

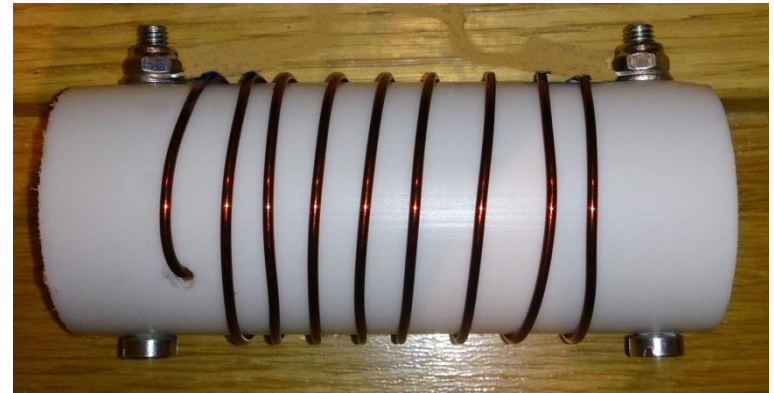


Moro med spoler og kondensatorer!

- Spoler
- Kondensatorer
- Dipoler forkortet med spole
- Vertikaler forkortet med spole
- Trap dipoler
- Trap vertikaler
- Impedanstilpassning ved hjelp av L-nettverk

Spoler

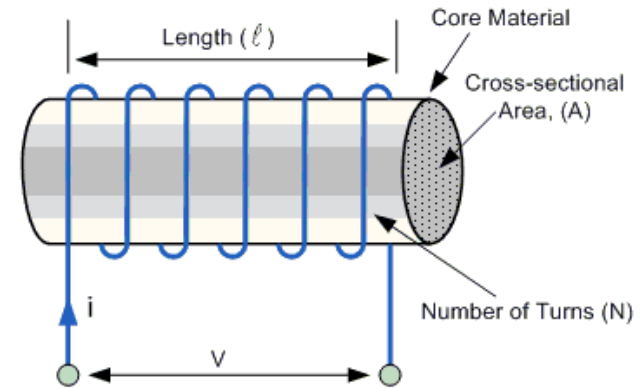
- Spoler er enkle å lage selv. Man vikler bare kobberledning på en spoleform av plast.
- Viktig: Bruk rustfrie eller syrefaste skruer!



Spoler

Spolens verdi blir bestemt av følgende:

- Antall viklinger
- Spolens lengde
- Spolens diameter.
(Egentlig arealet, men vet man diameteren til en sirkel vet man også arealet til sirkelen.)
- Ved isolert ledning, husk å legge til tykkelsen på isolasjonen fordi den påvirker diameteren på spolen.
- Materialet spolen er viklet rundt.
(For ett hult plastrør er dette materialet så å si identisk med luft.)



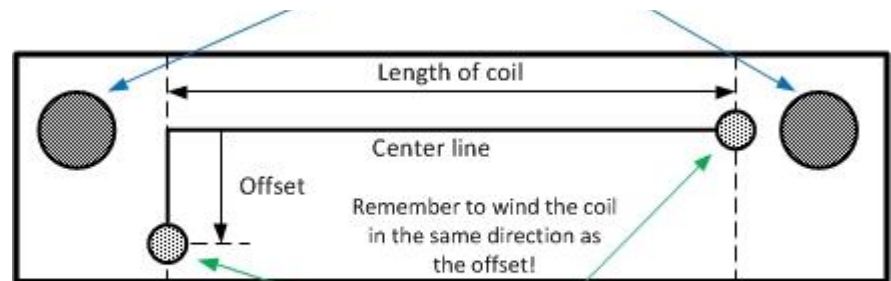
Spoler

- Jeg har laget ett regneark som gjør det enkelt å lage sine egne spoler.
- Man taster bare inn ønsket verdi på spolen i microHenry.
- Diameteren på spolen.
- Lengden på spolen.
- Regnearket regner ut:
 - Antall viklinger
 - Omkretsen til røret
 - Nødvendig trådlengde
 - Samt en offset i forhold til senterlinjen slik at antall «desimalviklinger» blir riktig.
- Tegningen til høyre benyttes som mal når man skal bore og vikle.

$$n = \frac{\sqrt{L (18 d + 40 \ell)}}{d}$$

Spolens verdi L [uH]:	0,83	Skriv inn verdi
Diameteren på plastrøret d [mm]:	40	Skriv inn verdi
Lengden på spolen l [mm]:	60	Skriv inn verdi
Antall viklinger n:	6,41	Kalkulert verdi

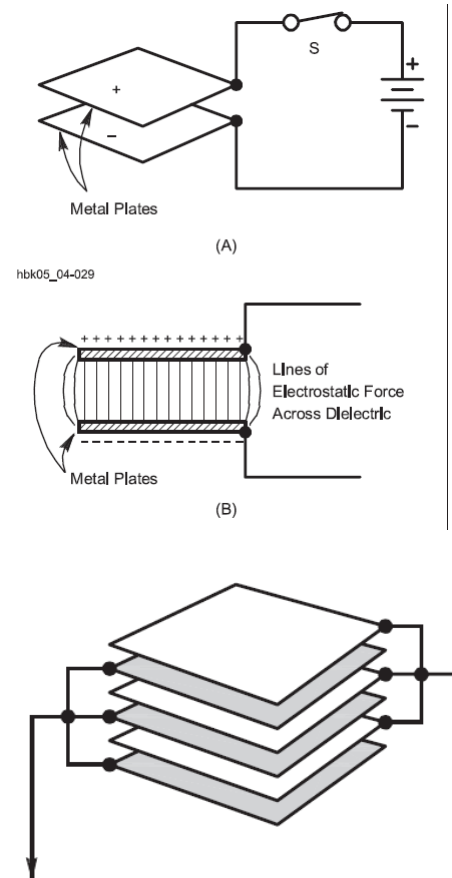
Omkrets [mm]:	125,7	Kalkulert verdi
Trådlengde [cm]:	80,6	Kalkulert verdi
Offset [mm]:	51,7	Kalkulert verdi



Drill 2 small holes
for the coil wire.

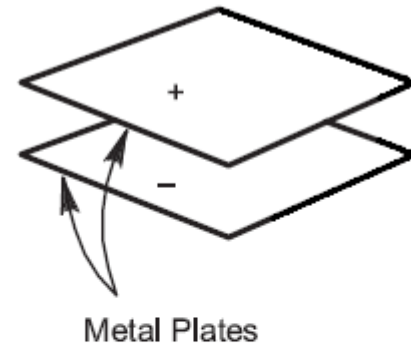
Kondensatorer

- Kondensatorer er også enkle å lage selv.
- Kort fortalt består en kondensator av 2 metallplater.
- Kondensatorens verdi blir bestemt av:
 - Platenes areal
 - Avstanden mellom platene
 - Isolasjonsmaterialet mellom platene.
- Fordi egnede kondensatorer er billige og enkle å få tak i for standardverdier kjøper jeg som oftest kondensatorene.
- Noen ganger trenger man kondensatorer som ikke har en standardverdi, og da er det greit å kunne lage sine egne kondensatorer.



Kondensatorer

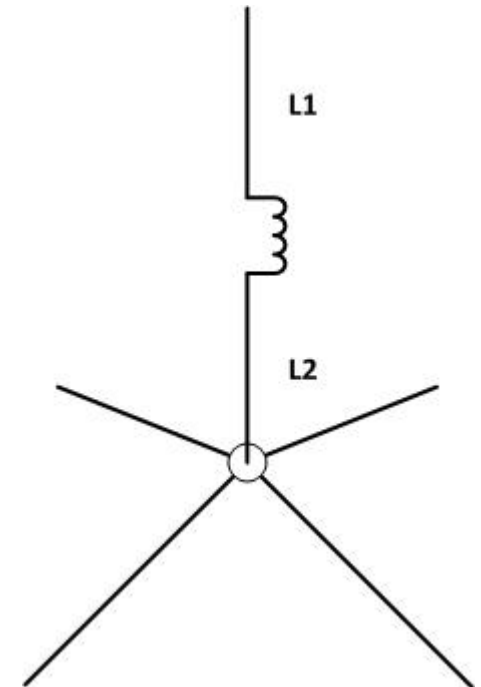
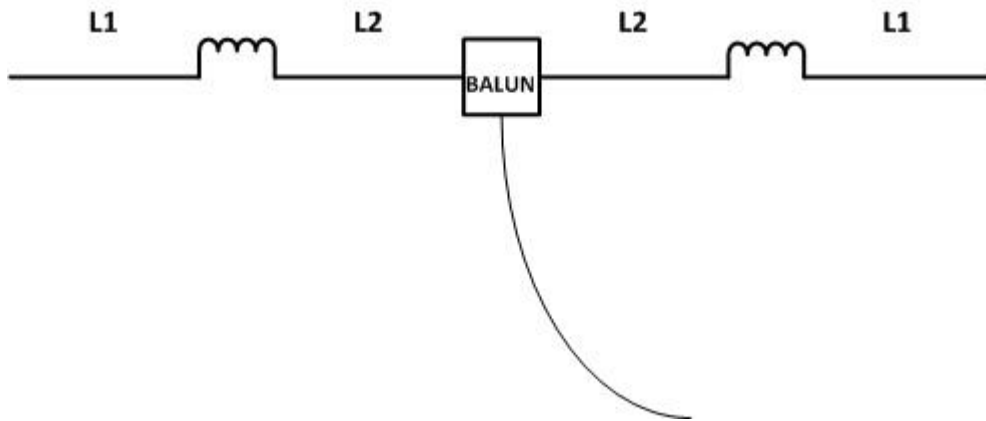
- For de som ønsker å lage sine egne kondensatorer bestående av to parallelle firkantede plater med luft i mellom har jeg laget ett regneark som gjør dette enklere.
- Man taster bare inn:
 - Lengden på sidene
 - Avstanden mellom platene
- Regnearket regner ut kapasitansen.



Side 1 [cm]:	<input type="text" value="10"/>
Side 1 [cm]:	10
Areal [cm ²]:	100
Avstand [cm]:	0,02
Kapasitans [pF]:	445,16

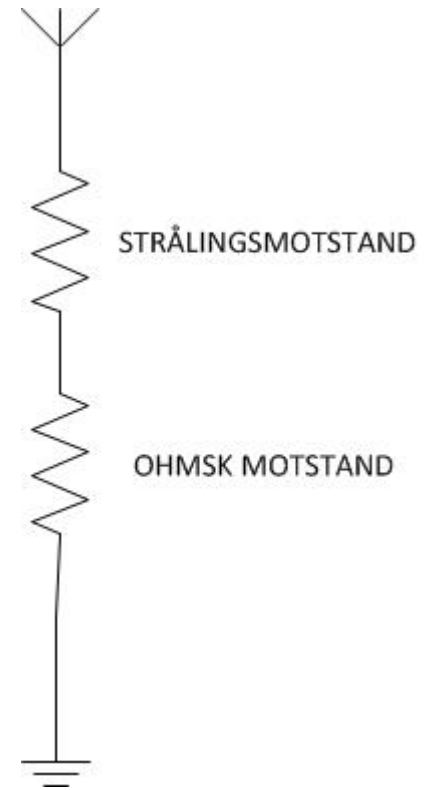
Forkortede antenner

- Det er flere måter å lage forkortede antenner på.
- I dag skal jeg fortelle om den enkleste og mest brukte metoden.
- Nemlig antenner forkortet ved hjelp av spoler.



Antenner forkortet ved hjelp av spoler.

- Når man forkorter antenner blir strålingsmotstanden lavere.
- Den ohmske motstanden er tilnærmet konstant.
- Den ohmske motstanden er rent tap.
- Når strålingsmotstanden minker og den ohmske motstanden er konstant blir mer av den tilførte effekten omsatt i den ohmske motstanden og blir til varme i stedet for å bli strålet ut.
- For å motvirke dette kan man bruke spoler.
- Spolen gjør at strålingsmotstanden blir høyere, og antennen blir dermed mer effektiv.
- Spolen har også en ohmsk motstand, den øker med lengden av tråden i spolen.
- Derfor ønsker man at spolens verdi skal være minst mulig.



Antenner forkortet ved hjelp av spoler.

- Man ønsker å holde antennestrømmen så stor som mulig fordi det er der hvor antennestrømmen er stor, antennens utstråling er størst.

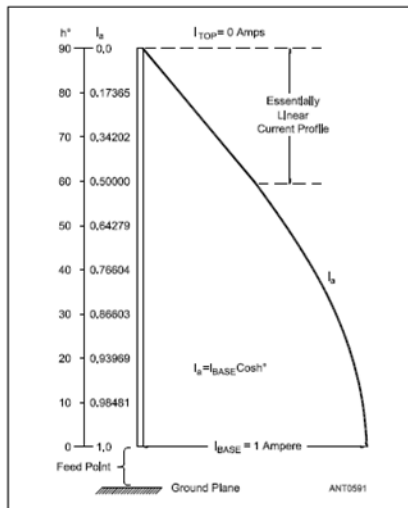


Fig 21.7 — Relative current distribution on a vertical antenna of height $h = 90$ electrical degrees.

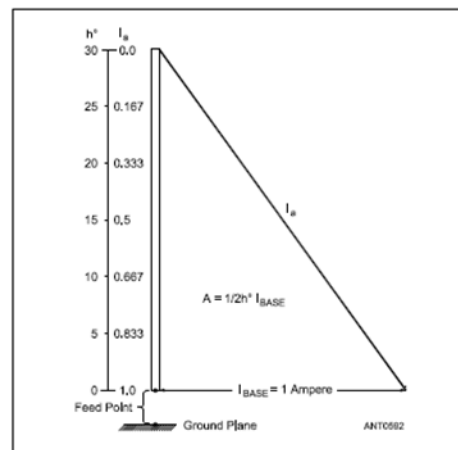


Fig 21.8 — Relative current distribution on a base-loaded vertical antenna of height $H = 30$ electrical degrees (linearized). The base loading coil is not shown here.

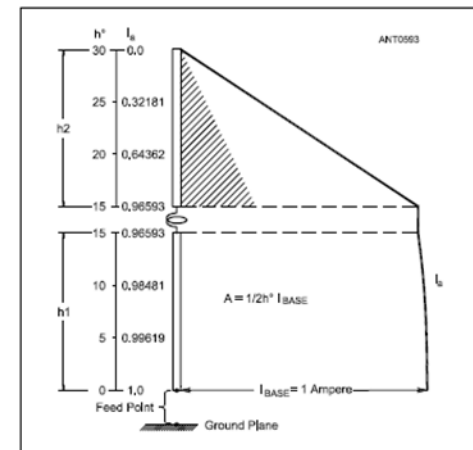


Fig 21.9 — Relative current distribution on a center-loaded antenna with base and top sections each equal to 15 electrical degrees in length. The cross-hatched area shows the current distribution that would exist in the top 15° of a 90°-high vertical fed with 1 ampere at the base.

Antenner forkortet ved hjelp av spoler.

- Spolens plassering.
- For å oppnå resonans øker spolens verdi med avstanden fra fødepunktet for en gitt lengde.
- Å plassere spolen midt mellom fødepunktet og enden gir det beste kompromisset mellom ønsket om å holde antennestrømmen så stor som mulig og verdien på spolen så liten som mulig.

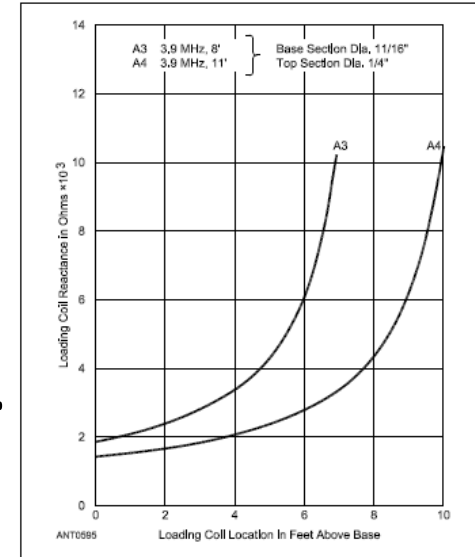
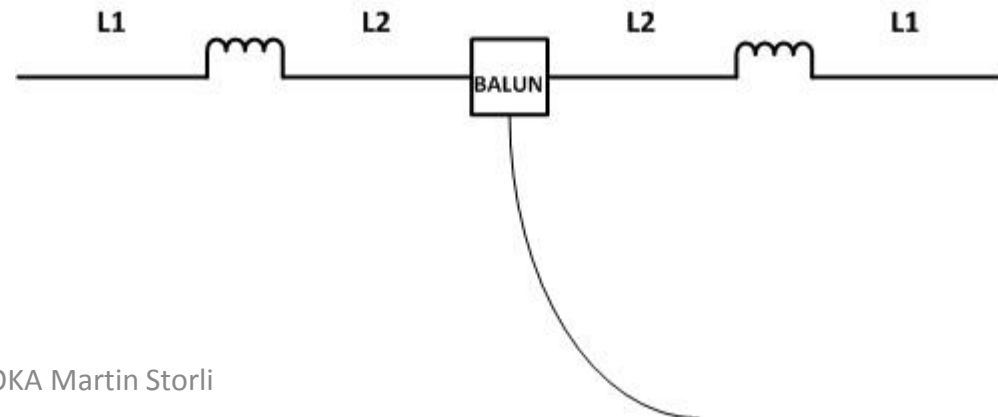


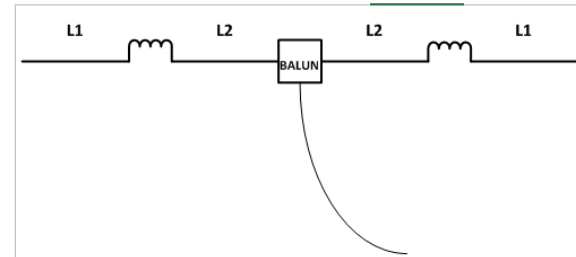
Fig 21.11 — Loading coil reactance required for resonance, plotted as a function of coil height above the antenna base. The resonant frequency is 3.9 MHz.



Forkortede dipoler

- Regnearket jeg har laget regner automatisk ut størrelsen på spolen.
- Man skriver inn følgende:
 - Lengden på den ytre seksjonen.
 - Lengden på den indre seksjonen.
 - Tykkelsen på antenneelementene.
 - Hastighetsfaktoren til ledningen.
 - Frekvensen.
 - Diameteren på spolen.
 - Lengden på spolen.
- Følgende blir regnet ut:
 - Nødvendig verdi på spolen.
 - Antall viklinger.
 - Nødvendig trådlengde.
 - Nødvendig offset.

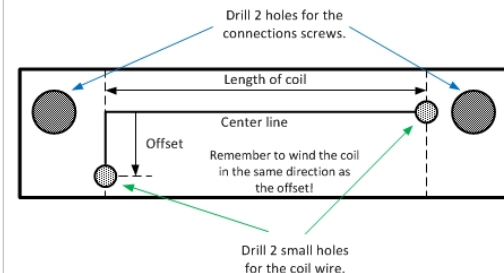
Dipole antenna with inductive loading.



Length of antenna Outer Section (L1) [m]:	2,45	Enter Value
Radius of antenna Outer Section [mm]:	1	Enter Value
Length of antenna Inner Section (L2) [m]:	2,45	Enter Value
Radius of antenna Inner Section [mm]:	1	Enter Value
Velocity factor:	0,95	Enter Value
Frequency [kHz]:	3700	Enter Value
Electrical Length of antenna Outer Section [°]:	11,5	Calculated
Electrical Length of antenna Inner Section [°]:	11,5	Calculated
Characteristic impedance Outer Section [Ω]:	449,8	Calculated
Characteristic impedance Inner Section [Ω]:	449,8	Calculated
Inductance required [Ω]:	2129,6	Calculated

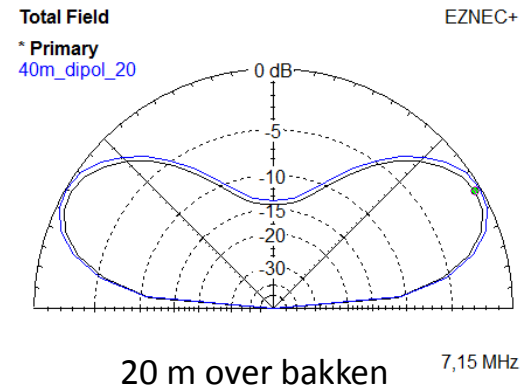
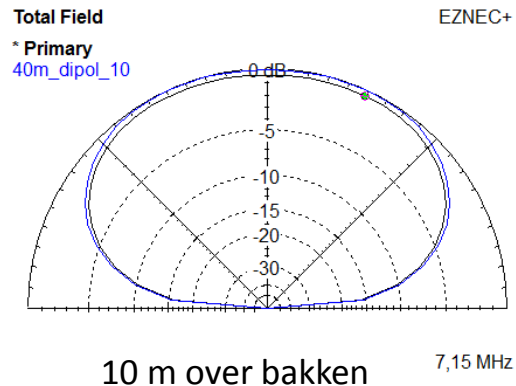
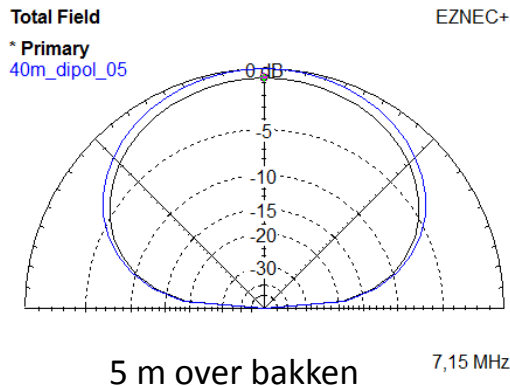
Inductance of coil [uH]:	91,61	Calculated
Diameter of core [mm]:	103	Enter Value
Length of coil [mm]:	110	Enter Value
Number of turns:	37,04	Calculated

Circumference [mm]:	323,6	Calculated
Wire length [cm]:	1198,4	Calculated
Offset [mm]:	11,5	Calculated



Forkortede dipoler

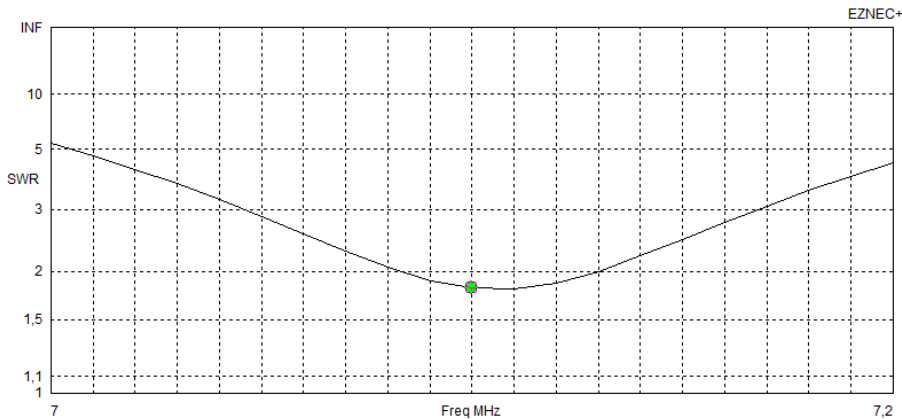
- Forskjellen i forsterkning mellom en forkortet dipol og en vanlig halvbølgedipol er svært liten.
- Eksempel: 40 m halvbølge vs $\frac{1}{4}$ bølgelengde



Blått er en vanlig halvbølgedipol

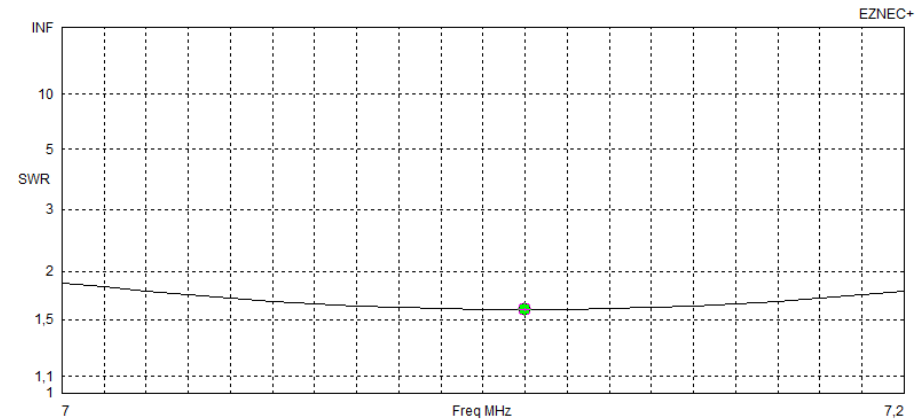
Forkortede dipoler

- Forskjellen i båndbredde er derimot tydelig.



Freq 7,1 MHz
SWR 1,81
Z 27,93 at -6,01 deg.
= 27,78 - j 2,922 ohms
Refl Coeff 0,288 at -170,36 deg.
= -0,2839 - j 0,04824
Ret Loss 10,8 dB

Source # 1
Z0 50 ohms



Freq 7,11 MHz
SWR 1,59
Z 79,34 at -2,49 deg.
= 79,27 - j 3,441 ohms
Refl Coeff 0,2279 at -5,18 deg.
= 0,227 - j 0,02058
Ret Loss 12,8 dB

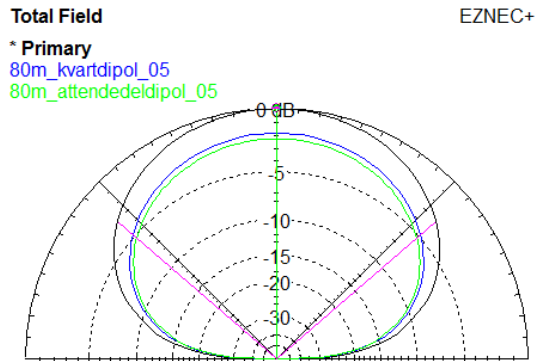
Source # 1
Z0 50 ohms

Forkortet dipol (1/4 bølgelengde).

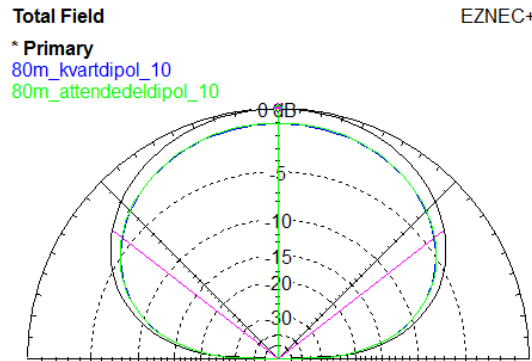
Halvbølgedipol (1/2 bølgelengde).

Forkortede dipoler

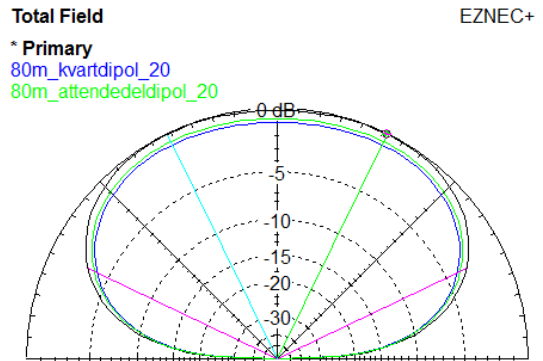
- 80 m halvbølge vs $\frac{1}{4}$ bølgelengde vs $\frac{1}{8}$ bølgelengde



5 m over bakken 3,7 MHz



10 m over bakken 3,7 MHz



20 m over bakken 3,7 MHz

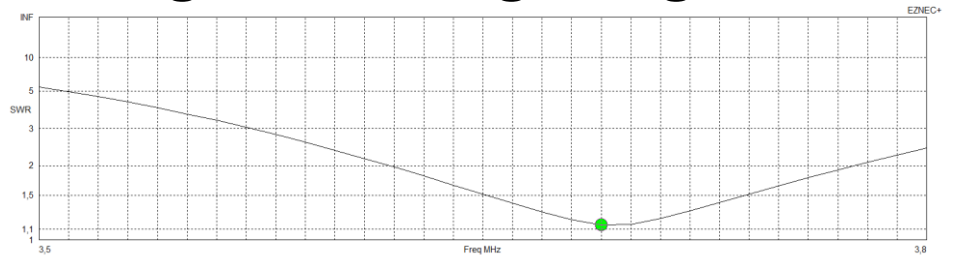
Svart = halvbølgedipol

Blå = $\frac{1}{4}$ bølgelengde

Grønn = $\frac{1}{8}$ bølgelengde

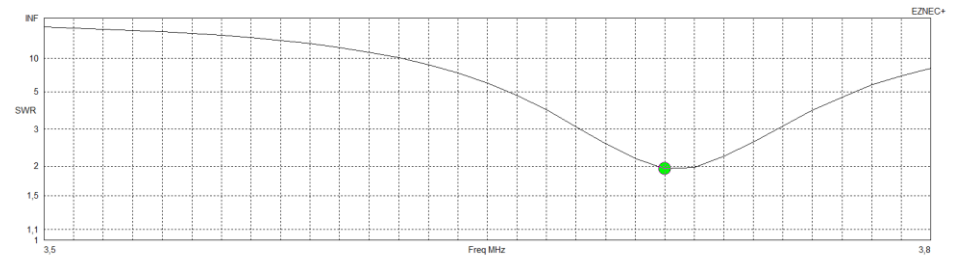
Forkortede dipoler

- 80 m halvbølge vs $\frac{1}{4}$ bølgelengde vs $\frac{1}{8}$ bølgelengde



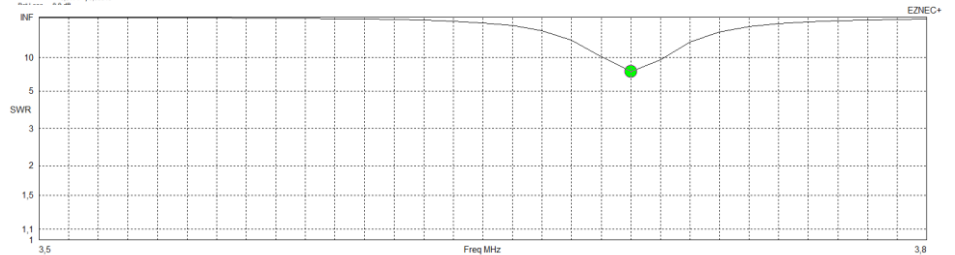
Freq 3.69 MHz
SWR 1.14
Z 43.77 \angle -1.2 deg
= 43.76 - j0.2154 ohms
Ref Coeff 0.0872 \angle -171.98 deg
= -0.0864 - j0.01045
Ret Loss 23.5 dB

Source # 1
Z0 50 ohms



Freq 3.71 MHz
SWR 1.96
Z 25.98 \angle -0.78 deg
= 25.92 - j3.059 ohms
Ref Coeff 0.3215 \angle -170.48 deg
= -0.2071 - j0.06315
Ret Loss 2.1 dB

Source # 1
Z0 50 ohms



Freq 3.7 MHz
SWR 7.21
Z 7.03 \angle -0.25 deg
= 6.941 - j1.131 ohms
Ref Coeff 0.7653 \angle -177.36 deg
= -0.7588 - j0.02488
Ret Loss 2.1 dB

Source # 1
Z0 50 ohms

Forkortet dipol for 80 m

- Lengde 9 m
- Båndbredde 3665 – 3745 kHz m/tuner
- Bygget av 1,5 mm² PN ledning



Forkortet dipol for 80 m

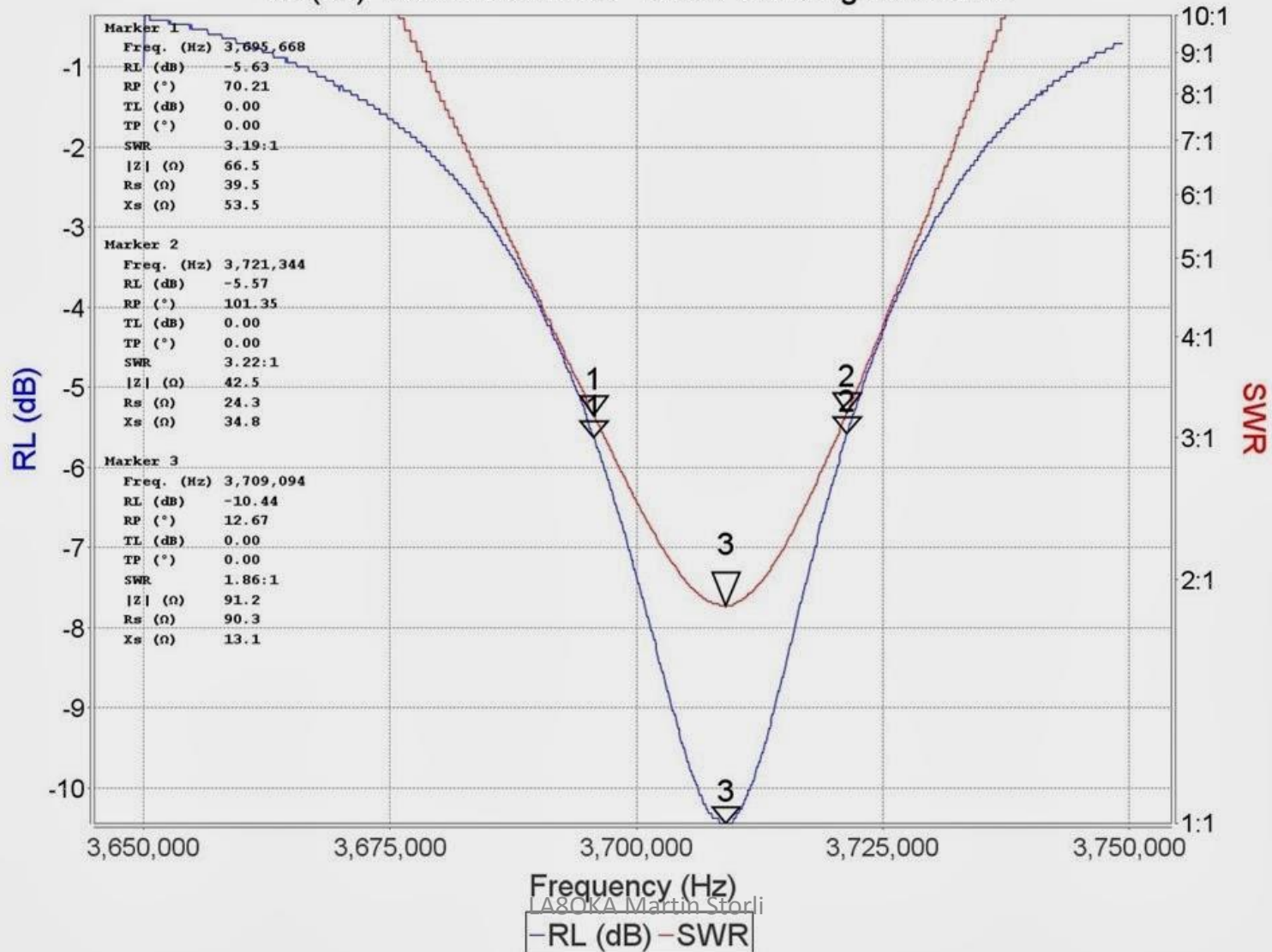
- Spolen består av 37 viklinger på 100 mm plastrør kjøpt på Biltema.
- Spolens lengde er 110 mm.



Forkortet dipol for 80 m

Shorted 80 m dipole

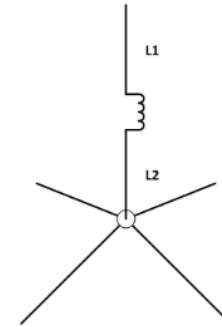
RL (dB)=Return loss in dB SWR=Standing wave ration



Forkortede vertikaler

- Regnearket jeg har laget regner automatisk ut størrelsen på spolen.
- Man skriver inn følgende:
 - Lengden på den ytre seksjonen.
 - Lengden på den indre seksjonen.
 - Tykkelsen på antenneelementene.
 - Hastighetsfaktoren til ledningen.
 - Frekvensen.
 - Diameteren på spolen.
 - Lengden på spolen.
- Følgende blir regnet ut:
 - Nødvendig verdi på spolen.
 - Antall viklinger.
 - Nødvendig trådlengde.
 - Nødvendig offset.

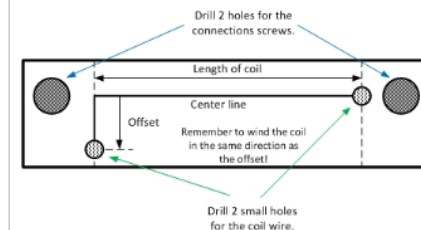
Vertical antenna with inductive loading.



Length of antenna Top Section (L1) [m]:	2.45	Enter Value
Radius of antenna Top Section [mm]:	1	Enter Value
Length of antenna Lower Section (L2) [m]:	2.45	Enter Value
Radius of antenna Lower Section [mm]:	1	Enter Value
Velocity factor:	0.95	Enter Value
Frequency [kHz]:	3700	Enter Value
Electrical Length of antenna Top Section [°]:	11.5	Calculated
Electrical Length of antenna Lower Section [°]:	11.5	Calculated
Characteristic impedance Top Section [Ω]:	449.8	Calculated
Characteristic impedance Lower Section [Ω]:	449.8	Calculated
Inductance required [nH]:	2129.6	Calculated

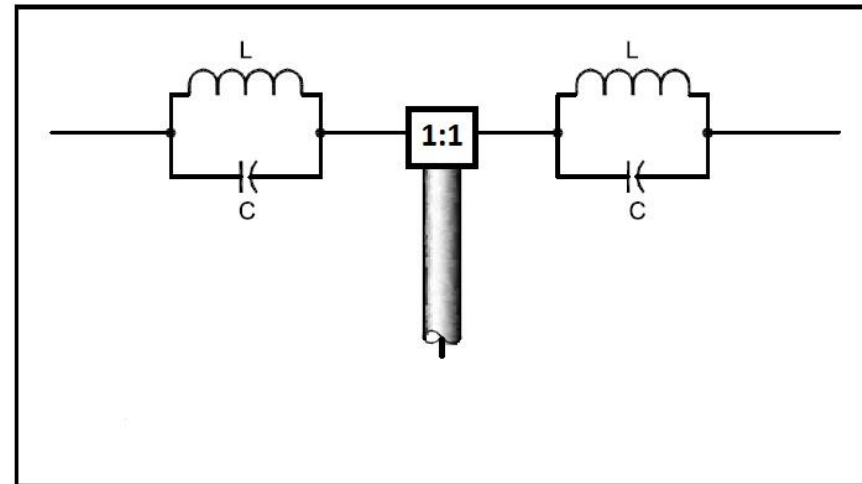
Inductance of coil [uH]:	91.61	Calculated
Diameter of core [mm]:	40	Enter Value
Length of coil [mm]:	60	Enter Value
Number of turns:	67.36	Calculated

Circumference [mm]:	125.7	Calculated
Wire length [cm]:	846.5	Calculated
Offset [mm]:	45.1	Calculated



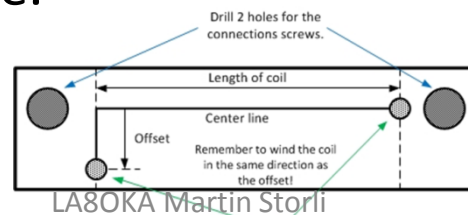
Antenner med traps

- Trap, eller bølgefelle på norsk, er en enkel måte å lage antenner for flere bånd på.
- Man kan benytte traps på de fleste antenner, men det er vanligst å bruke traps på halvbølgedipoler og kvartbølgevertikaler.
- En trap stopper signalet på den frekvensen den er laget for ved å opptre som en høy motstand og på den måten redusere strømmen kraftig.
- Andre frekvenser slipper igjennom trap'en.
- En trap er en parallellresonanskrets bestående av en kondensator og en spole.
- Man kan lage antenner med flere traps for å få flere bånd.
- Spolen i trap'en fungerer som en forkortningspole for frekvenser som er lavere enn trap'ens resonansfrekvens.
- Kondensatoren i trap'en fungerer som en forlengningskondensator for frekvenser som er høyere enn trap'ens resonansfrekvens.
- Metoden hvor trap'en fungerer som en forkortningspole er mest benyttet i design av antenner med traps.



Lag dine egne traps!

- Regnearket jeg har laget regner automatisk ut størrelsen på spolen.
- Man skriver inn følgende:
 - Verdien på kondensatoren i pF.
 - Ønsket resonansfrekvens.
 - Diameteren på spolen.
 - Lengden på spolen.
- Følgende blir regnet ut:
 - Nødvendig verdi på spolen.
 - Antall viklinger.
 - Nødvendig trådlengde.
 - Nødvendig offset.



$$X_c = \frac{1}{2 * \pi * f * C}$$

Kondensatorens verdi C [pF]:	32	Skriv inn verdi
Resonansfrekvens f [kHz]:	21200	Skriv inn verdi
Reaktansverdi Xc [Ω]:	234,6	Kalkulert verdi
Reaktansverdien skal være mellom 150 og 250 Ω		

$$L = \frac{1}{4 * \pi^2 * f_0^2 * C}$$

Kondensatorens verdi C [pF]:	32	Hentet verdi
Resonansfrekvens f [kHz]:	21200	Hentet verdi
Spolens verdi L [uH]:	1,76	Kalkulert verdi

$$n = \frac{\sqrt{L(18d + 40\ell)}}{d}$$

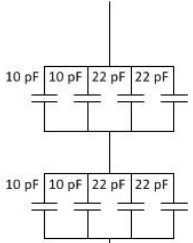
Spolens verdi L [uH]:	1,76	Hentet verdi
Diameteren på plastrøret d [mm]:	40	Skriv inn verdi
Lengden på spolen l [mm]:	60	Skriv inn verdi
Antall viklinger n:	9,34	Kalkulert verdi

Omkrets [mm]:	125,7	Kalkulert verdi
Trådlengde [cm]:	117,4	Kalkulert verdi
Offset [mm]:	42,7	Kalkulert verdi

Lag dine egne traps!

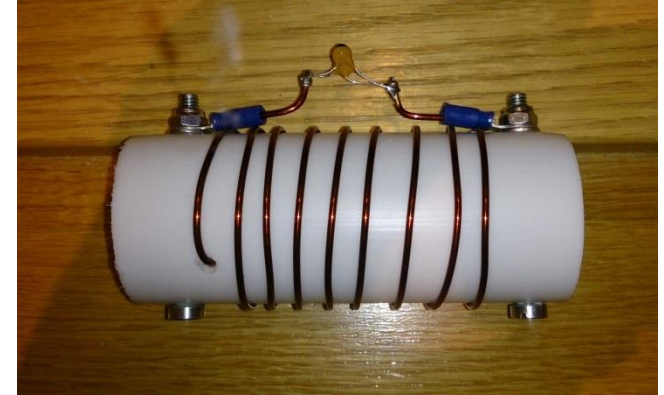
- Eksempel på trap for 15 m.

- Kondensatoren er på 32 pF og består av 2 seriekoblede parallellkoblinger, totalt 8 stk 3 kV kondensatorer.



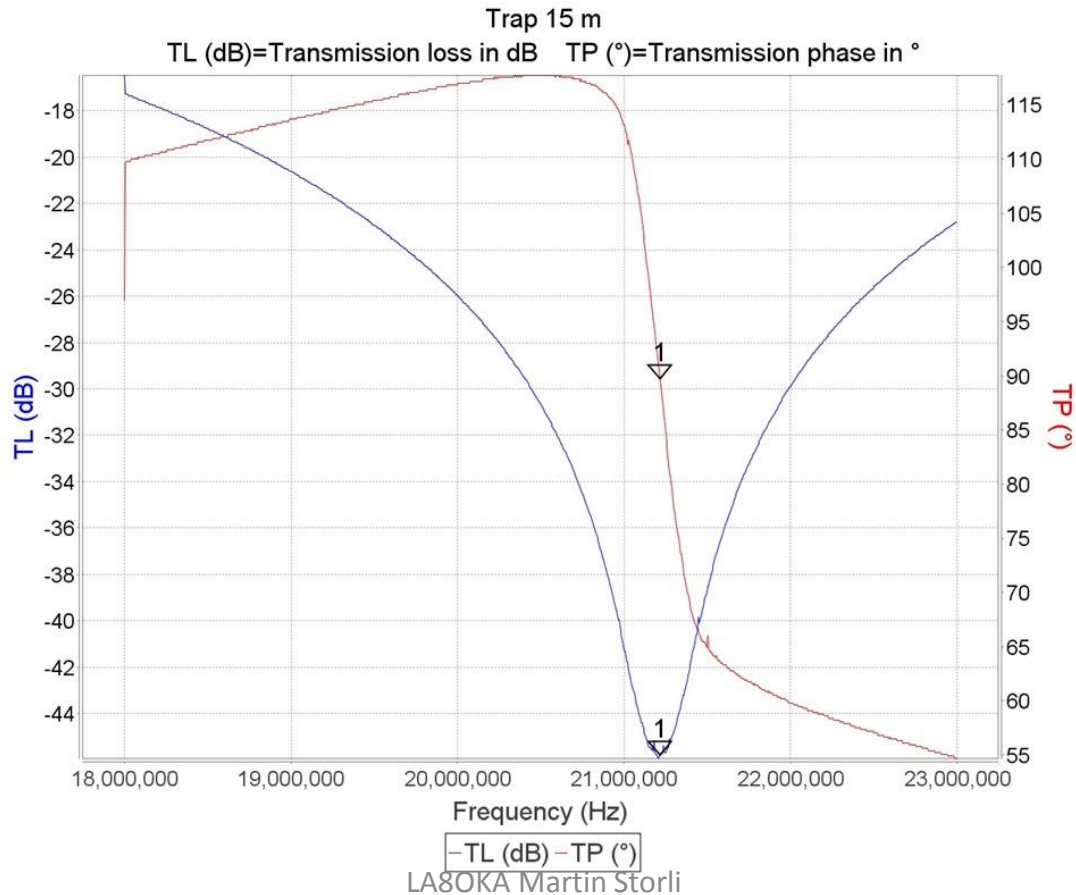
Dette er gjort for at kondensatorene skal tåle den høye spenningen.

- Spolen består av 9,34 viklinger på ett 40 mm plastrør kjøpt på Biltema.
- Resonansfrekvensen justeres ved å trekke eller dra i spolen.
- Når trap'en er justert til ønsket resonansfrekvens, kles spolen med vulkaniseringstape eller krympestrømpe.



Lag dine egne traps!

- Resonansfrekvensen målt med MiniVNA.



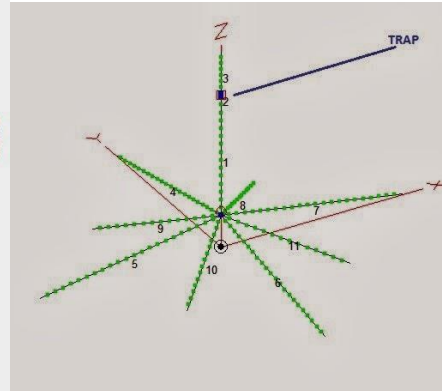
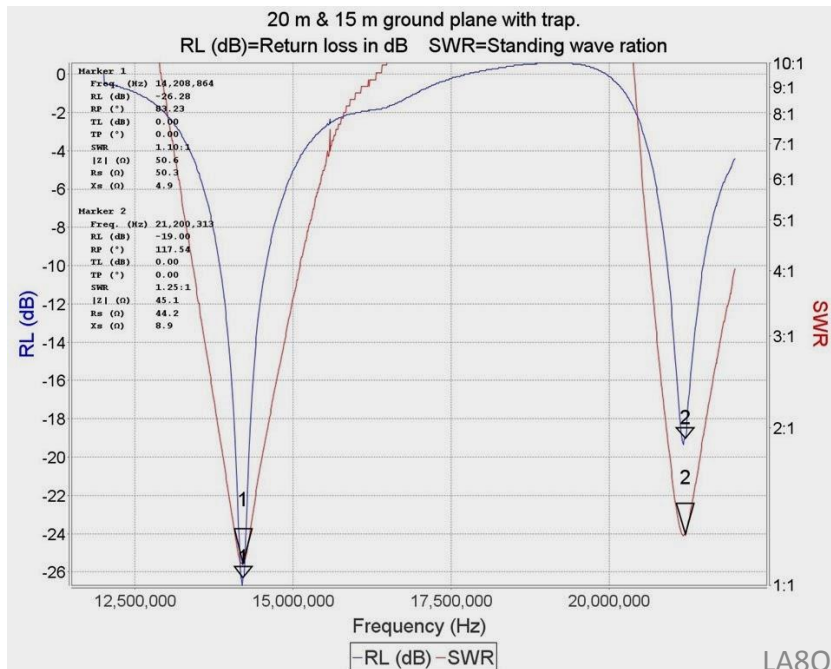
Lag dine egne traps!

- Resonansfrekvensen kan også måles med en vanlig antenneanalysator.
- Lag en liten loop og koble til antenneanalysatoren.
- Trap'en er i resonans når reaktansen $X=0$.
- Måling ved hjelp av loop gir noe unøyaktighet på grunn av den løse koblingen mellom loop'en og trap'en.



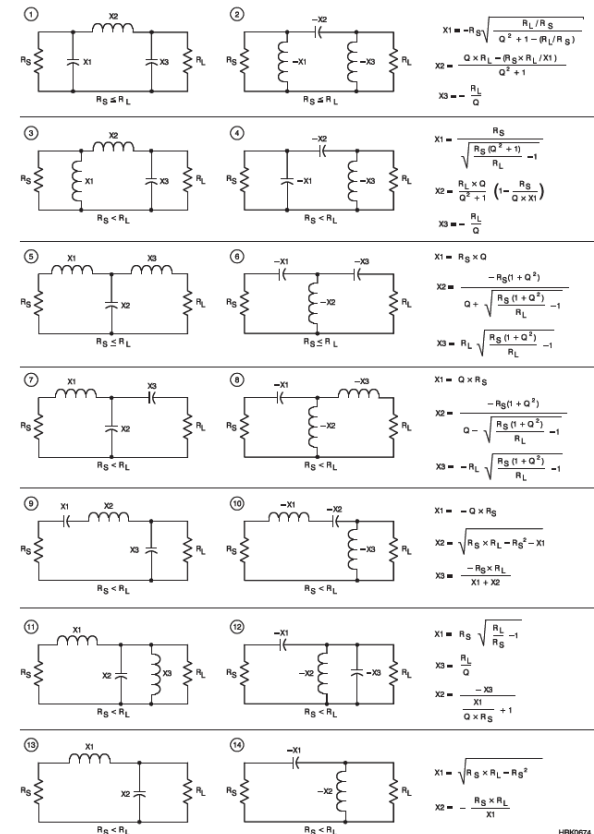
Portabel vertikal for 20 m og 15 m

- Montert på 6 m fiskestang fra Clas Ohlson.
- Bygget av 1,5 mm² PN ledning
- 8 radialer (4 stk. for 20 m og 4 stk. for 15 m.)



Impedanstillpasning

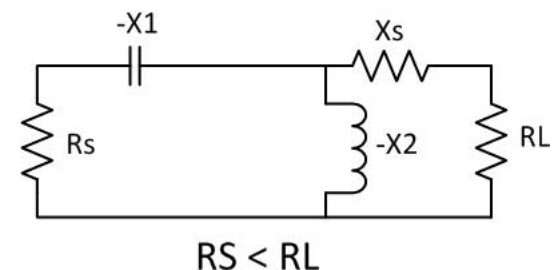
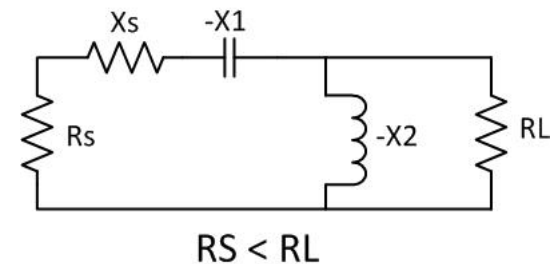
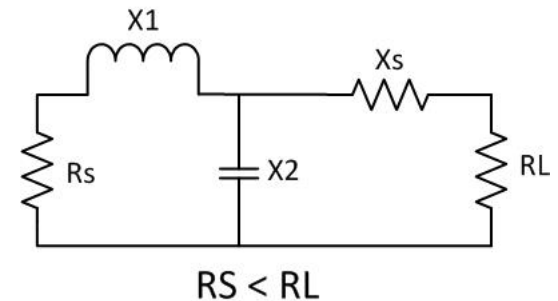
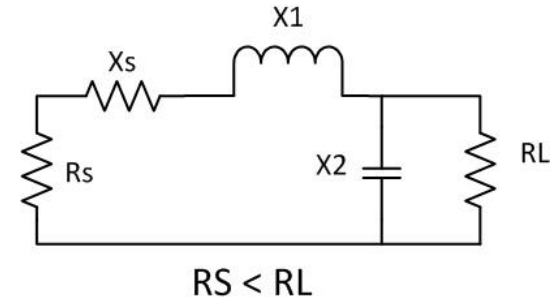
- Viktig med impedanstillpasning for å få overført mest mulig effekt til antennen.
- Impedanstillpasning ved antennen reduserer tap i koaks som følge av høy SWR.
- Mange måter å lage impedanstillpasningskretser på. →
- I kveld skal jeg fortelle om impedanstillpasning ved hjelp av L-nettverk.



HBK0674

Impedanstilpasning med L-nettverk.

- 4 forskjellige konfigurasjoner.
- (8 forskjellige konfigurasjoner dersom man tar med $X_c//X_c$ og $X_L//X_L$.)
- R_S har alltid den minste verdien.
- Avhengig av hva som har høyest, er R_S enten impedansen til transmisjonslinjen, eller antennen.
- Man begynner med å sette inn X_s i serie med antennen for å kansellere reaktansen.
- X_s har samme, men motsatt rettet verdi som reaktansen til antennen.
- X_s er en spole dersom antennen er kapazitiv. (F.eks. kort antenne.)
- X_s er en kondensator dersom antennen er induktiv. (F.eks. lang antenne.)
- Man regner så ut verdien av X_1 og X_2 .
- Man velger konfigurasjon avhengig av hva man synes gir mest hensiktsmessige komponentverdier på X_1 og X_2 .



Impedanstillpasning med L-nettverk.

- Regnearket jeg har laget regner automatisk ut verdien på X_s , X_1 og X_2 kondensatorverdien og induktansverdien.
- Man taster inn følgende:
 - Målt resistans (motstandsverdien)
 - Målt reaktans
 - Frekvensen
 - Impedansen til transmisjonslinjen.
- Man må selv velge hvilken konfigurasjon man vil bruke.

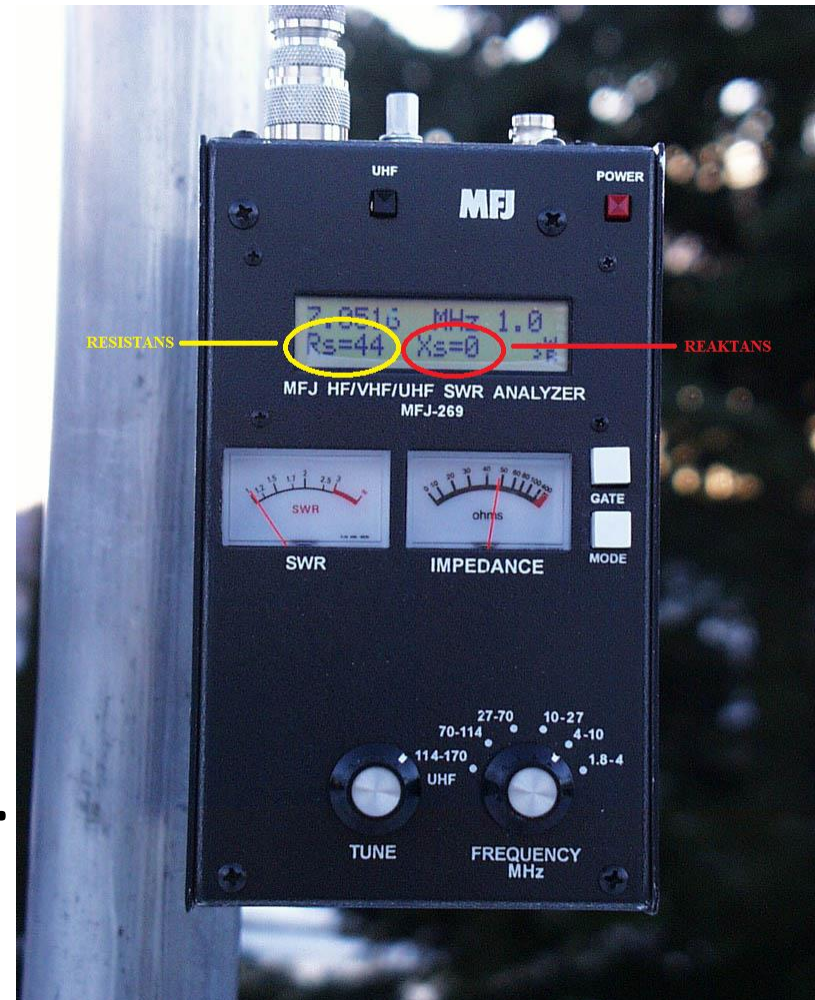
When the load impedance is lower than the impedance of the transmission line, the load is RS.
When the load impedance is higher than the impedance of the transmission line, the load is RL.

If load impedance is lower than the impedance of the transmission line:		
Resistance RS [Ω]:	9,7	Measured value
Reactance RS [$j\Omega$]:	-573	Measured value
Frequency [kHz]:	3790	Chosen frequency
Transmission line RL [Ω]:	50	Impedance of coax
Series reactance [Ω]:	573	Calculated value
<i>If positive, use a inductor in series with RS.</i>		
<i>If negative, use a capacitor in series with RS.</i>		
Series inductor [μH]:	24,1	Calculated value
Series capacitor [pF]:	73,3	Calculated value
Reactance X1 [Ω]:	19,8	Calculated value
Reactance X2 [Ω]:	-24,5	Calculated value
Inductor X1 [μH]:	0,83	Calculated value
Capacitor -X1 [pF]:	2124	Calculated value
Capacitor X2 [pF]:	1712	Calculated value
Inductor -X2 [μH]:	1,03	Calculated value

If load impedance is higher than the impedance of the transmission line:		
Resistance RL [Ω]:	100	Measured value
Reactance RL [$j\Omega$]:	-397	Measured value
Frequency [kHz]:	14200	Chosen frequency
Transmission line RS [Ω]:	50	Impedance of coax
Series reactance [Ω]:	397	Calculated value
<i>If positive, use a inductor in series with RL.</i>		
<i>If negative, use a capacitor in series with RL.</i>		
Series inductor [μH]:	4,4	Calculated value
Series capacitor [pF]:	28,2	Calculated value
Reactance X1 [Ω]:	50,0	Calculated value
Reactance X2 [Ω]:	-100,0	Calculated value
Inductor X1 [μH]:	0,56	Calculated value
Capacitor -X1 [pF]:	224	Calculated value
Capacitor X2 [pF]:	112	Calculated value
Inductor -X2 [μH]:	1,12	Calculated value

Impedanstilpasning med L-nettverk.

- Man måler antennens impedans med en antenneanalysator.
- Dersom X øker med frekvensen er X induktiv.
- Dersom X minker med frekvensen er X kapasitiv.



Linker:

- Spoler:
http://www.arcticpeak.com/antennapages/lnetwork_impedance_matching.html
Trykk på fliken «SPOLE».
- Kondensatorer:
http://www.arcticpeak.com/antennapages/lnetwork_impedance_matching.html
Trykk på fliken «KONDENSATOR».
- Forkortet dipol:
http://www.arcticpeak.com/antennapages/dipol_forkorttelsesspole.html
- Forkortet vertikal:
http://www.arcticpeak.com/antennapages/vertical_antenna_with_inductive.html
- Trap:
<http://www.arcticpeak.com/antennapages/trap.html>
- L-nettverk:
http://www.arcticpeak.com/antennapages/lnetwork_impedance_matching.html

<http://www.arcticpeak.com/>