

Forstyrrelser – radiostøj - EMC

Christian M. Verholt

De vigtigste grundregler

- Man kan principielt opdele forstyrrelseskredsløbet i 3 dele: ***støjkilden, koblingsvejen og offeret.***
- **Støjkilde <== KOBLINGSSVEJ ==> Støj offer**
- Og løsningsmulighederne:
- Man kan slukke eller dæmpe støjkilden
- Man kan øge dæmpningen i koblingsvejen
- Man kan gøre støj-offeret mere immunt
- Nogle gange skal man kombinere flere af mulighederne.

Udstråling - emission

- Radiostøj fremkommer ved gnister (motorer/afbrydere), ikke-sinusformede signal generatorer (clock-oscillator/ switch mode strømforsyninger), og hvor man bevidst anvender frekvenser, der også bruges til radioformål (transmission af datasignaler med høj data-hastighed)

Indstråling – immunitet

- Indstrålingsproblemerne opstår når et kredsløb virker som detektor overfor uvedkommende signaler og funktionen bliver påvirket. For eksempel når en audio-forstærker ensretter radiosignaler og sender det detekterede radiosignal forstærket til højttaleren. Det kan også ske som overstyring af kredsløb ud over det arbejdsområde de er beregnet til at arbejde med. For eksempel når en antenneforstærker bliver overstyret af et lokalt stærkt signal fra en radiosender, der sender i samme frekvensbånd som forstærkeren arbejder med.

Feltbåret

- Koblingsvejen kan være som radio-signaler gennem luften og når ledninger/printbaner tilsluttet støjkilden virker som senderantenne. Udstrålingen kan også komme direkte fra apparatets kabinet og offerets indvendige elektronik kan opsamle støjen fra feltet.

Ledningsbåret

- Koblingsvejen kan være via en direkte ledningsforbindelse mellem støjkilde og offer for eksempel via lysnettet. Det kan også være via de eksterne ledninger, der er tilsluttet offeret for eksempel lysnetledningen, signalledninger, antenneledninger og jordledninger.

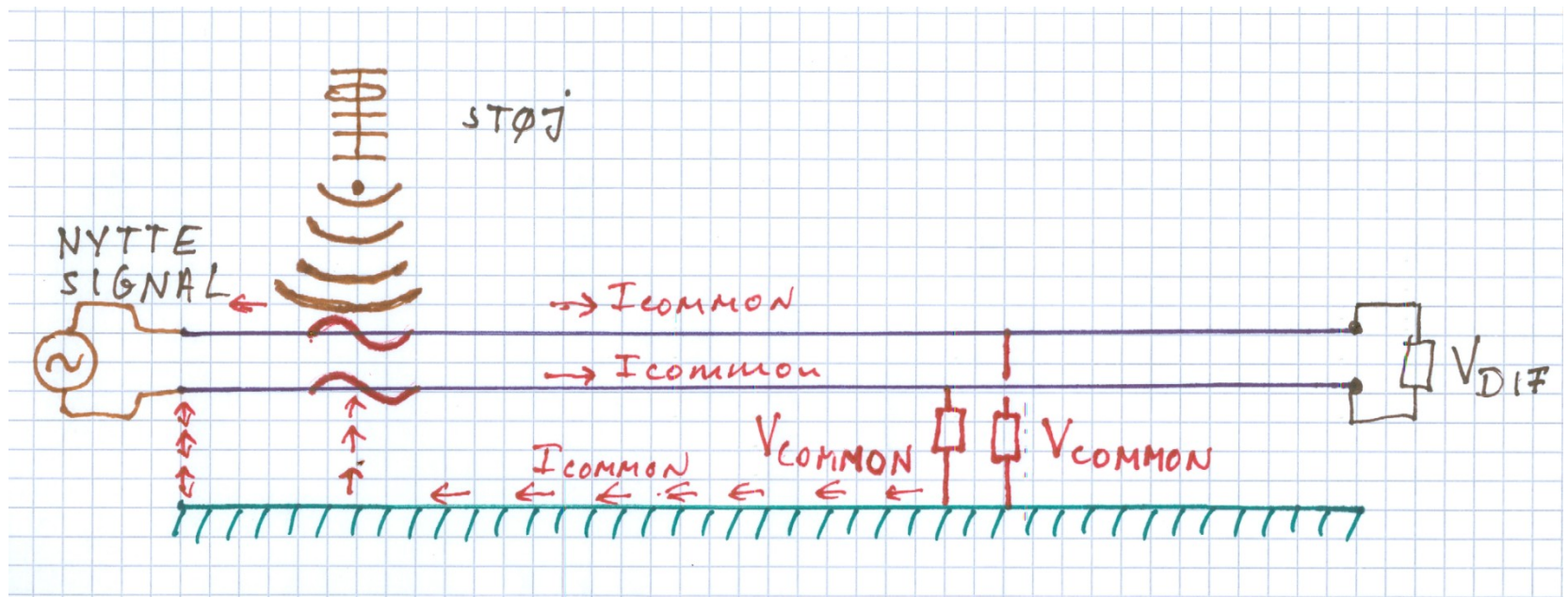
Frekvenser og bølgelængder

- Bølgelængden er en vigtig "nøgle" når man skal vurdere hvilke dele der kan virke som effektive udstråle- eller opsamle antenner.
- Tommelfingerreglen er, at man normalt skal fokusere på ledninger – og alle metaldele: interne ledninger, printbaner og kabinetter – der er længere end bølgelængden delt med 6. Ud fra diagrammet ovenfor kan man se, at ved 7MHz skal man tage alle ledninger, der er længere end 10 meter seriøst. Ved 30MHz er det helt nede på 1,7 meter !

Differentielle og common-mode signaler

- Den "normale" måde at overføre signaler på, er ved at påtrykke ledningen en spændingsforskel mellem de 2 ledere og have en belastning mellem de to ledere i den anden ende. Denne måde kaldes differentiell signal overføring. Strømmene i ledningerne er de samme men modsat-rettede. Derfor "ophæver" de to strømme det samlede magnetfelt fra lederne.
- Signaler, der bliver induceret ind i de to ledere vil blive til strømme, der løber den samme vej i de 2 ledere – og strømvejen bliver sluttet ved ledningens kapacitet i forhold til omgivelserne og/eller gennem andre apparater.

Strømveje for indkoblet støj



Ledninger, spoler, kondensatorer, kabler, kabinetter

- En tilfældig ledning (der er mere end ca. 6 gange længere end tyk, hvilket gælder for de fleste ledninger) har en selvinduktion på 1nH per mm længde. Den selvinduktion bliver til en betydende impedans ved højere frekvenser. Formlen er $2 \cdot \pi \cdot \text{Frekvensen (Hz)} \cdot \text{Selvinduktionen (Henry)}$. Dette har stor betydning ved komponenter med tilledninger: for eksempel bliver en afkoblingskondensator med 2*5 cm tilledninger ved 100MHz til en kondensator der har en ekstra serieforbundet impedans på 75Ω. En typisk skærm omkring et kabel har en impedans i overgangen til et stik på få miliΩ, men hvis man snor enden af skærmen til en pølse på 1cm har man ved 100MHz øget impedansen ca. 50 gange og gjort skærmdæmpningen tilsvarende (34dB) dårligere.

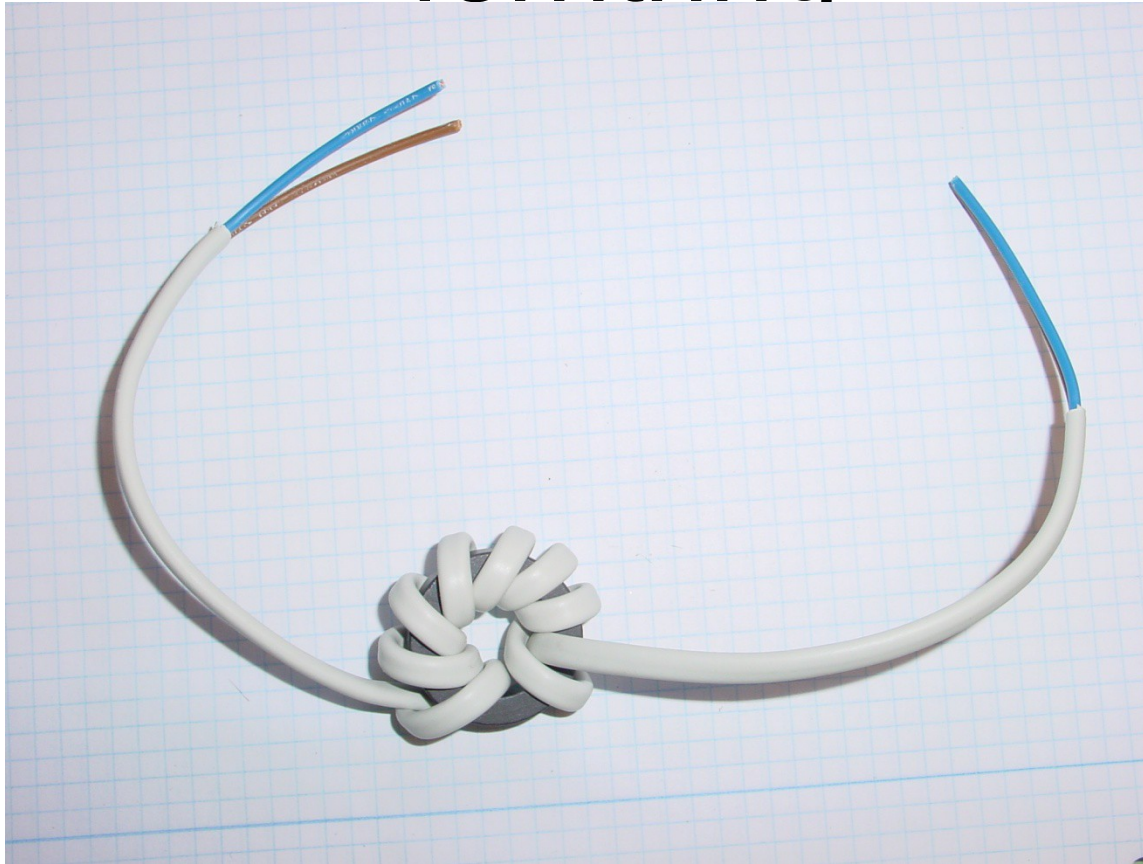
Grisehaler er forbudte

- ***TIL ALLE FORMER FOR AFKOBLINGER OG STELFORBINDELSER, DER SKAL BÆRE RADIOFREKVENTE STRØMME, SKAL TILLEDNINGERNE VÆRE KORTE !!!!!***
- Egentlige lavimpedansede forbindelser og stelplan får man først når længde-bredde forholdet er under 6 gange - for eksempel 6cm lang og mindst 1 cm bred.

Spoler til støjdæmpning

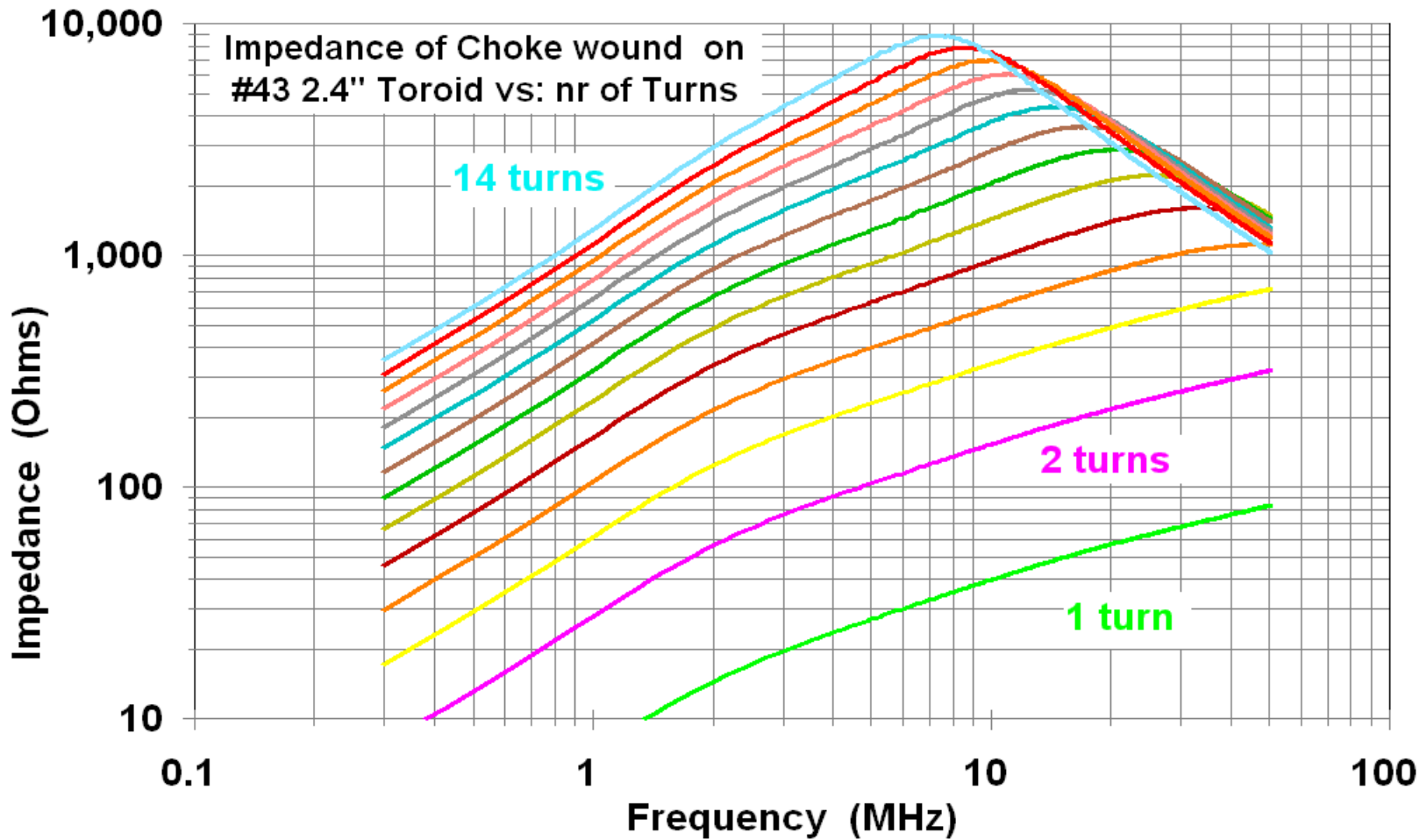
- Til støjdæmpning bruger man mest ferritkerner, idet man kan få en relativ høj selvinduktion med få vindinger. De mest anvendte kerner har en μ værdi over 300, men kig for eksempel på ELFAs hjemmeside WWW.elfaelektronik.dk og kerne ferroxcube 3E25 #5876199
- Generelt skal man bruge en ferritkerne, hvor midterhullet bliver fyldt godt op med ledning. Jo mere gods i ferritten og jo flere vindinger desto bedre.
- De små ferritrør til påklipsning svarer til 1 vinding på en normal kerne og virker i praksis først over 80MHz !.

Common-mode filter på ferritring

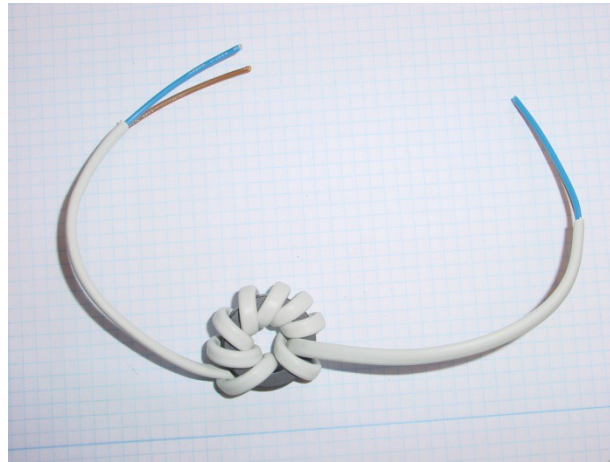


- Lysnetfilter – højttalerfilter – ”næsten alt” filter

Antal vindinger !



OG ?



- Ledning har "statistisk set" en impedans på 120Ω i forhold til "jord"
- En dæmpning på 6dB forudsætter en øgning af impedansen til (240Ω)

Kondensatorer

- Kondensator til brug ved løsning af EMC problemer skal have en lille selvinduktion og i langt de fleste tilfælde skal man bruge keramiske kondensatorer. Hvis man bruger kondensatorer på lysnetsiden skal det af sikkerhedshensyn være kondensatorer, der er godkendt til formålet.
- SMD kondensatorer – de små man næsten kun kan se med en lup – er gode til afkoblinger. Hvis man skal have forbindelse ind/ud af en metalkasse er gennemføringskondensatorer det bedste.

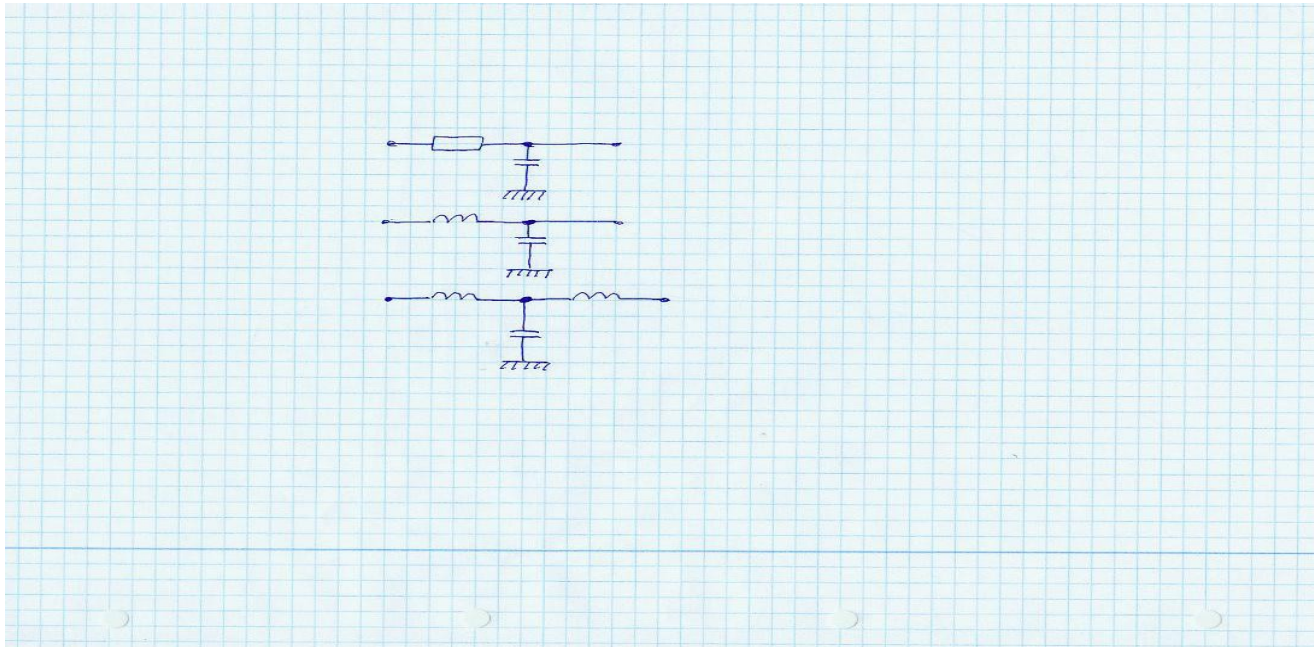
Kabinetter

- Et EMC-tæt metal kabinet har
- kort afstand mellem sammenskruinger (<5cm),
- har mange små huller i stedet for færre store
- har godt overlæg ved samling (>2cm)
- direkte stelforbindelse af ALLE stik i chassispladen og lignende
- samt filtrering af alle andre ledningsindføringer.
- Flade-kontakt mellem metaldele – ikke punktkontakt

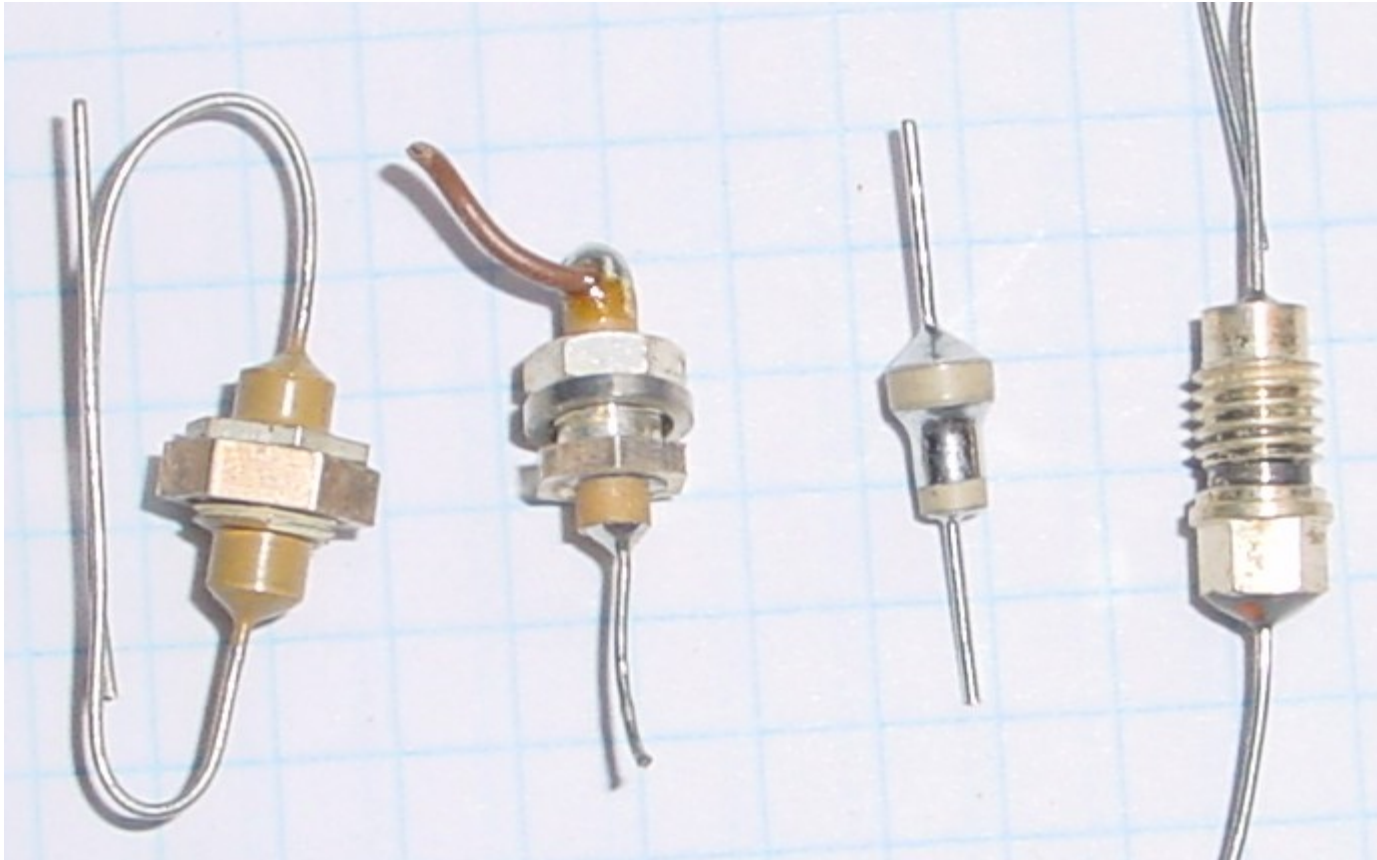
Filtre til signalledninger

- Afkobling
- Det kan ofte være nok med en simpel afkobling med en kondensator mod "stel".
- Værdien på kondensatoren er typisk mellem 1nF og 100nF. Husk: keramiske kondensatorer og med korte tilledninger.

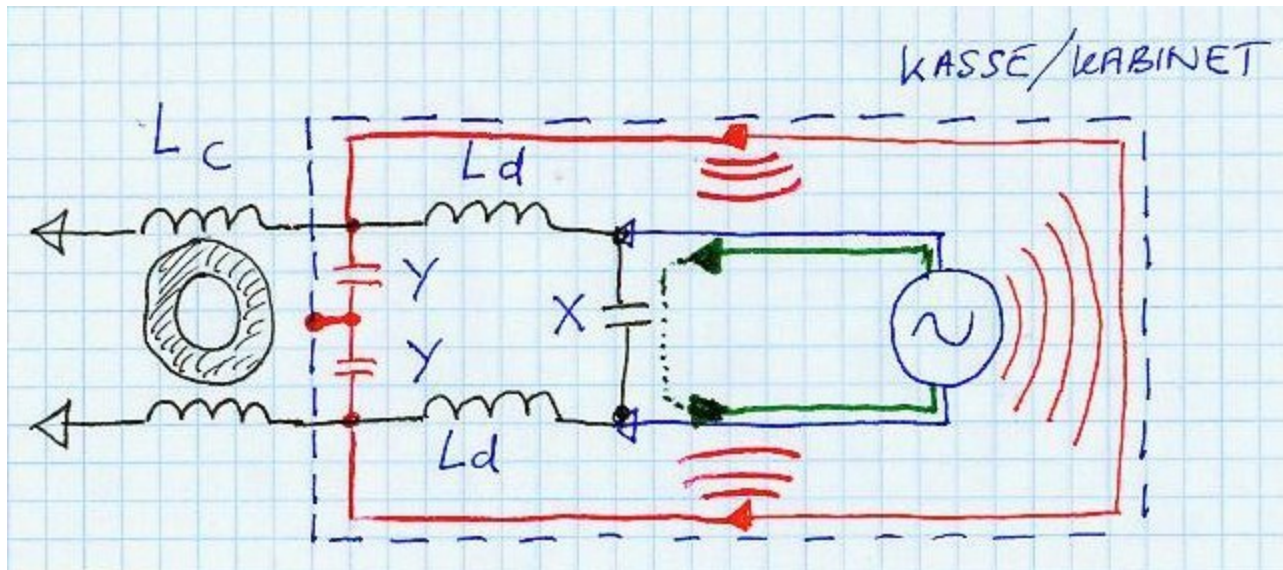
Filtre til signalledninger



Gennemføringskondensatorer



Lysnetfiltere



Stelforbindelsen er vigtig

