

---

---

# Lektion 10

Decibel, verkningsgrad,  
logaritmisk skala, frekvens -  
våglängd och antenner

---

---

# Verkningsgrad

Verkningsgraden hos en sändare kan bestämmas om man vet hur mycket den drar i effekt och hur mycket effekt den lämnar vid sändning.

Exempel: En sändare som ger 100W drar 20A vid 13.8V. Bestäm verkningsgraden.

Först beräknas den effekt sändaren drar med  $P = U * I$

$$P = 13.8 * 20 = 276W$$

Sedan beräknas verkningsgraden:

$$100W / 276W = 0,36$$

Verkningsgraden är då 36%

# Frekvens och Våglängd

- Frekvensen är definierad som antal svängningar per sekund hos en repeterande funktion. Bärivågen är som regel sinusformad och frekvensen kan då beskrivas som antal gånger den når sitt ena toppvärde under en sekund
- Våglängden bestäms av frekvensen och ljushastigheten. I fria rymden använder vi 300 000 km/s som ljushastighet. **Om vi sätter frekvensen i MHz** får vi följande samband:

$$\lambda = \frac{300}{f} \qquad f = \frac{300}{\lambda}$$

# Frekvens och Våglängd

**Exempel:** Bestäm den exakta våglängden i fri rymd vid frekvenserna 3,765 MHz samt 14,250 MHz.

Våglängden blir då:

$$300/3,765 = 79,7 \text{ m}$$

$$300/14,250 = 20,05 \text{ m}$$

**Överkurs:** Vid vilken frekvens är våglängden i meter likadan som frekvensen i MHz?

# Frekvens och Våglängd

Våglängden förändras om utbredningen av en signal inte sker i fri rymd. Detta bestäms av den så kallade **dielektricitetskonstanten**.

Detta gör att signalerna **går långsammare** i ledningar, exempelvis koaxialkabel. Detta bestäms av vilken typ av dielektrikum som används. Kablar med mycket teflonplast kan ha en **hastighetsfaktor** (velocity factor) som ligger på 0,66 medan sådana kablar som har skumfyllning kan ligga mycket högre ca 0,88.

Hastighetsfaktorn multipliceras med frirumshastigheten hos ljuset innan man beräknar våglängden på kabeln. I datablad för kabeln står vilken hastighetsfaktor den har.

# Våglängd och frekvens

**Exempel:** Beräkna hur lång en våglängd är på en koaxialkabel som har en hastighetsfaktor på 85%. Frekvensen som används är 7,150 MHz.

Först multiplicerar vi ljushastigheten i fri rymd med hastighetsfaktorn:

$$300 * 0,85 = 255$$

Sedan använder vi den för att beräkna våglängden:

$$\text{Våglängden} = 255 / 7,150 = 35,66 \text{ m}$$

# Våglängd och frekvens

**Exempel:** Det skall tillverkas ett så kallat stubbfilter för frekvensen 18,120 MHz. Till detta behövs bland annat en koaxialkabel som är  $\frac{1}{4}$  våglängd. Beräkna hur lång den skall vara givet en hastighetsfaktor på 88% för kabeln.

**Lösning:** Ljusets hastighet är  $0,88 \cdot 300 = 264$  km/s i den angivna kabeln. En våglängd blir då  $264/18,120 = 14,57$  m och vi vill ha en fjärde del av detta så vi delar med 4 och får då 3,64 m

# Logaritmisk skala

- En logaritmisk skala används när
  - Man behöver i samma skala hantera mycket små och mycket stora tal
  - När man har kvadratiska beroenden och ekvationer
- Det finns olika logaritmer, de vanligaste är:
  - Basen 10 - används bl.a. för decibelskalan
  - Basen e - den naturliga logaritmen används för vissa matematiska operationer och t.ex. Neper
  - Basen 2 - används inom digitalteknik och informationsvetenskap (Shannon)





# Logaritmisk skala

- Underlättar matematiska operationer
  - Multiplikation blir addition i en logaritmisk skala
  - Division blir subtraktion i en logaritmisk skala
- Användbart för radioamatörer när
  - Man skall göra beräkningar på förstärkning och dämpning, uteffekter, antennvinster

# Decibel

- Bell är en logaritmisk enhet som jämför två effekter vi kan kalla dem P1 och P2. Eftersom enheten är mycket stor, 1B = 10 ggr, så använder vi decibel där 10 dB är = 10 ggr.

$$\text{dB} = 10 \cdot \log \left( \frac{P_U}{P_I} \right)$$

# Decibel

Man kan räkna om mellan decibel och förstärknings- eller dämpningsfaktor enligt följande formel:

$$k = 10^{(\text{dB}/10)}$$

Samt åt andra hållet med följande formel:

$$\text{dB} = 10 \cdot \log(k)$$

# Decibel

- 10 dB = 10 ggr mer, -10 dB = 10 ggr mindre
- Exempel: 1W + 10 dB = 10W, 100W - 10 dB = 10W
  
- 3 dB = Fördubbling 2 ggr  
6 dB = 4 ggr  
9 dB = 8 ggr
  
- -3 dB = Halvering  $\frac{1}{2}$   
-6 dB =  $\frac{1}{4}$   
-9 dB =  $\frac{1}{8}$

# Decibel

**Exempel:** En dämpare har dämpningstalet 10 dB och effekttåligheten 20W. Om jag ansluter den till en sändare med 10 W uteffekt, hur mycket kommer ut ur dämparen?

$$10 \text{ W} - 10 \text{ dB} = 1 \text{ W}$$

**Exempel:** Min matarledning till en av antennerna har 3 dB förluster, om jag sänder med 100 W nere vid radions antennport, hur mycket effekt når faktiskt antennen?

$$100 \text{ W} - 3 \text{ dB} = 50 \text{ W}$$

# Decibel

- Effekt som relateras till 1 mW kallas dBm. Den beskriver hur mycket större eller mindre effekten är jämfört med 1 mW.
- Enheten skrivs som dBm

**Exempel:**  $30 \text{ dBm} = 1000 * 1 \text{ mW} = 1 \text{ W}$

**Exempel:**  $-30 \text{ dBm} = 1 \text{ mW} / 1000 = 1 \text{ } \mu\text{W}$

# Decibel

Ett annat användbart begrepp är att beskriva en antennis "antennvinst" i bästa riktningen, ett värde man ofta ser på datablad.

En antenn jämförs då med hur mycket bättre den är i sin bästa riktning jämfört med en dipolantenn (dBd) eller en tänkt isotrop antenn (som strålar som ett klot) och då används beteckningen dBi.

$$\text{dBi} = \text{dBd} + 2.15$$

$$\text{dBd} = \text{dBi} - 2.15$$

Amatörer använder oftast dBd och jämför med en tänkt dipol medan i professionella RF-sammanhang är dBi-talet vanligare.

# Decibel

## Exempel:

En radio kan ge 100W uteffekt. Den är kopplad till en antennavstämningseenhet som har 2 dB förlust. Därefter har matarkabeln till antennen ca 3 dB förlust på den aktuella frekvensen.

Hur mycket effekt når egentligen antennen vid sändning?

Först lägger vi samman 2 dB i avstämningseenheten med 3 dB i matarkabeln och får då totalt 5 dB förlust.



# Decibel

När man gör beräkningar är det ofta praktiskt att ha effekten från sändaren i decibel också. Detta görs genom att man räknar om den till dBm eller dBW (dB mot 1mW eller dB mot 1W).

**Exempel:** En sändare på 10W har en matarledning med 2 dB förlust och en antennvinst på 2.15 dBi. Beräkna EIRP från antennen i huvudriktningen.

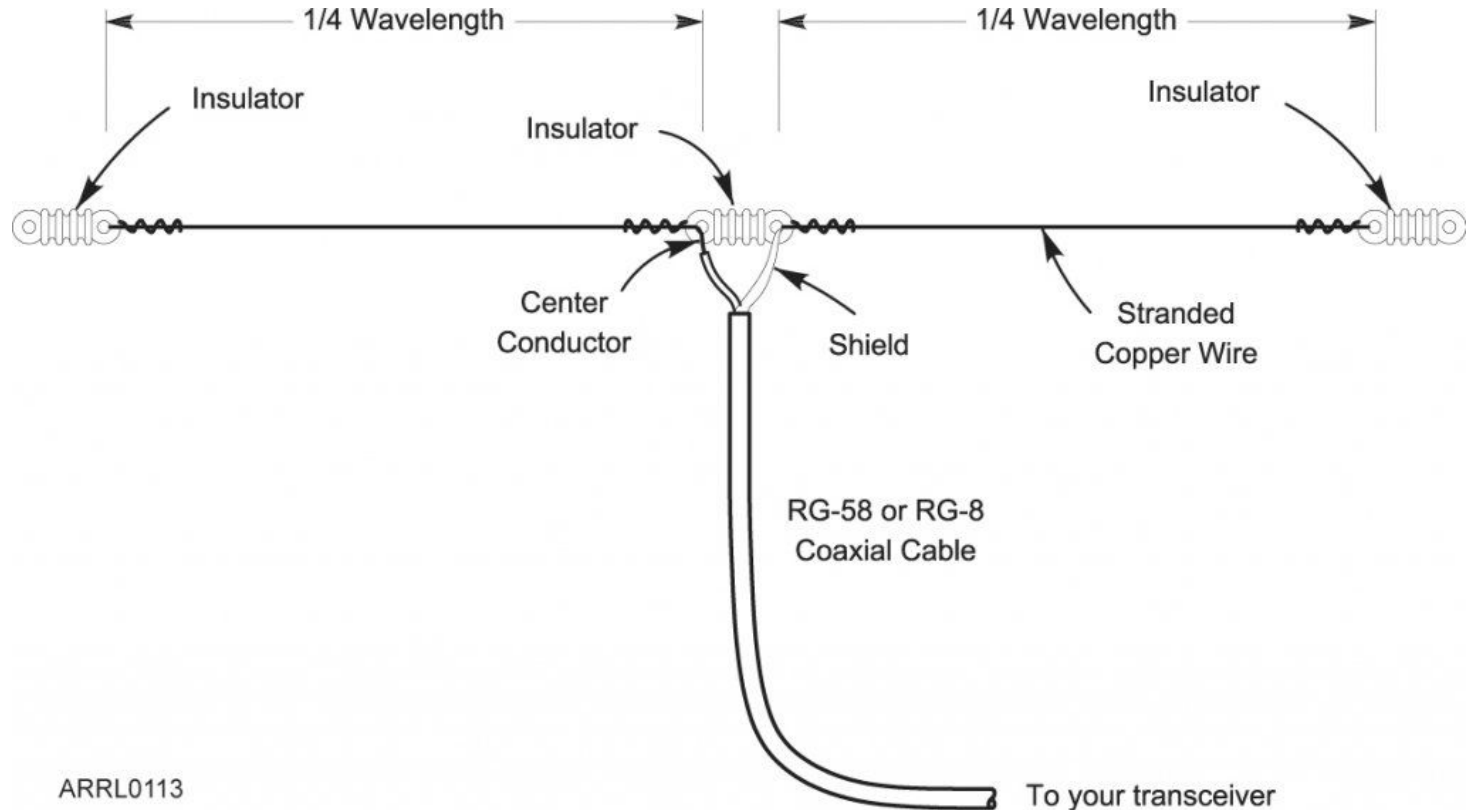
**Lösning:** 10W kan göras om till dBm genom följande:  $10 \cdot \log(10W/1mW) = 10 \cdot \log(10/0,001) = 10 \cdot \log(10\ 000) = 10 \cdot 4 = 40$  dBm. Sedan kan vi beräkna:  $40\text{ dBm} - 2\text{ dB} + 2.15\text{ dBi} = 40 - 2 + 2.15 = 40,15$  dBm.

Tillbaka till milliwatt  $10^{(40,15/10)} = 10^{(4,015)} = 10\ 351$  mW = 10,35W EIRP

# Dipolantennen

- Dipolantennen är grundformen för alla antenner
- Egentligen är alla antenner dipoler, även de som ibland kallas monopol, de använder jorden som motpol
- Dipolantennen består i sin grundform av två stycken antenspröt eller trådar och en matning i mitten
- En dipol i resonans är som regel  $\frac{1}{2}$  våglängd lång totalt.
- Varje ben är då  $\frac{1}{4}$  våglängd

# Dipolantennen

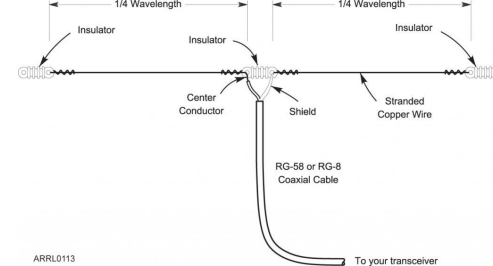


# Dipolantennen

- Längden på en dipolantenn kan beräknas om man vet vilken frekvens den skall användas på
- Man beräknar en halv våglängd vilket ger den totala längden
- Varje ben är då hälften av detta, dvs  $\frac{1}{4}$  våglängd

Exempel: Beräkna varje bens längd till en dipol avsedd för frekvensen 14,2 MHz.

$300/14,2 = 21,12$  meter som vi delar med 2 vilket ger den totala längden 10,56 meter. Varje ben är då hälften av detta vilket blir 5,28 meter

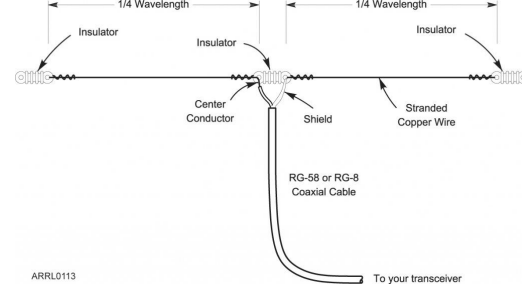


# Dipolantennen

- I praktiken visar det sig att en dipol som klipps till den exakta längden inte blir helt resonant. Den har en del induktans i sig
- För att balansera upp induktansen kan man korta den något och få väldigt nära 50 ohm i matningspunkten

I handböcker ser man ofta man skall ta 95 % av längden man räknat fram. Det är lite mycket visar praktiska prov, så någonstans runt 98% är bättre.

I praktiken gör man antennen lite längre än avsett först, sedan mäter man och klipper bit för bit tills man får resonans.



# Yagi-Uda

En populär antenn för lite högre frekvenser, VHF och uppåt, även om den också förekommer på kortvågsbanden, är den så kallade Yagi-Uda antennen. Ibland kallas den enbart Yagi-antenn.



# Yagi-Uda



Antennen är konstruerad med ett antal olika element. Längder och inbördes avstånd bestäms av hur man vill konstruera antennen samt den våglängd/frekvens som den används på.

Elementen är av tre typer:

- Drivelementet är det aktiva elementet dit sändtagaren ansluts
- Bakom drivelementet finns en eller flera direktorer som skall reflektera signalen framåt
- Framför drivelementet finns direktorer som har till uppgift att fokusera signalen i en riktning i en smal "stråle"

# Yagi-Uda



- Har god riktverkan, ofta 10-14 dBi antennförstärkning (gain)
- Har ett bra fram/back-föihållande (front to back ratio) som kan vara i storleksordningen 20-30 dB
- Strålar lite åt sidorna
- Gör det möjligt att rikta signalen åt ett visst håll
- Kan användas horisontellt eller vertikalt
- Kan även cirkulärpolariseras med ett särskilt matchningsnät om man gör en kryss-yagi