

Kunsten å temme et fødeelement

LA3EQ
Jan Henning Holmedal Lustrup
Stavanger 2007



V1.5

Det er skrevet mye om standbølge forhold og tilpassning av yagi drive elementer opp gjennom tidene. Dersom du har lager egne beam antenner, har du erfart hvor vanskelig det er å få god tilpassning. Avstand mellom direktor/reflektor, element diameter og lengde virker inn her. For å tilpasse antenne impedansen til fødekabelen bruker vi en "matcher" av en eller annen type. Noen sverger til Delta match, andre vil foretrekke åpen dipol med hairpin stub eller kanskje en foldet dipol med 4:1 balun og de fleste vil vel bruke Gamma match løsningen.

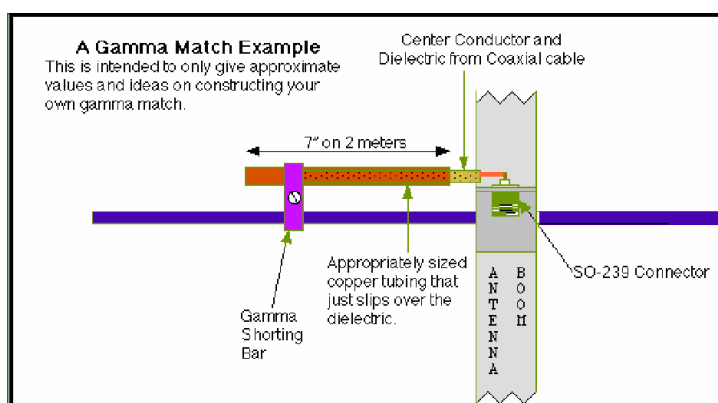


Fig 1 Typisk Gamma match for 2 meter båndet

Jeg leste en interessant artikkel⁽¹⁾ av Rick Knadle K2RIW⁽²⁾, og jeg fikk lyst å dele med dere hans mangeårige erfaringer om emne. Han regnes som ekspert på området, og jobber med problematikken profesjonelt innen hans yrke⁽³⁾.

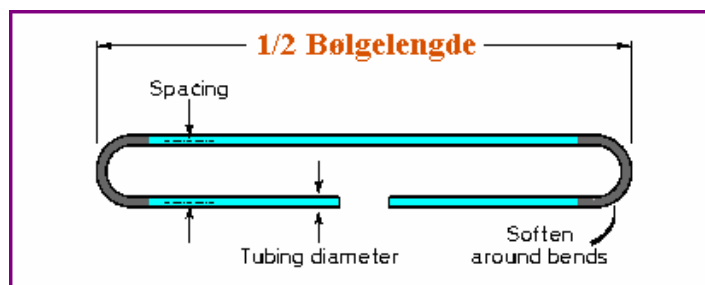


Fig 2 Foldet dipol

Rick, K2RIW forteller følgende:

I en hver antennebok vil du kunne lese og se kurver over impedansen kontra monopolelementlengde/diameter osv. Nå er det slik at en dipolelement er egentlig to monopoler rygg mot rygg. Så impedansen og lengder (i grader) må doubles. Motstands komponent av impedansen for et monopolelement (i grader) øker jevnt med lengden av elementet frem til 180° og dette tilsvarer 360° (en hel bølgelengde) for en dipol. Derfor vil du ikke trenge noen kostbare eller finurlig tilpassning nettverk for å få en fin SWR. Det spiller ingen rolle om du bruker en 35, 50, 60, 75, 200 eller 300Ω fødekabel.

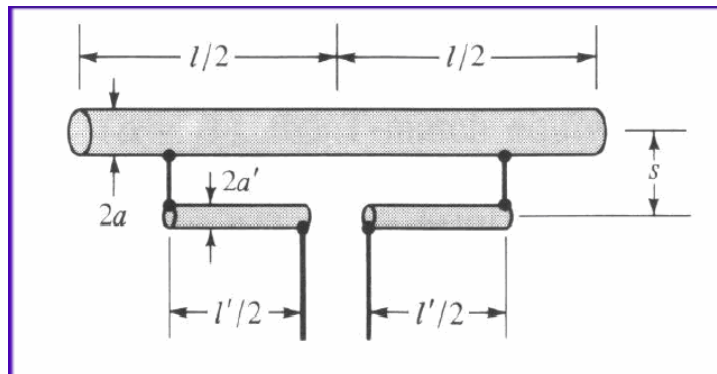


Fig. 3 T-Match driver element

Når velger den korrekte lengde for fødeelementet vil du få en eksakt resistanskomponent, som vil ligge på alt fra 1Ω til 1000Ω . Så sier lærebøkene at det vil som regel være en reaktivkomponent til overs. Og at for nesten alle elementers diameter vil verdien gå gjennom "null" ved ca. 85° elementlengde (for en monopolelement). Dette tilsvarer 170° for en dipol. For kortere lengder vil den reaktive komponenten bli minus (-) dvs kapasitivt og for kortere lengder blir den reaktive komponenten (+), dvs induktivt.

Heller for langt enn for kort:

Rick, K2RIW sier videre at det er lettere å leve med en viss induktiv komponent. Så derfor vil alle situasjoner der en kan senke den naturlige resistanskomponent i antennen impedans (sett i forhold til fødekabel impedans) være kjærkommen. Dette kan vi oppnå ved å benytte en foldet dipol, høy impedans fødekabel, eller ved å benytte oss av en impedanssenkende enhet, som T-match eller Delta match. Dersom du bruker et program til å tegne yagi antenner, så la den regne seg frem til en med lavest mulig fødeimpedans. Gode antenneprogrammer gjør dette automatisk.

Når så fødeelementet ditt har en lavere resistanskomponent enn fødekabelens impedans, så må du nå forlenge dipolens lengde, slik at dens resistanskomponent øker. Dette vil resultere i at fødeimpedansen vil nå bli induktiv. Får så å kanslere dette, setter du inn en liten shuntkondensator over fødepunktet. Nå vil du ha en perfekt tilpassning ($VSWR = 1,0 : 1$), dette gir en refleksjonskoeffisient (S_{11}) på -30dB .

Øving gjør mester:

Dette kan virke veldig tungt å forstå i begynnelsen, men etter hvert som du for trening vil du kunne justere inn antennen din på to-tre minutter. Du vil faktisk lure på hvorfor i all verden har jeg ikke visst dette før? Husk at du må ha nøyaktige instrumenter med høy retningsvirkning (bruk gjerne gode retningskoblere) for å være sikker på meget lave swr målinger, ellers vil du kunne sitte igjen en "falsk" perfekt tilpassning. Billige standbølge meter

som viser 1:1 kan like godt vise å være 1,6:1 grunnet ubalanse (se annen artikkel i *Amatør radio*, "Kunsten å forstå Retnings koblere" av LA3EQ.).

Så noen triks.

Du kan forlenge fødeelementet med kobber tape ved tuppene av antennen (dette kalles for *Capacitive Top Hats*). Eller du kan rulle sammen et stykke tynn kobber til en rørform og presse inn i enden av føde elementet.

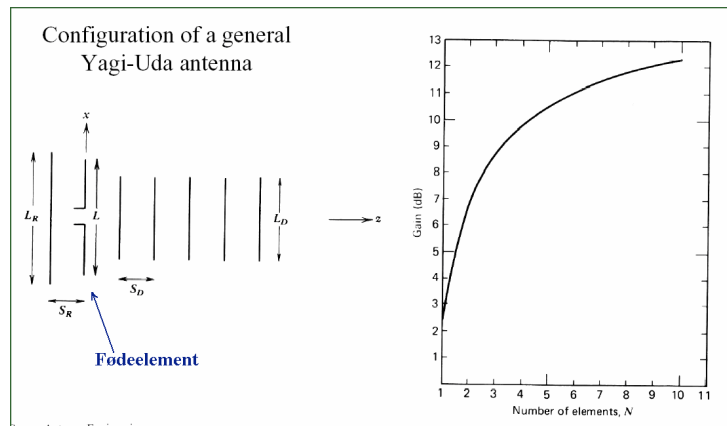


Fig 4 Yagi antennen

Shunt kondensator kan du lage av isolerte (med tape på den ene siden) tynne kobber strimler som du legger rundt antenne tilkoblingen, og disse strimlene justere du avstanden med en lang trepinne, bare pass på at du står vekk ifra nærfeltet av antennen.

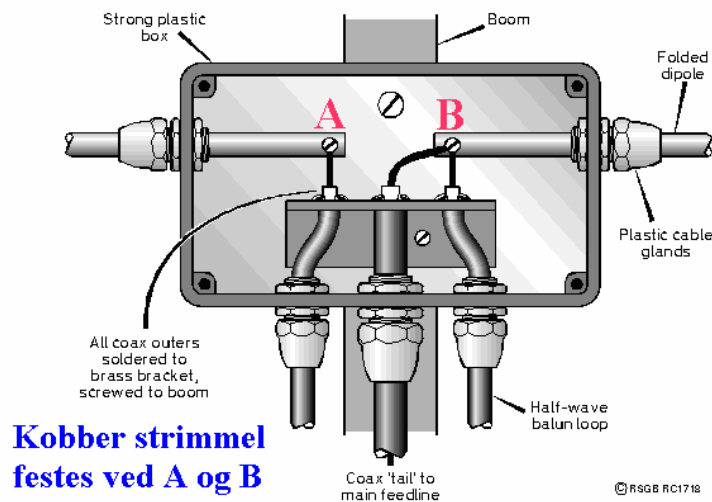


Fig 5. Plasing av kobber strimmeler ved A og B for T-match eller foldet dipol.

Når du har funnet rette verdi (størrelse på kobber stykket) kan du lage et mer vørtett og stabilt konstruksjon(se fig 5) ved å bruke tykkere kobber stykker og bygge hele antennetilboblingen inn i en værfast plast eske (husk å bore et lite 1,5- 2 mm hull i bunnen slik at kondens ikke blir et innvendig problem.

*Rick sier så: "Du kan også lage fødeelementet **kortere** enn 170 ° for så å bruke en hårnål stub eller shunt tvers over antenne tilkoblingen. Men det er vanskeligere å justere en slik hårnål enn en bevegelig kobber kondensator."*

Vel...så litt om tuning av yagi antenner.

Mange amatører er redd for tap av gain når en plassere ting og tang på føde elementet, eller forandre utstrålingsdiagrammet på en god yagi. Så lenge en bruker tapsløse deler er dette ikke noe problem. For at en yagi skal fungere korrekt må følgende kriterier møtes:

- 1) Den skal stråle i en lineær polarisert dipol lignende måte.
- 2) Den skal ha en god impedans tilpassning.
- 3) Den skal ikke har noe "commen mode" strømmer på ytresiden av fødekabelen (bruk en god Balun, for eks ½ bølge type).
- 4) Alle yagi elementer skal ha original lengde og avstand.

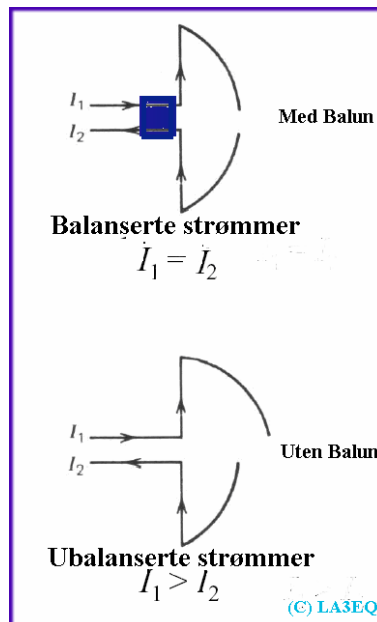


Fig. 6 Balun og innvirkning på antennestrøm.

Bruk gjerne to instrumenter samtidig. En som viser antennens impedans og en som viser fremover rettet gain. Millionæren bruker sin nettverksanalysator, med en farge for impedans og en annen farge for gain. Flere ganger vil han se at når en endrer avstanden til første direktor vil gainet hoppe opp en desibel, mens swr'et går opp fra 1:1 til 1,5:1 noe som tilsvarer en tap på 0,18dB. Nøkkelen til suksess er å la direktoren står der den har mest gain, og så tune swr med fødeelementet etter på.

Taps test:

Hvis du har noen tvil om at det finne deler på antennen som fører til tap kan du gjøre denne testen. Send ut i antennen med 100 watt for 5 minutter. Steng så for senderen, og kjenn raskt etter på de aktuelle delene du mistenker for tap. Dersom de er kalde så her de ikke ført til nevneverdig tap. Følsomheten av denne testen er god da dine hender kan registrere en temperatur økning av en komponent som absorberer en watt i fem minutter. En watt av 100 watt er 99% eller en tap på 0,04dB.

Myte 1:

Du har sikkert hørt at første direktor elementet (eller to første direktorer) og reflektorens avstand til føde elementet vil kunne forandre antennens impedans. JA, det gjør det, men...når du foretar slike endringer for å bedre SWR'et, så vil du samtidig endre antenne utstrålingskurve, gain og front/back forholdet.

Det å tune en yagi og justere antennes swr er to helt forskjellige ting. En del drevne antenne byggere mener at avstands justering av første direktor som er meget nærme føde elementet ikke har noen særlig innflytelse på utstrålingsdiagrammet eller front/back forholdet, men hva er vitsen med å ta en sjanse? Behold heller avstandene slik de er beregnet å være og så juster SWR på den måten jeg har forklart ovenfor.

Myte 2:

Mange yagi byggere tror at fødeelementet skal være kortere enn reflektoren. Dette er ikke tilfelle. Fødeelementets lengde i seg selv vil ikke påvirke front/back forholdet. Det er avstanden de imellom og diameteren som vil kunne innvirke. Når du optimalisere en yagi med et yagi program, har du kanskje opplevet at du ender opp med et fødeelement som er mye lengre enn reflektoren og dette skremmer mange unødige.

Myte 3:

En del EME operatører forlenger sine fødeelementer for å bedre SWR'et men stopper straks lengden er lik reflektor lengden i den tro at utstrålings diagrammet vil "eksplodere". Dette er bare tull.

Myte 4:

De fleste tror at fødeelementet må ikke være annet enn $\frac{1}{2}$ bølgelengde og at en helbølge dipol vi ikke kunne stråle korrekt fremover til at yagi elementene får sine fulle vikning grunnet firkløver strålings diagrammet kontra 8-talls diagrammet til $\frac{1}{2}$ bølge dipolen. Dette er en myte. Selv en hel bølge fødeelement vil faktisk stråle bedre en $\frac{1}{2}$ bølge og med noe mer gain.

Dick, K2RIW has over 30 years experience in military and commercial microwave, MMW, ECM and RADAR system design including receiver, transmitter, exciter and power supply design; receiver dynamic range prediction and optimization; installed antenna performance and DF accuracy assessment on full-sized A/C; anechoic chamber optimization by Spatial TDR techniques; antenna design and antenna RCS optimization; EMI/EMC measurement and improvement; spectrum analysis and spectral purity assessment; RF biohazard assessment; ground station G/T assessment; noise power density analysis of cryogenic and folded-spectrum receivers; high power RF sub-nanosecond pulsing techniques; TWT HPAs and power supplies; high power VNA accuracy improvement techniques; microwave propagation; radio tower installations; lightning protection; s/w algorithm development. Senior Member of the IEEE; 30 year membership in MTT and AP; Ten articles published on transmitters, antennas and antenna testing techniques; IEEE Region 1 Award for new technical concepts in electrical engineering.

Proposal concept development and innovative system design developed to fit the scenario.

Kilder:

- 1 <http://www.storyavenue.com/riwdipol.pdf>
- 2 k2riw@riwproducts.com
- 3 <http://www.consult-li.com/listings/DKnadle.htm>
- 4