



EMC

Elektromagnetisk Kompatibilitet Sameksistens!



Forløb for EMC

- Mandag: Generelt om EMC, R&S kommer på besøg
- Tirsdag: Brug af instrumenter, signal teori (Cadence), EMC opgaver
- Onsdag: EMC opgaver
- Torsdag: Besøg hos Delta i Århus
- Fredag: EMC opgaver



EMC opgaver

- Printudlægning med PCB editor?
- Impedans tilpasning til 50/75 Ohm på et print
- EKG forstærker
 - Hvor stort er et signalet fra hjertet?
 - (1mV)



Information

- <http://mars.tekkom.dk/mediawiki/index.php/EMC>
- EMC kompendiet
- HD med Nordcad opgave
- Diagram over EKG forstærker



- Støj
 - Naturlig: Lyn, Statisk elektricitet, himmelrummet
 - Menneskeskabt: sender, modtagere, motorer, transformere, m.m.
- Minimere gener fra de ovenstående.
- Standarder (R&S)



Støj typer:

- Støj fra lysnettet
- Støj fra signalledninger
- Ind/udstråling
- Statisk elektricitet



- HF medføre strømfortrængning
 - Elektroner søger mod overfladen
 - Højere frekvens => Flere elektronerne i overfladen
- Selvinduktion L for 1 m ledning

Tværsnit mm ²	0,50	0,75	1,0	1,5	2,5	10	16
Diameter mm	0,40	0,49	0,56	0,69	0,89	1,79	2,26
Selvinduktion i μH	1,55	1,51	1,48	1,44	1,39	1,25	1,20

Selvinduktion i en ledning

- 1,5 $\mu\text{H}/\text{m}$
- 10 m ledning
- 100 MHz
- $X_L = 2 * \pi * f * L * I = 9420 \Omega$



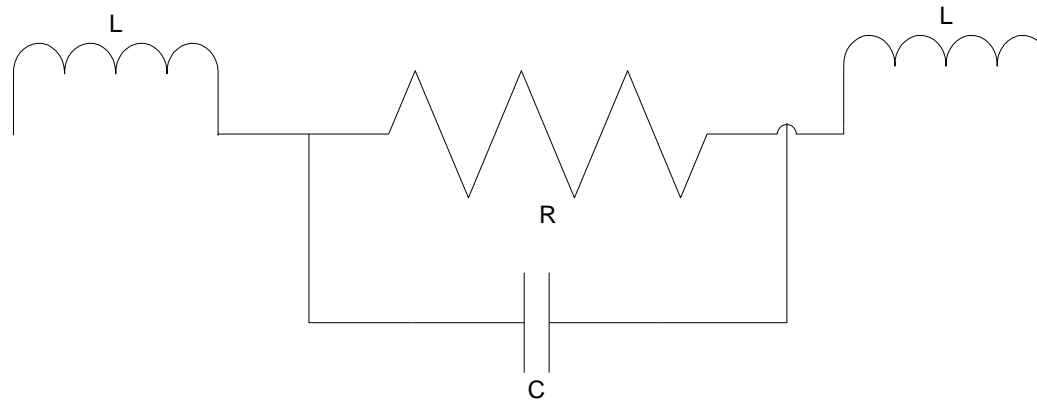
HF i kabler



- Benyt den korrekte impedance (50,75 Ω)
- De må ikke bøjes, da det giver tab
- Lange kabler => tab



Modstand(kul)



- Tilledningerne tilføre selvinduktion
- Kapasitet
- Dårlige HF egenskaber
- Løsningen!!!

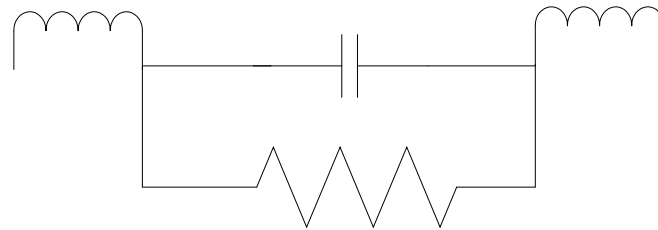


Modstand

- Brug SMD modstande



Kondensator



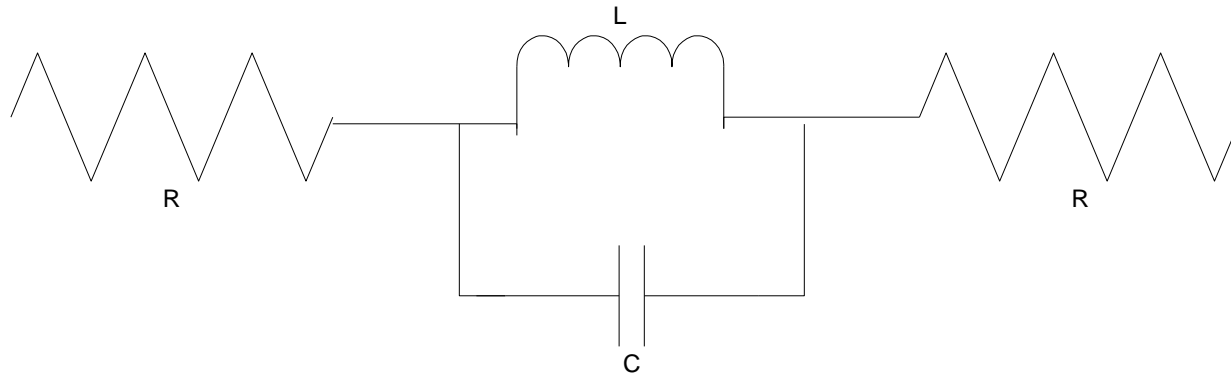
- Tilledningerne tilføje selvinduktion
- Kondensator er viklet => L => større R ved høje frekvenser
- Ellytter dårlige til HF
- Kermiske bedst
- Løsningen!!!

Kondensator

- Brug SMD komponenter



Spolen



- Tilledninger har en modstand
- Der er kapacitet p.g.a vikling af spolen => begrænser overførings frekvensen.

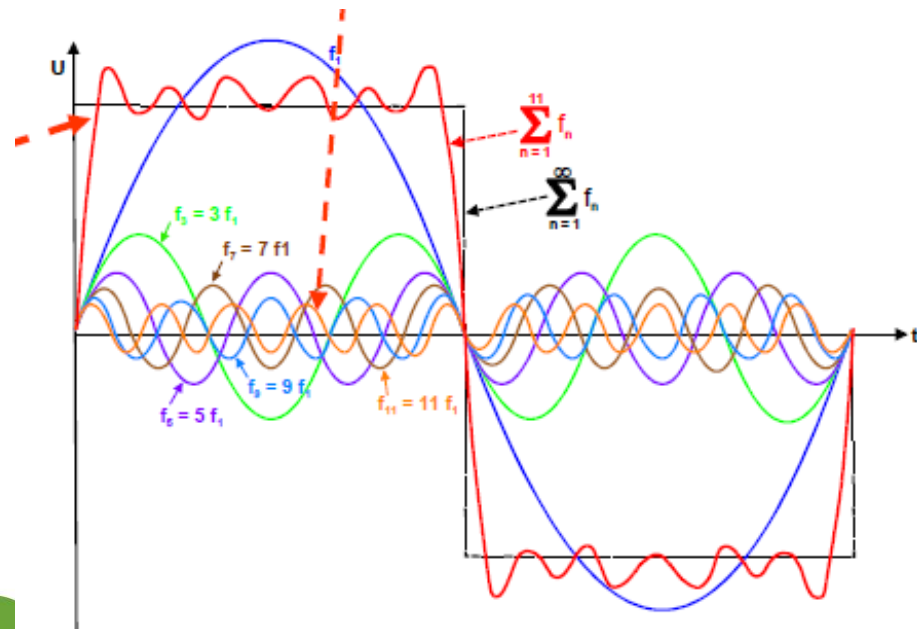


FFT Fast Fouier transforms

- Fouier analyse
- Udregner discrete Fourier transform (DFT)



- En firkant puls
 - Uendelig mange 3 harmoniske sinus'er



- FFT test

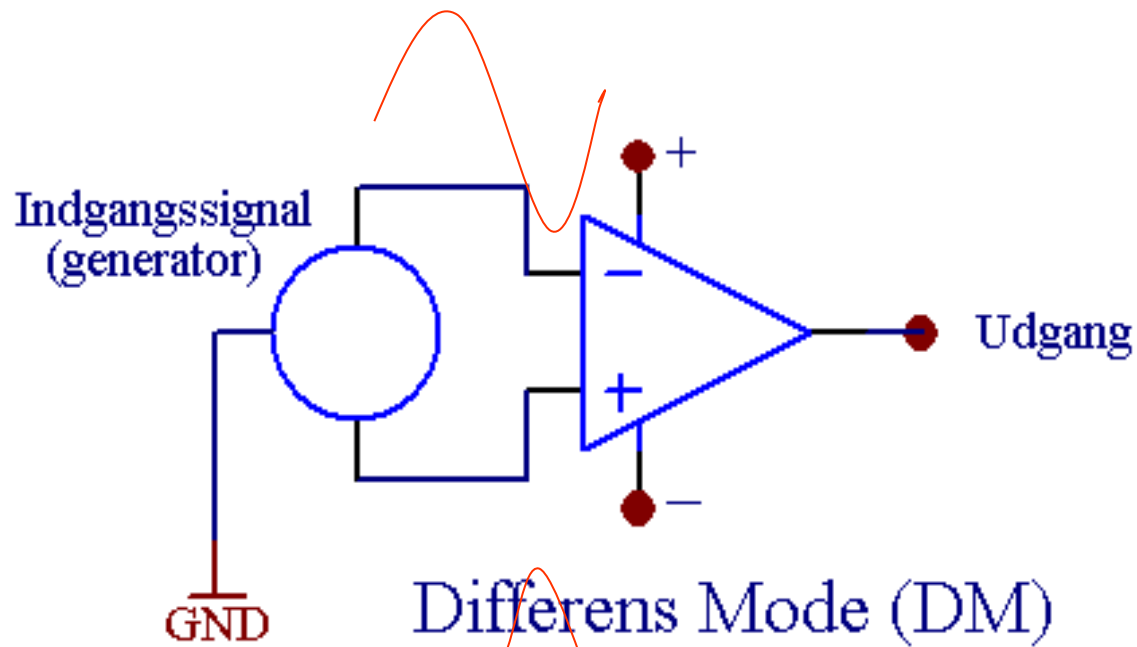


Common/Difference-mode

- Hvor benytter man Diff. og Common signaler?
- Analoge telefon kabler



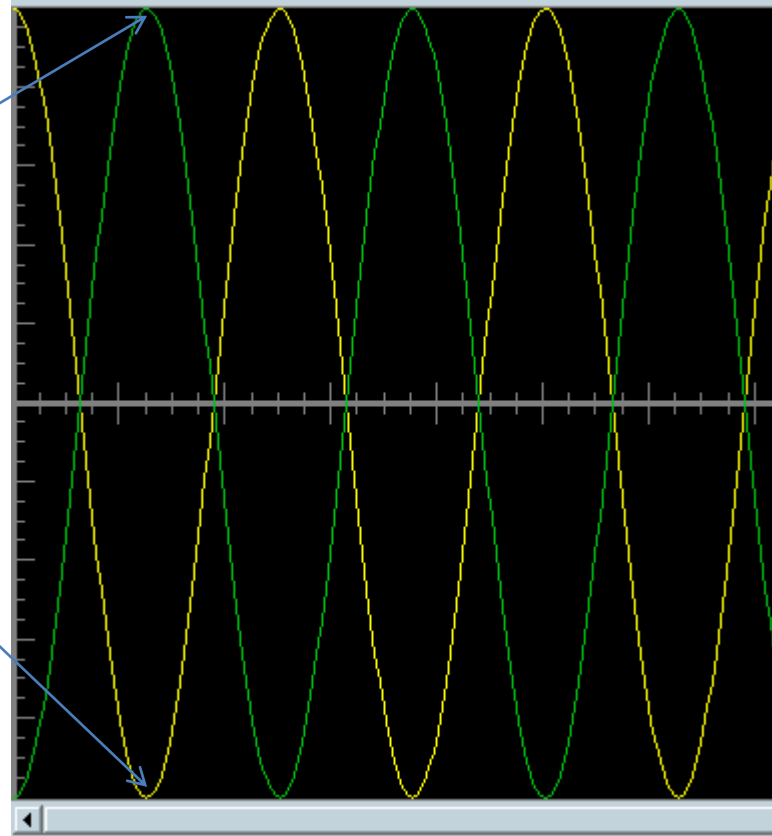
Op-Amp Differens mode



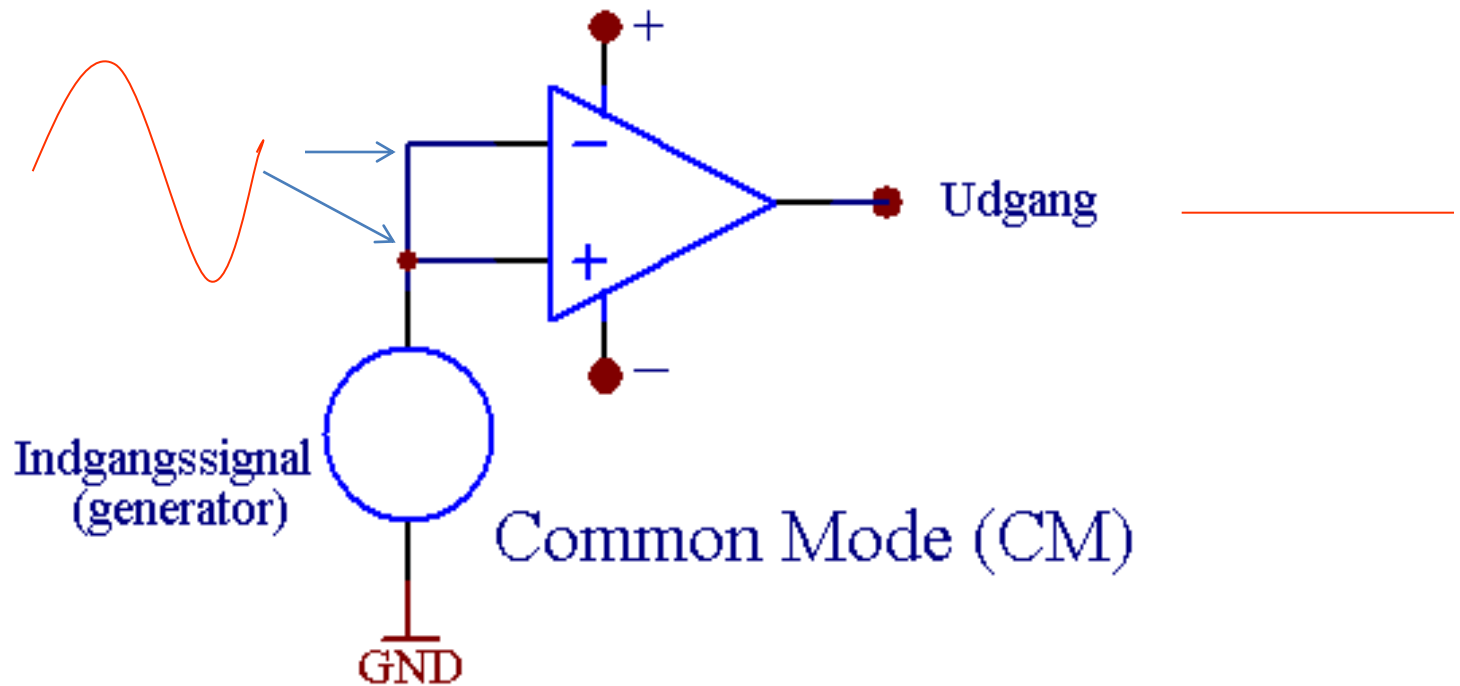
Kurve1-kurve2



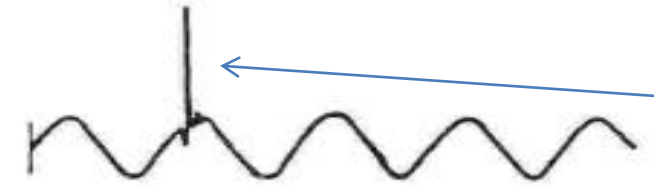
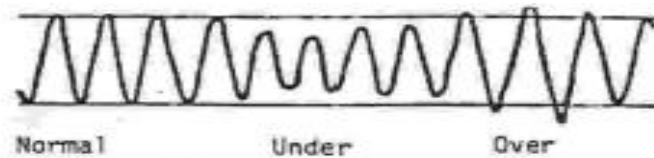
Vinder 6dB



Op-Amp Common mode Fælles signal



Netstøj (230V nettet)



Kontakt

Transient (kortvarig overspænding)



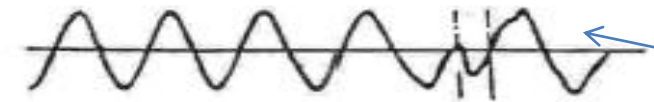
TV/PC

HF-støj (højfrekvens)



Motor

Koblingsstøj



Kondensator batterier

Fasekompensering



Transienter

- Opstår af:
 - Kontakter, spoler, relæer,
- Fjernes
 - Filtre
 - Beskyttelses dioder
 - Transformere (dårlige HF egenskaber)



- HF indstråling
 - Radio, Svejsapparater, mobiltilf. M.m.
- Koblingsstøj
 - Switchmode powersupply!
 - R&S

HM6050-2DE

3594.4415.02

Line impedance stabilization network,
9kHz...30MHz (CISPR 16), max. 16A
(DE version, safety plug, 230V)



- Over/underspænding
 - Langeforsyningsledninger
 - Kan afhjælpes med No-break anlæg eller batterier
- Netudfald
 - Elforsyning selskaber er årsagen
 - Kan afhjælpes med No-break anlæg eller batterier



No-break anlæg



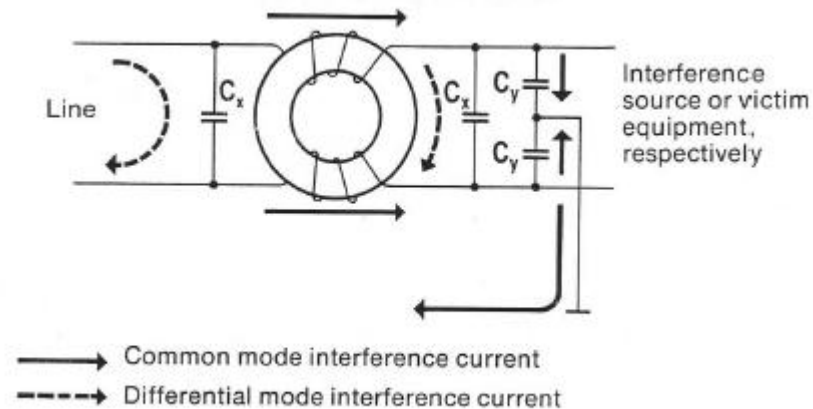
SCANPOCON er specialist i UPS-anlæg - fra de mindste anlæg til en enkelt PC til komplette, redundante systemer med nødstrøm til flere timer, dieselgenerator m.m. Alle UPS-anlæg fremstilles for SCANPOCON af General Electric Digital Energy (GE).



- **ML-serie** - 350 - 1000VA - line-interactive UPS "Low Cost"
- **Match** - 500VA til 3000VA - line-interactive UPS
- **NetPro** - 600VA til 4000VA - on-line UPS
- **LanPro** - 3kVA til 30kVA - on-line UPS
- **SitePro** - 10kVA til 500kVA
- **SG-serie** - 80kVA til 200kVA



- Netfilters virkemåde
 - X kondensaterne kortslutte
Differencemode støj signaler
 - Y kondensaterne leder common-mode
støj til stel/jord
- Strømkompenserende spole



Netfilter

HOUSE OF
TECHNOLOGY



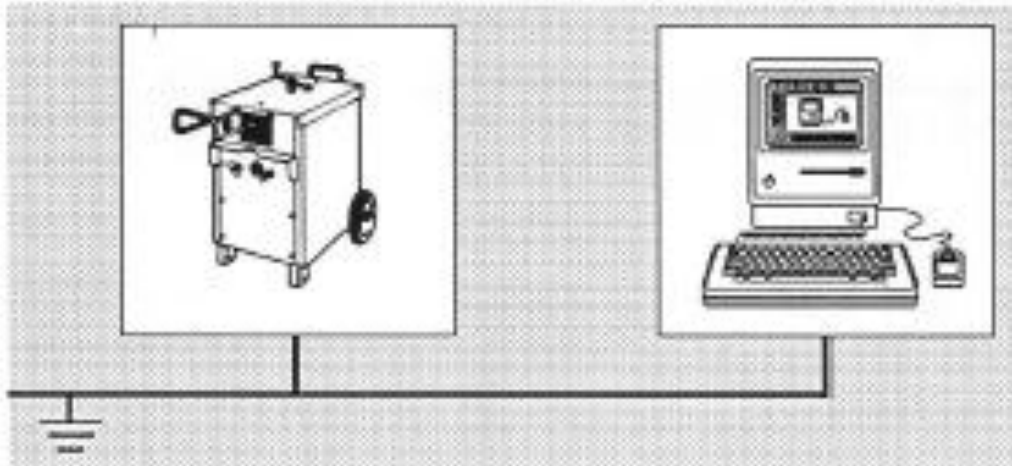
- en del af **mercantec**⁺



Støjveje



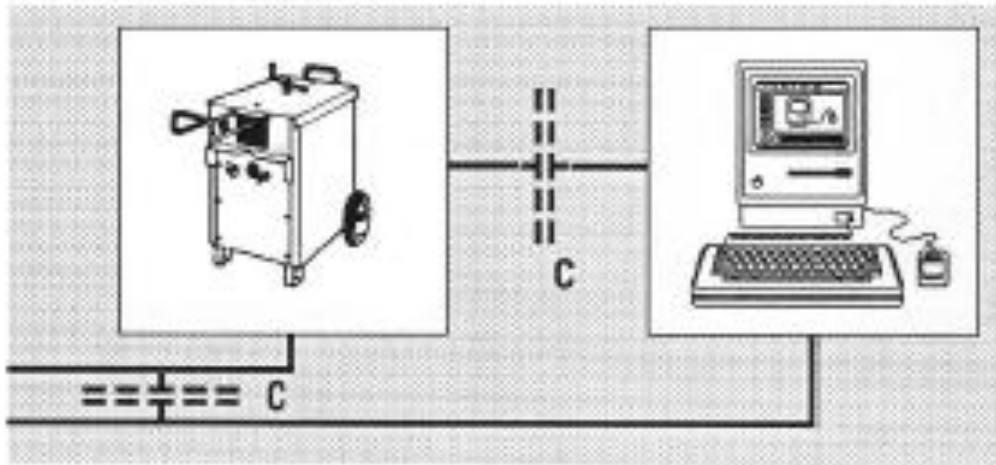
1. Galvanisk forbindelse



Der må ikke tilsluttes andet udstyr på den fase, der forsyner dataudstyr



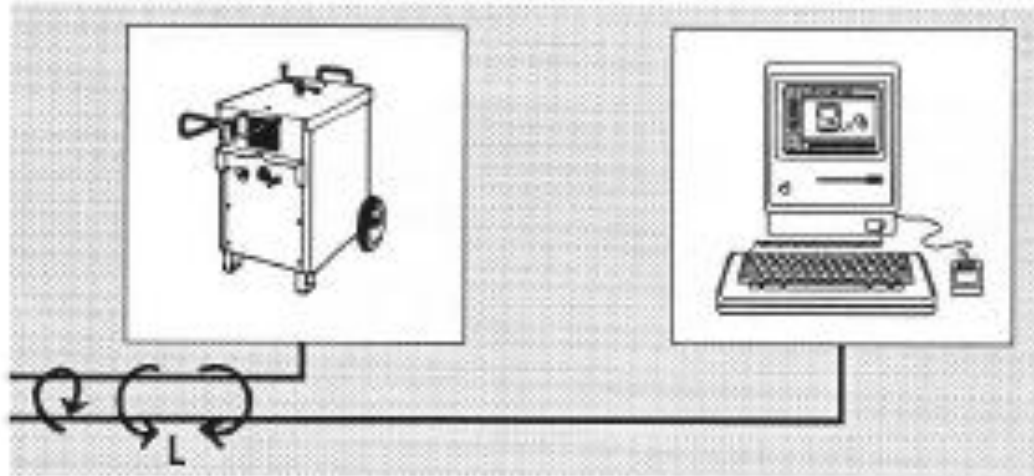
2. Kapacitiv overførsel



Støj kan overføres kapacitivt enten direkte fra støjkilden til dataudstyret, eller fra støjkildens forsyningskabel til dataudstyrets forsyningskabel. Derfor må dataudstyret ikke placeres tæt på en støjkilde, og dataudstyrets forsyningskabel må ikke monteres parallelt med andre kabler.



3. Induktiv overførsel

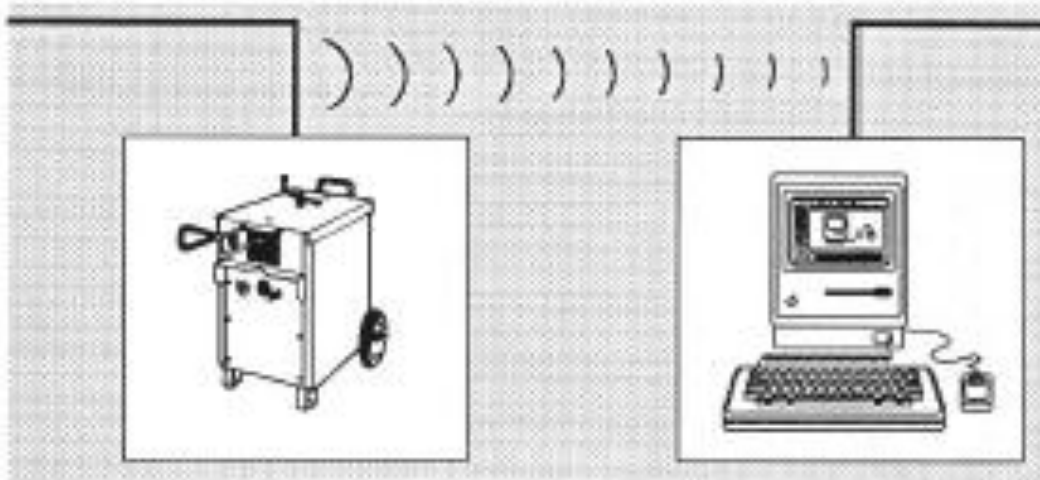


Som for kapacitiv overførsel gælder her, at dataudstyrets forsyningskabler ikke må monteres parallelt med andre kabler.





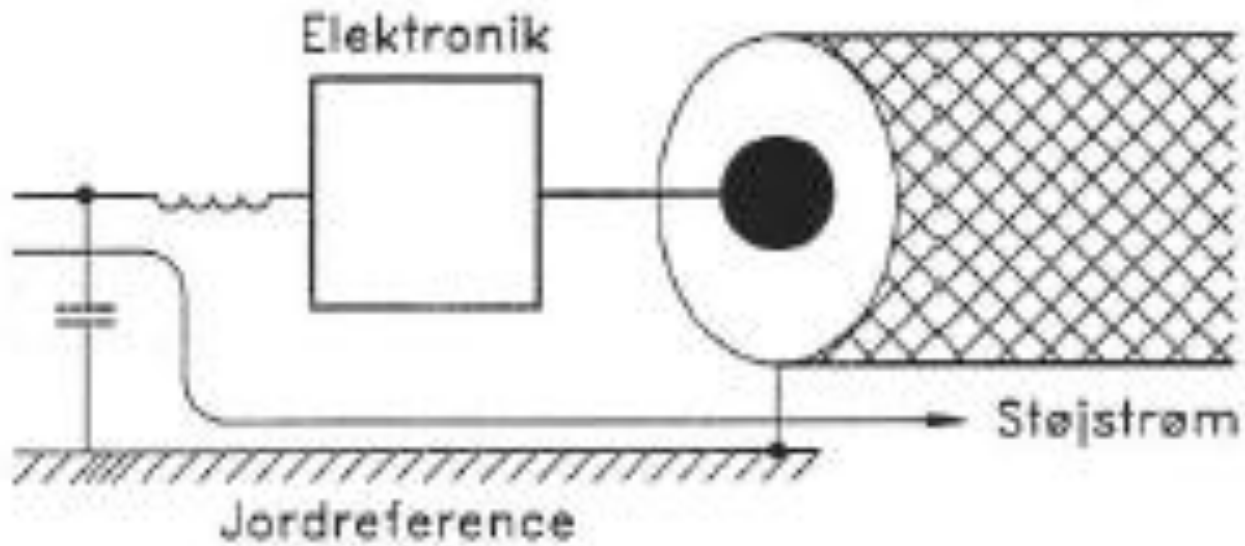
4. Elektromagnetisk overførsel



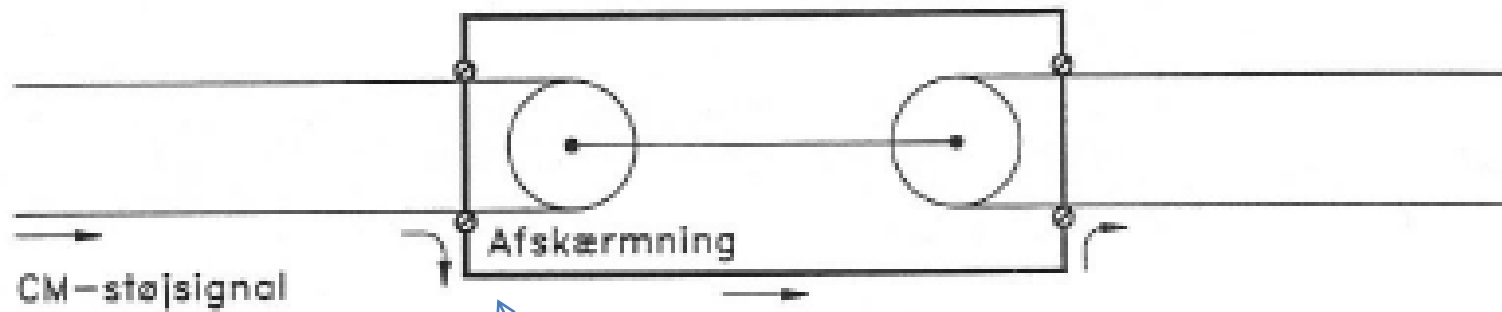
Denne type støj er mere sjælden og optræder kun ved højfrekvent støj (højere end ca. 30 MHz). Denne type støj afhjælpes ved afskærmning af kablerne og eventuelt i særlig grove tilfælde ved afskærmning af de lokaler, hvori dataudstyret står.



Skærming



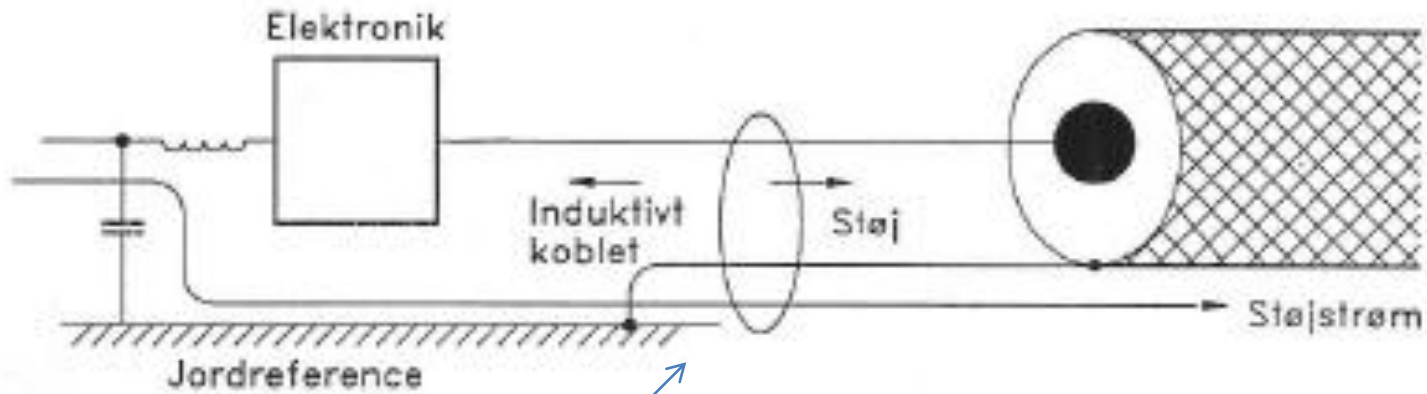
Skærmning



Korrekt skærm



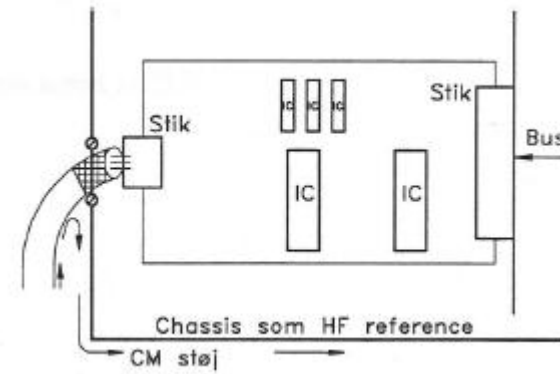
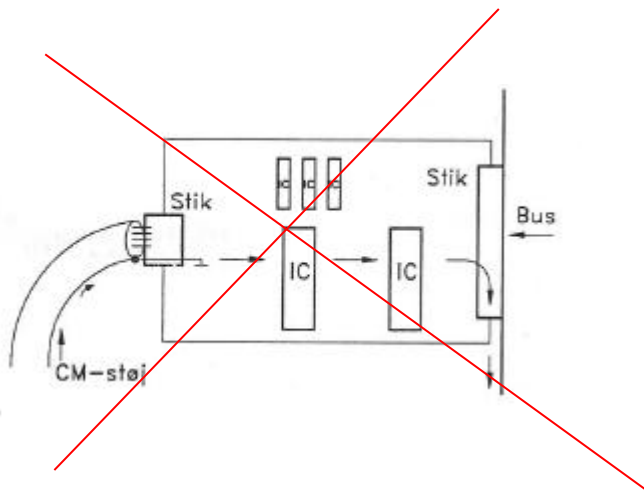
Skærmning



Dur ikke!!

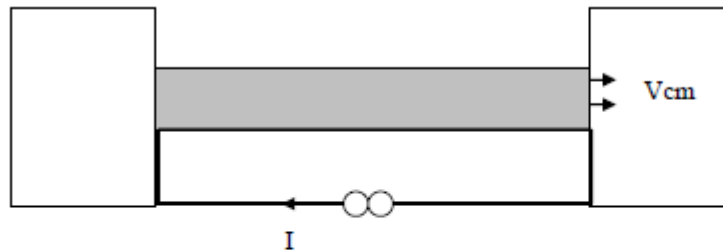


Skærm



Skærmimpedans Koblingsimpedans

- Skærmimpedansen < impedansen til innerlederen: ellers går støjen til innerlederen!
- $V_{cm} = I * Z_k * L$

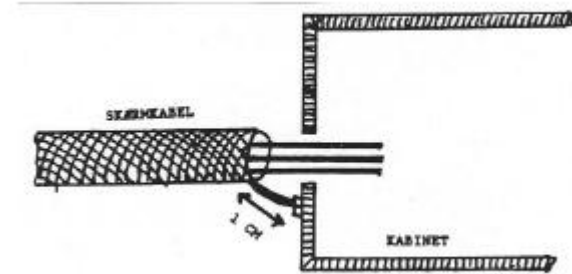


Eksempel: Et 10m langt kabel med en Z_k på $10\text{m}\Omega/\text{m}$ påtrykkes en strøm på 100mA .
 $V_{cm} = 100\text{mA} * 10\text{m}\Omega * 10\text{m} = 10\text{mV}$.



Skærm

- Pigtail på 1cm!
- $1,5\mu\text{H/m}$
- 1 cm pigtail giver $0,1\ \Omega$
- Et kabel har $10\text{m}\Omega/\text{m} \Rightarrow$ en faktor 10 større Impedans
- Lav ikke pigtails!!!!



UTP

- UTP=unshield twisted par
- God og billig løsning, hvorfor?





- Det bedste kabel er ikke bedre end dens afslutning!
- Se side 22 i kompendiet



Jord

- Er jord forbindelsen en god afskærmning?
- Jord er primært til for brugerens sikkerhed!!
- I jordforbindelsen er der oftest lige så meget støj i som den strømlederen



En jord kan:

- Person beskytte
- Potentiale udligning
- Lynafledning



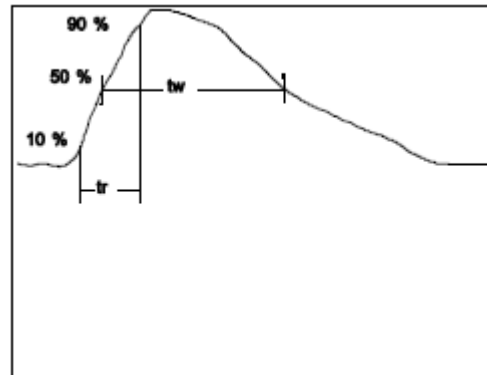
Jord

- En god HF afskærm er en kort og bred bane i stedet for en leder.
- Modstanden igennem afskærmning skal være lavere end eks. Printkortet!! Hvorfor?



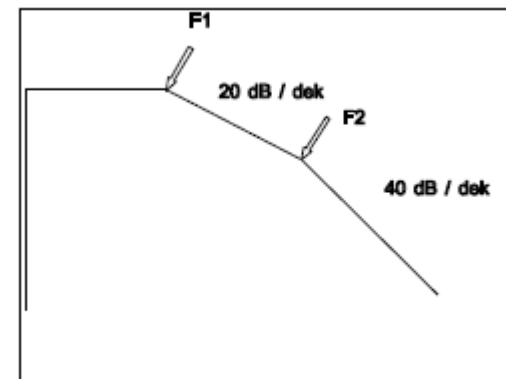
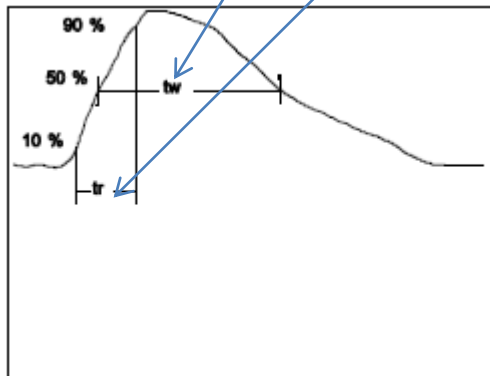
Transienter

- Frekvensspektret for en transient kan udregnes, hvis amplituden, stigetid og pulsbredde er kendt!



Transienter

- $F1 = 1/\pi * \text{pulsbredden}$
- $F2 = 1 / \pi * \text{stigetiden}$
- Praksis viser at efter $F2$ er de harmoniske ubetydelig



Transient energien

- Udregning af energien i en transient:
- $K = 1,4$ kurveform for transienter
- Tid = Pulsbredden af transienten
- $\text{Joule}(W_{\text{sek}}) = K * \text{spænding} * \text{strøm} * \text{tid}$
- Kan man måle en transient med et scope?



Transient

Eks:

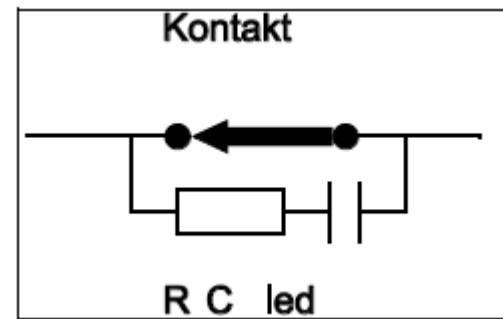
En transient på 400V peak spænding og maks strøm 10A har en halveringstid på 1 mS .

Energi indhold = $1,4 * 400 * 10 * 0,001 = 5,6$ Joule.



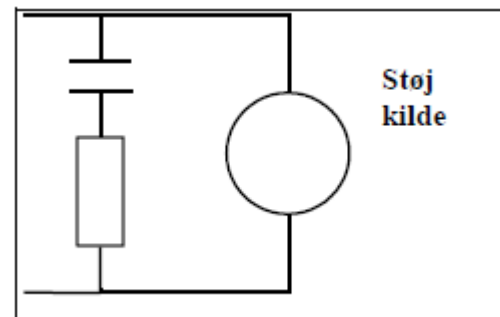
Kontakt beskyttelse

- Kontakter genere gnister når de trykkes på.
- Kan montere et RC led over en kontakt
- Induktive værst!



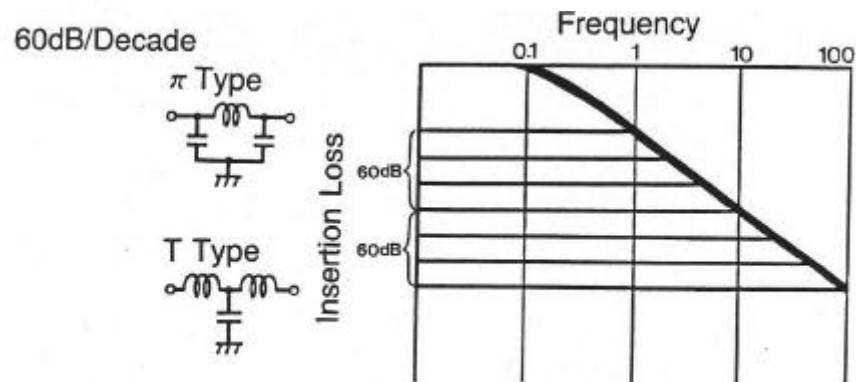
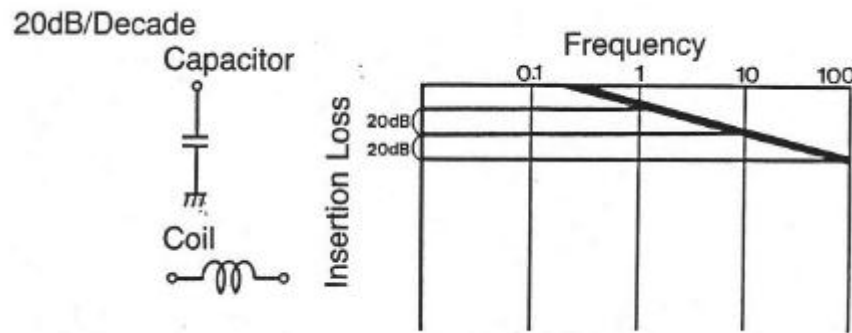
Kontakt beskyttelse

- Støjdæmpning af spoler.
- Pas på når det er 230V
 - Der skal benyttes speciel komponenter
 - Se kompendient

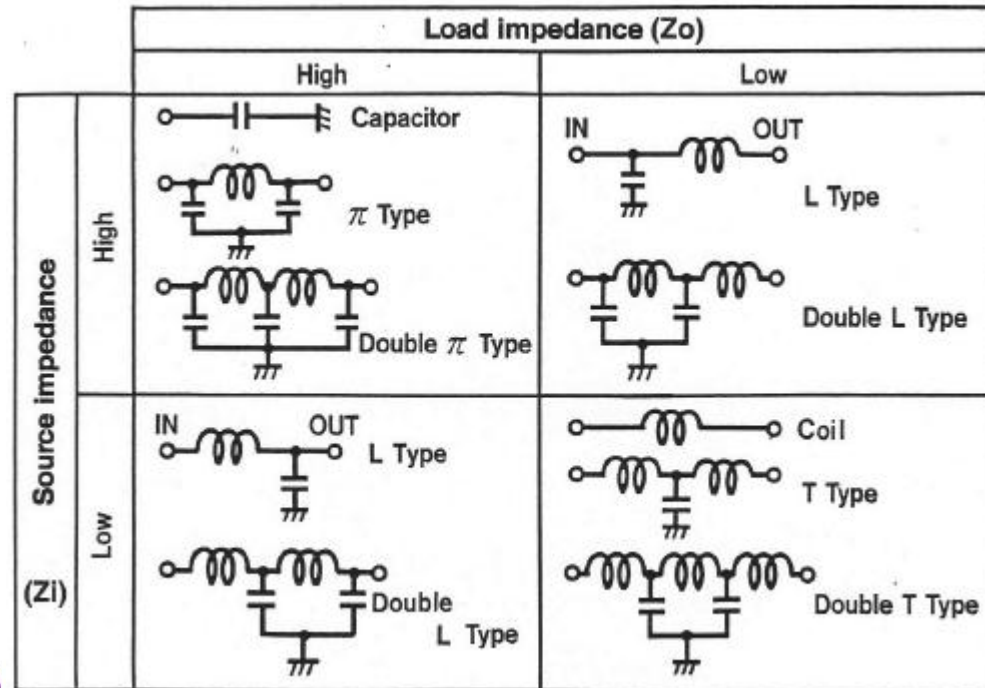


Støjfiltre

- Til at fjerne støj kan benyttes filtre



- Benyt det filter der ikke generer nyttesignalet (Impedancen)!



Skærmdæmpning

Den samlede skærmdæmpning

Frekvens	Kobber			Jern		
	Magn.	Elekt.	Fjern	Magn.	Elekt.	Fjern.
50 Hz	4	260	131	3	245	117
1 kHz	25	233	129	15	219	115
10 kHz	45	213	129	52	218	134
150 kHz	69	190	130	188	305	248
1 MHz	98	185	142	391	479	435
15 MHz	205	245	225	1102	1143	1123
100 MHz	418	422	422	1425	1434	1430

Lavfrekvent
magnetiske felter
er svære at
dæmpe!

Skærmdæmpning i dB for en 0,25 mm tyk plade. Afstand til kilde: 30 cm.



Emner i kompendiet

- Lyn afledning
- ESD

