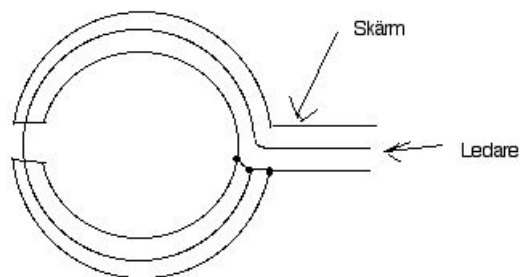
2.2.1 Plott av strömfördelningarna



Figur 2.1: Här visas hur strömmen varierar längs monopolen. Spänningen i figuren är proportionell mot strömmen.

2.2.2 Loopantennen

En loopantenn fångar upp både elektriska och magnetiska fält. I vårt fall har vi däremot en speciell antenn. Den består av en koaxialkabel, se figur 2.2.2. På detta sätt skämar vi av det elektriska fältet, bara det magnetiska fältet kommer igenom och mäts.



Figur 2.2: Detta är vår loopantenn