



Skolan för teknik och hälsa

Tentamen

Kurs:	EMC elektronik
Kursnummer:	HE1019
Moment:	RED1: 4hp
Program:	MT
Åk:	3 (TIMEL3)
Examinator:	Mats Nilsson
Rättande lärare:	Nils Holmström
Datum:	Måndag 22 mars, 2016
Tid:	9 - 13
Plats:	Flemingsberg
Hjälpmedel:	Räknedosa, formelsamling i tentamen
Omfattning och betygsgränser:	Tentamen består av 20 frågor som kan ge maximalt 26 poäng. Betygsättning: A 23-26 poäng, B 20-22 poäng, C 17-19 poäng, D 14-16 poäng, E 11-13 poäng, Fx minst 10 poäng (ger inte godkänt på kursen men ger rätt till komplettering)
Övrig information:	Svara på frågorna genom att antingen skriva in svaren i respektive ruta under frågan eller på separata blad. Lämna också in dina uträkningar så finns det chans att du kan få poäng om du tänkt rätt, men gjort ett mindre misstag. Kom ihåg att skriva namn och uppgift på alla inlämnade papper!

1. Kopplingsvägar (1p)

Varje störning har en källa, en kopplingskanal och ett offer. Fortplantningen av störningen (kopplingskanalen) kan antingen ske genom rummen eller genom ledare. Nämn tre sätt störningar kan fortplantas genom rummen.



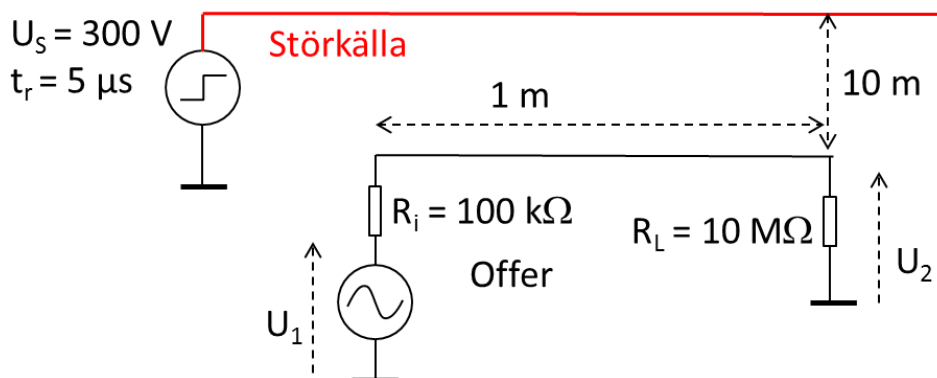
Lösning:

- 1) Kapacitivt
- 2) Induktivt
- 3) Strålat (elektromagnetiska vågor)

2. Överhörning (2p)

En oskärmad störande nätkabel med diametern 2 mm ligger i luft på 10 m avstånd från en störningsupptagande ledning (Offer). På nätkabeln förekommer transienter med amplituden 300 V och stigtiden 5 μs .

Offret har en 1 m lång oskärmad ledning av 2 mm tjock koppartråd som drivs av en signalkälla U_1 med impedansen 100 k Ω . Ledningen avslutas med 10 M Ω last. Rita ekvivalent schema samt beräkna hur stor störningsspänningen U_2 blir?



Lösning:

Först kollar man om offret ligger i när- eller fjärrfältet från störkällan. För störningen gäller att gränshänsen $f_b = 1/\pi t_r = 64 \text{ kHz}$. Detta ger våglängden $\lambda = c/f_b \approx 4.7 \text{ km}$. Kritiska avståndet blir då $d_{\text{krit}} = \lambda/2\pi \approx 750 \text{ m}$ och man kan anta att offret ligger i närfältet av störkällan eftersom avståndet mellan störkälla och offer är 10 m. Då gäller att störningen överförs antingen kapacitivt eller induktivt. I beskrivningen saknas uppgift om strömstyrka i störkällan mm så vi får anta att vi har en kapacitiv störningsväg.

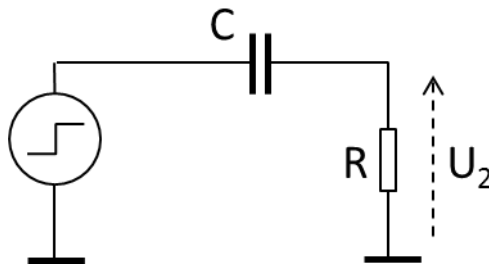
Formelsamlingen ger att kapacitansen mellan ledarna när $a \ll d$ är

$$C \approx \frac{\pi \epsilon_r \epsilon_0 l}{\ln\left(\frac{d}{a}\right)}$$

$\epsilon_r = 1$ i luft, $l = 1$ m, $d = 10$ m, $a = 1$ mm $\Rightarrow C = 3,0$ pF

$R = 100$ k Ω parallellt med 10 M $\Omega = 99$ k Ω

Om man ritat ekvivalent schema (approximation) för situationen fås följande:



För en flank gäller (formelsamling sid 303) att

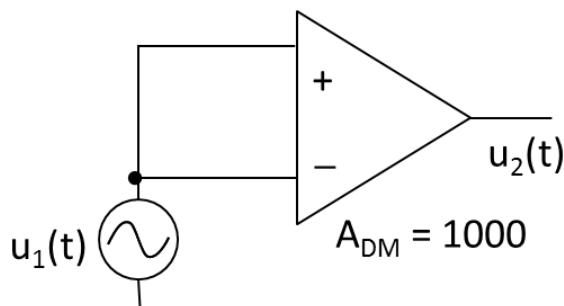
$$i = C \frac{du}{dt}$$

Och $U_2 = R \times i$ vilket ger att

$$U_2 = RC \frac{du}{dt} = 99 \times 10^3 \times 3 \times 10^{-12} \frac{300}{5 \times 10^{-6}} = 18$$

3. CMRR (1p)

En mätförstärkare med 1000 gångers förstärkning kopplas enligt figuren till vänster. Amplituden på inspänningen $u_1(t) = 1$ V under hela mätningen. Man mäter upp spänningarna enligt tabellen:



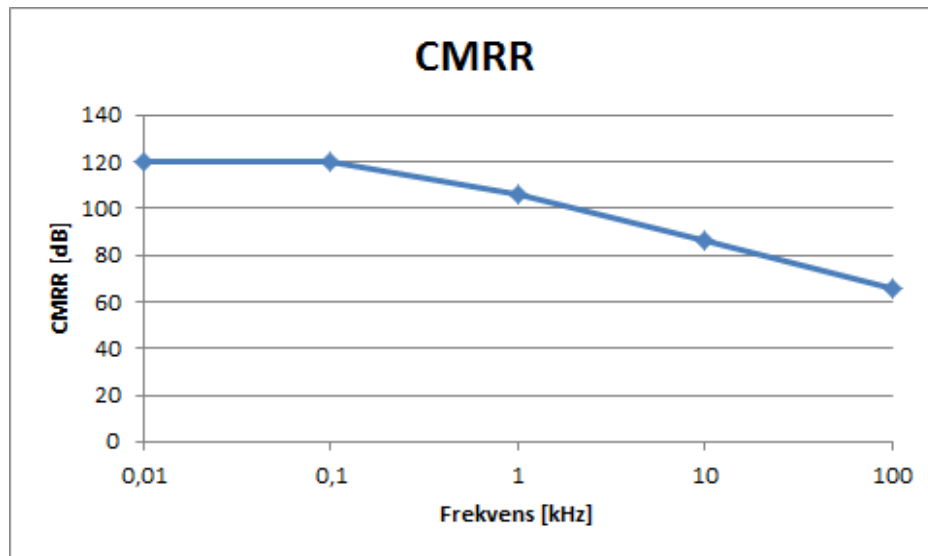
f [kHz]	U_2 [mV]
0,01	1
0,1	1
1	5
10	50
100	500

- Ange formel för att beräkna $CMRR_{dB}$!
- Beräkna $CMRR_{dB}$ vid de fem angivna frekvenserna!
- Rita upp $CMRR_{dB}$ som funktion av frekvensen i ett enkelt diagram!

Lösning:

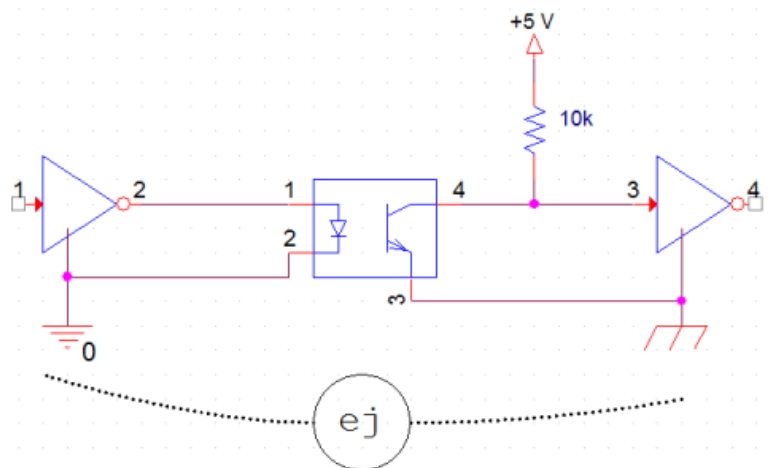
f [kHz]	U ₂ [mV]	CMRR [dB]
0,01	1	120
0,1	1	120
1	5	106
10	50	86
100	500	66

$$CMRR_{dB} = 20 \log \left(A_{DM} \frac{U_{IN}}{U_{UT}} \right)$$



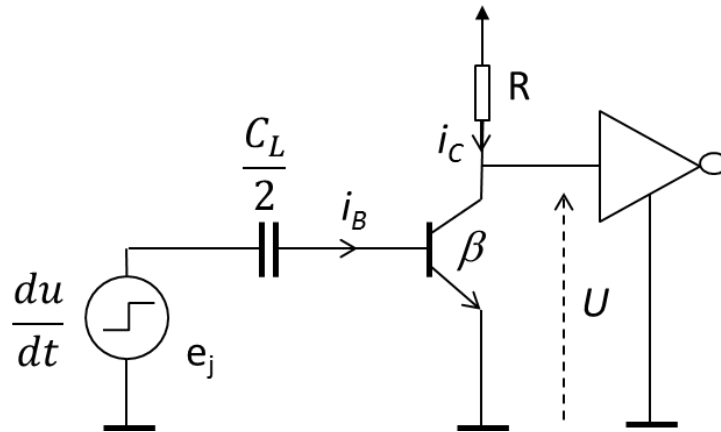
4. Isolering (2p)

En oskärmad optokopplare har $C_L = 1$ pF längskapacitans och hälften av denna kapacitans kopplar till fototransistorns bas. Antag att fototransistorns strömförstärkning $\beta = 100$. Inverteraren till höger, som har hög inimpedans, byter värde från logisk nolla till etta då inspänningen understiger 2,5 V. Inspänningen till optokopplaren är 0V vilket betyder att lysdioden är släckt. Vilken positiv transient spänningsförändring du/dt på "ej" krävs för att inverteraren skall byta värde till etta på utgången?



Lösning:

När kollektorströmmen, som går genom motståndet $R = 10 \text{ k}\Omega$, $i_c > 2,5 \text{ V} / 10 \text{ k}\Omega = 250 \text{ }\mu\text{A}$ blir $U < 2,5 \text{ V}$ och inverteraren byter värde.



Kollektorströmmen i_c beräknas som funktion av spänningsförändringen enligt följande.

$$i_B = \frac{C_L}{2} \cdot \frac{du}{dt}$$

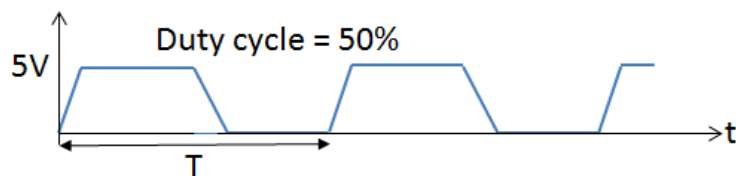
$$i_c = \beta \cdot i_B = \beta \cdot \frac{C_L}{2} \cdot \frac{du}{dt}$$

$$\frac{du}{dt} > \frac{2i_c}{\beta C_L} = \frac{2 \cdot 250 \cdot 10^{-6}}{100 \cdot 10^{-12}} = 5 \cdot 10^6 \text{ V/s}$$

⇒ Trancienten $du/dt > 5 \text{ V}/\mu\text{s}$

5. Filter (1p)

En digital signal med amplituden 5 V och frekvensen är 25 MHz ser ut som i figuren. Stigtiden $t_r = 3 \text{ ns}$ och falltiden $t_f = 5 \text{ ns}$. Under vilken brytfrekvens ligger det mesta av signalens energi?



Lösning:

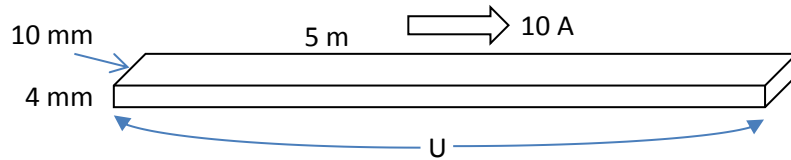
Den kortaste av stig- respektive falltid är $t_r = 3 \text{ ns}$ vilken bestämmer gränsfrekvensen f_b .

Den gränsfrekvens under vilken det mesta av signalens energi finns är

$$f_b = 1/\pi t_r = 106 \text{ MHz}$$

6. Kraftöverföring (1p)

En rektangulär kopparskena med tvärsnittet 10 x 4 mm överför en växelström på 10 A / 50 kHz mellan två terminaler i ett ställverk. Vad blir spänningsfallet i kopparskenan om den är 5 m lång? Gör en överslagberäkning som beaktar skin-effekten!



Lösning:

Resistansen i skenan vid frekvensen $f = 50 \text{ kHz}$ beräknas som

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A_{eff}}$$

, där resistiviteten $\rho = 1/\sigma$ (konduktiviteten $\sigma = 1/\rho$).

Skindjupet är $\delta = \frac{66 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{\sigma_r f}} \text{ [m]}$.

Detta ger att δ vid 50 kHz är $\delta = 295 \text{ }\mu\text{m}$

$$A_{eff} \approx \delta(2 \cdot 10 + 2 \cdot 4) = 8,26 \text{ mm}^2$$

Konduktiviteten $\sigma = \sigma_0 \sigma_r$, där $\sigma_r = 1$ för koppar. Sålunda kan resistansen vid 50 kHz fås som

$$R = \frac{l}{\sigma_0 A_{eff}} = 10,4 \text{ m}\Omega$$

Spänningsfallet i skenan är enligt ohms lag, $U = R \cdot I$

Detta ger att spänningsfallen **U(50 kHz) = 104 mV** (med $I=20\text{A}$ får 208 mV)

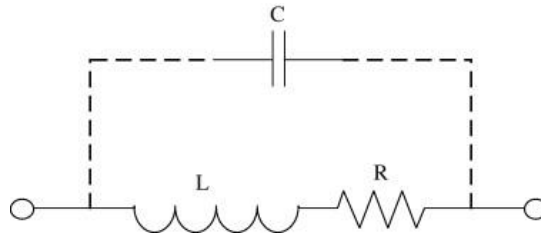
7. Verkliga komponenter (1p)

Teori och verklighet är inte alltid överensstämmande i komponenternas värld. Exempelvis har både motstånd och kondensatorer inte bara resistiva respektive kapacitiva egenskaper utan det förekommer oftast parasiter som beror av t.ex. geometri och materialval. Nedan visas en induktor med induktansen L . Rita ett schema för den verkliga komponenten med ingående parasitkomponenter samt skissera hur impedansen beror av frekvensen!

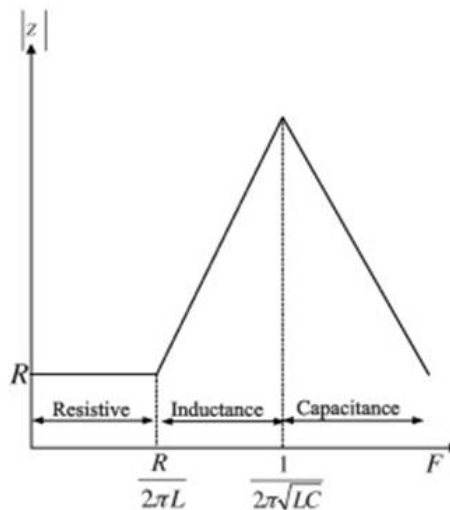


Lösning:

Det finns alltid en serieresistans R i den ledare som bildar induktorn (spolen). Mellan lindningarna förekommer en parallellkapacitans C (figur).



Vid låga frekvenser kan man betrakta komponenten som ett (lågohmigt) motstånd. Går man upp i frekvens börjar de induktiva egenskaperna dominera och impedansen stiger med frekvensen. Vid riktigt höga frekvenser är däremot de kapacitiva egenskaperna dominerande. Spolen är egentligen induktiv bara i intervallet i mitten av grafen nedan.

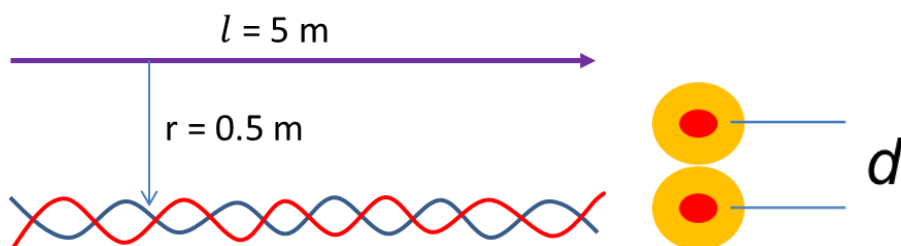


8. Kablar (1p)

En tvinnad signalkabel går parallellt med en kraftkabel på en sträcka av 5 m. Avståndet r mellan kablarna är 0,5 m. Strömderivatan i kraftkabeln di/dt har vid ett tillfälle uppmätts till $50 \text{ A}/\mu\text{s}$.

Koppartråden i signalkablarna har diametern $a = 0,8 \text{ mm}$ och isolationen är 1 mm tjock. Tvinningen är halvbra, och signalkabelns areaobalans $A_{\text{eff}} = 5 \%$.

Beräkna inducerad spänning i signalkabeln!



Lösning:

Först beräknas ytan A (projektion) av den tvinnade kabeln. Avståndet mellan kopparledarna $d = 2 \times a/2 + 2 \times 1 \text{ mm} = 2,8 \text{ mm}$. Om man antar att tvinningen är jämn fås arean

$$A = \frac{ld}{\sqrt{2}} = \frac{5 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2}}$$

, vilket ger att $A = 9,9 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

Den effektiva arean $A_{\text{eff}} = 0,05 \times A = 495 \times 10^{-6} \text{ m}^2$.

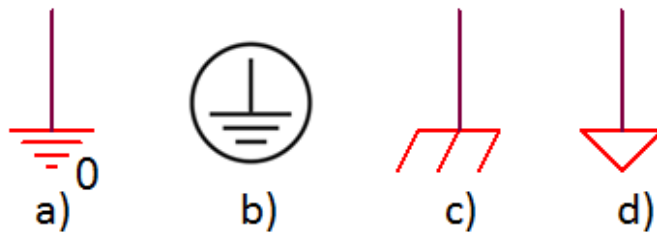
I formelsamlingen sid 305, inducerad emk i slinga

$$E \approx \frac{\mu_0 A_{\text{eff}}}{2\pi r} \frac{di}{dt}$$

=> **E = 9.9 mV**

9. Jordning (1p)

De fyra symbolerna nedan betecknar alla jord. Förklara kort vad var och en står för.

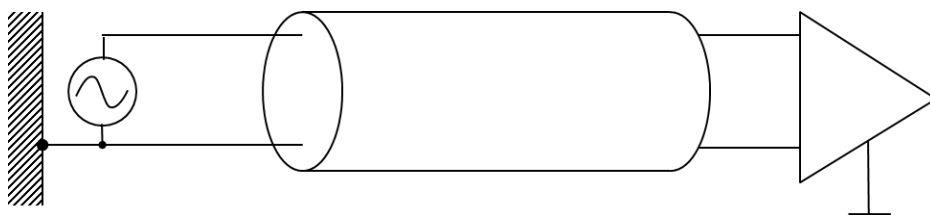


Lösning:

- a) Nollpotential referens jord
- b) Skyddsjord
- c) Chassis anslutning
- d) Digital jord/nolla

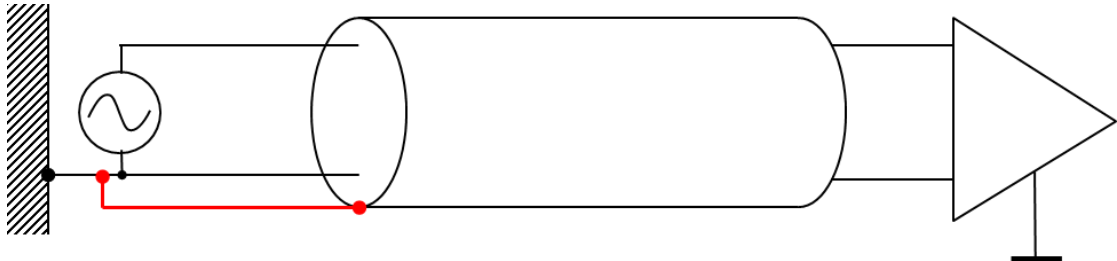
10. Jordning av skärm (1p)

Bilden visar en koppling där signalkällan till vänster är kopplad till jord. Kabeln är elektriskt kort, dvs. skärmen är mycket kortare än störningens våglängd. Beskriv hur man bäst kopplar in skärmen för att undertrycka eventuella längsspänningar!



Lösning:

Generellt kopplas skärmen till den punkt som bäst följer innerledarnas potential. Det isolerande snittet ligger i ingångarna till förstärkaren som bör ha ett högt CMRR. Genom att jorda skärmen i ena ändan går inga jordströmmar genom skärmen och inga längsspänningar kopplas till kretsen. Skärmen leder kapacitivt kopplade störströmmar till jord och skyddar därigenom signalledarna.



11. Transmission (1p)

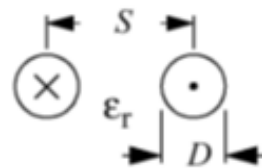
En oskärmad kabel med mantel av polyolefin, $\epsilon_r = 2,3$, med två ledare används för att överföra digitala signaler mellan två instrument. Kabelns längd är 5 m, ledardiametern är 0,8 mm och avståndet mellan ledarna är 3 mm (se figur). Beräkna transmittionstiden T_D och den karaktäristiska impedansen Z_0 .



Lösning:

Enligt formelsamlingen kan impedans och utbredningskonstant för parallella ledare beräknas:

$$Z_0 = \frac{120}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \left(\frac{S}{D} + \sqrt{\left(\frac{S}{D} \right)^2 - 1} \right) [\Omega]$$
$$T_0 = 3,34 \sqrt{\epsilon_r} [ns/m]$$



$$\epsilon_r = 2,3; S = 3 \times 10^{-3} \text{ m}; D = 0,8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

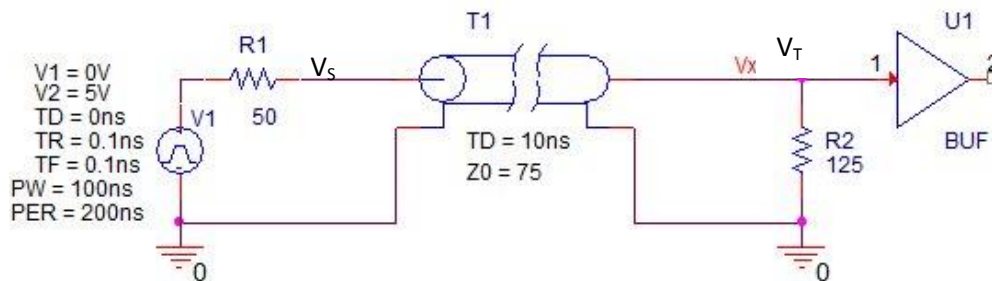
Detta ger att

$$Z_0 = 158 \Omega.$$

$$T_0 = 5,07 \text{ ns/m. Längden på ledaren } l = 5 \text{ m} \Rightarrow T_D = l \times T_0 \Rightarrow T_D = 25 \text{ ns}$$

12. Terminering (3p)

- a) Vid ett laborationstillfälle kopplas signalgeneratorns utgång direkt till en BNC koaxialkabel med karaktäristiska impedansen $Z_0 = 75 \Omega$ och transmissionstiden $T_D = 10 \text{ ns}$. Signalgeneratorns utgångsimpedans $R_1 = 50 \Omega$. I andra ändan har man terminerat kabeln med ett motstånd $R_2 = 125 \Omega$ till jord. Pulsen som matas från generatoren går vid tidpunkten $t = 0$ från 0 till 5 V, men vilken amplitud har signalerna på ingången (V_S) och utgången (V_T) på transmissionsledningen efter 5 ns, 15 ns och 25 ns? (2p)
- b) Föreslå hur man skulle kunna undvika reflektioner i denna uppkoppling och kabel! (0,5p)
- c) Eftersom den digitala buffertkretsens insignal bör vara 5 V för "1" och 0 V för "0", hur måste signalgeneratorns amplitud ställas in efter reflektionsfri terminering? (0,5p)



Lösning:

Beräkna först inspänningen när signalen når T1 första gången: $V_S = V_2 \times Z_0 / (R_1 + Z_0) = 3 \text{ V}$. Denna spänning V_S finns på ingången från $t=0$ till $t=2T_D$. **$V_S(5 \text{ ns}) = V_S(15 \text{ ns}) = 3 \text{ V}$.**

Reflektionskoefficienten $\rho_S = (R_1 - Z_0) / (R_1 + Z_0) = -0.20$

Reflektionskoefficienten $\rho_T = (R_2 - Z_0) / (R_2 + Z_0) = +0.25$

Från $t = 0$ till $t = T_D$ är spänningen V_S på ingången till bufferten = 0 V. Alltså är **$V_T(5 \text{ ns}) = 0 \text{ V}$.**

Efter första reflektionen reflekteras $V_{r1} = \rho_T V_S = 0.75 \text{ V}$

$V_{T1} = V_S + V_{r1} = 3 \text{ V} + 0.75 \text{ V} = 3.75 \text{ V}$

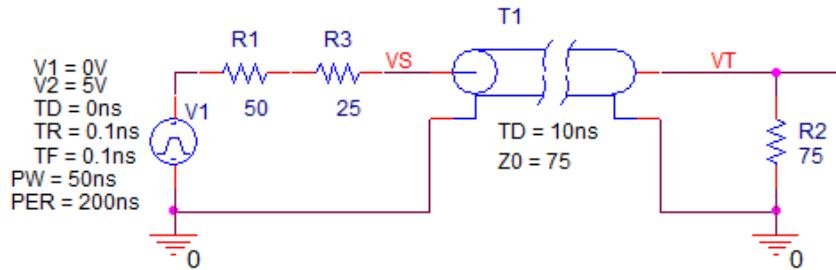
Från $t = T_D$ till $t = 3T_D$ är $V_T = 3.75 \text{ V}$. Alltså är **$V_T(15 \text{ ns}) = V_T(25 \text{ ns}) = 3.75 \text{ V}$.**

Efter andra reflektionen ($2T_D < t < 4T_D$) reflekteras $V_{r2} = \rho_S V_{r1} = -0.2 \times 0.75 \text{ V} = -0.15 \text{ V}$.

Från $t = 2T_D$ till $t = 4T_D$ är $V_S = V_{T1} + V_{r2} = 3.75 - 0.15 \text{ V} = 3.6 \text{ V}$. **$V_S(25 \text{ ns}) = 3.6 \text{ V}$**

t (ns)	V_S (V)	V_T (V)
5	3	0
15	3	3,75
25	3,6	3,75

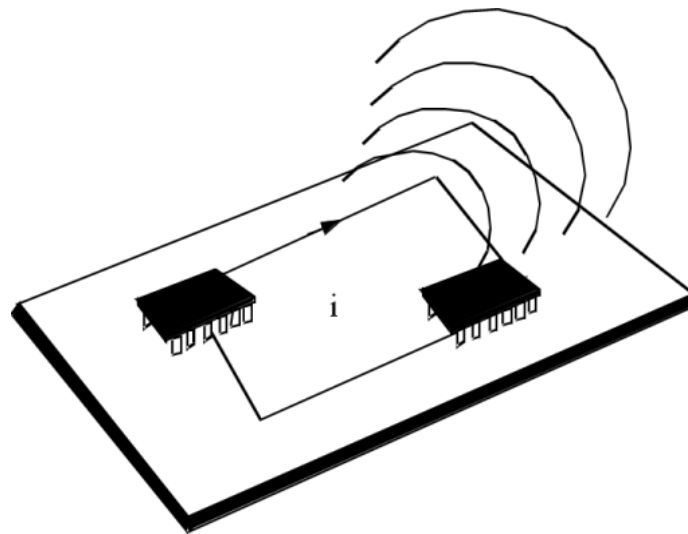
- b) Koppla in ett seriemotstånd R3 på 25 Ω på ingången och minska termineringsmotståndet R2 till 75 Ω (Figur nedan).



- c) Öka signalgeneratorns spänning till 10 V. Då kommer VS och VT efter 10 ns att bli 5V.

13. Strålkällor (1p)

Mönsterdragningen på ett kretskort är dragen olyckligt så att en öppen strömslinga bildas. Den area som strömslingan bildar på kortet är $A = 50 \text{ cm}^2$. Strömmen i slingan är 100 mA vid frekvensen 15 MHz. Kortet saknar ledande jordplan. Vilken är den maximala elektriska fältstyrkan på avståndet 10 m från kortet?



Lösning:

Strömmen i slingan genererar ett magnetiskt fält. Först kontrolleras om man befinner sig i när- eller fjärrfältet. $d_{\text{krit}} = \lambda/2\pi = c/2\pi f = 3,2 \text{ m}$, alltså befinner vi oss i fjärrfältet. Enligt formelsamlingen s. 307 är elektriska fältstyrkan i fjärrfältet

$$E \leq \frac{132 \cdot 10^{-16} \cdot f^2 A I}{r}$$

$$E < 149 \text{ uV/m}$$

14. Skärmning (2p)

Vad är den totala skärmningseffektiviteten för en 0,5 mm tjock tät apparatlåda av hårt aluminium? Lådan befinner sig i luft och störfrekvensen är 1 MHz.

Lösning:

Skärmningseffektiviteten SE för aluminiumlådan = R + A + B

$$\text{Reflektionsdämpningen } E_1/E_0 = 4 Z_0 Z_s / (Z_0 + Z_s)^2 \quad (\text{s. 307})$$

$$\text{Vågimpedans i luft } Z_0 = 377 \, \Omega \quad (\text{s. 306})$$

$$\text{Vågimpedansen } Z_s \text{ för aluminium vid 1 MHz beräknas enligt formel} \quad (\text{s. 306})$$

$$Z_s = \sqrt{\frac{j\omega\mu_r\mu_0}{\sigma + j\omega\epsilon_r\epsilon_0}}$$

Enligt formelsamling (sid 309) är $\sigma_r = 0,4$ för aluminium och $\sigma_0 = 5.82 \times 10^7 \, [1/\Omega\text{m}]$.

$$\Rightarrow \sigma = \sigma_r\sigma_0 = 23,3 \times 10^6 \, [1/\Omega\text{m}]$$

$$\text{Termen } \omega\epsilon_r\epsilon_0 = 2\pi f \cdot 1 \cdot 8.854 \cdot 10^{-12} \, [\text{F/m}] = 55,6 \times 10^{-6} \, [\text{F/sm}]$$

Eftersom $\sigma \gg \omega\epsilon_0$ och $\mu_r = 1$ för koppar kan formeln förenklas till

$$|Z_s| = \sqrt{\frac{2\pi f\mu_0}{\sigma}}$$

$$\Rightarrow Z_s = 582 \times 10^{-6} \, \Omega$$

$$\Rightarrow \text{Reflektionsdämpningen } E_1/E_0 \approx 4 Z_s / Z_0 = 6,18 \times 10^{-6}$$

$$R = 20\log(E_0/E_1) = 20\log(1/(6,18 \times 10^{-6})) = \mathbf{104 \, dB}$$

$$\text{Absorptionsdämpningen } E_1/E_0 = e^{-t/\delta} \quad (\text{s. 307})$$

Inträngningsdjupet i aluminium δ

$$\delta = \frac{66 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{\sigma_r f}}$$

$$\Rightarrow \delta(1 \, \text{MHz}) = 104 \, \mu\text{m}$$

$$\text{Plåtens tjocklek } t = 0,5 \, \text{mm} \Rightarrow E_1/E_0 = e^{-t/\delta} = 8,2 \times 10^{-3}$$

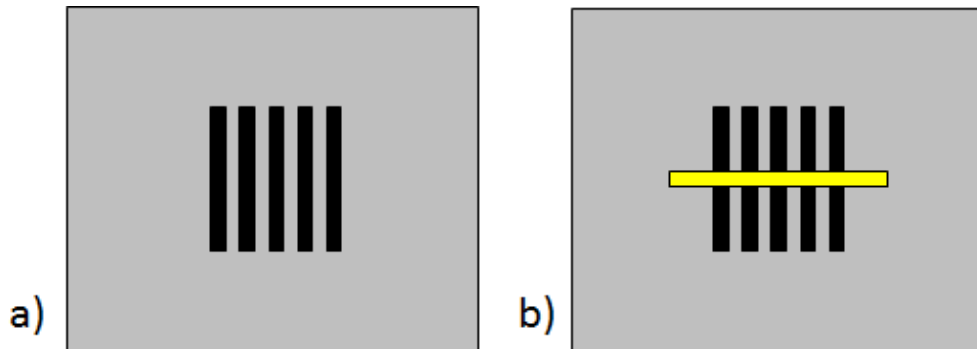
$$A = 20\log(E_0/E_1) = 20\log(1/8,2 \times 10^{-3}) = \mathbf{42 \, dB}$$

Multipla reflektioner B behöver inte beaktas eftersom $A > 10 \, \text{dB}$ (regel sid108).

$$\Rightarrow \text{Totala skärmningseffektiviteten } \underline{\text{utan hål}} \, SE = R + A = 104 + 42 \, [\text{dB}] = \mathbf{146 \, dB}$$

15. Skärmning (2p)

Ett ventilationshål görs på apparatlådan i föregående uppgift. Hålet består av fem vertikala täta öppningar med storleken 1 x 9 cm enligt figur t.v. Vad blir skärmningseffektiviteten vid 1 MHz för lådan? Hur mycket förbättras skärmningseffektiviteten om man lägger en 1 cm bred remsa av EMC-tape tvärs över hålen som i figur t.h.? EMC-tape är elektriskt ledande tape.



Lösning:

$\lambda = c/f = 300 \text{ m}$ vilket är $\gg a = 9 \text{ cm}$, dvs. öppningen är liten relativt våglängden.

a) Beräkna skärmningseffektiviteten då $a = 9 \text{ cm}$ och $b = 1 \text{ cm}$.

$$SE \approx 20 \log \left(\frac{\lambda}{2a} \right) + 20 \log \left(1 + \ln \left(\frac{a}{b} \right) \right)$$

$$\Rightarrow SE = 64,4 \text{ dB} + 10,1 \text{ dB} = \underline{74,5 \text{ dB}}$$

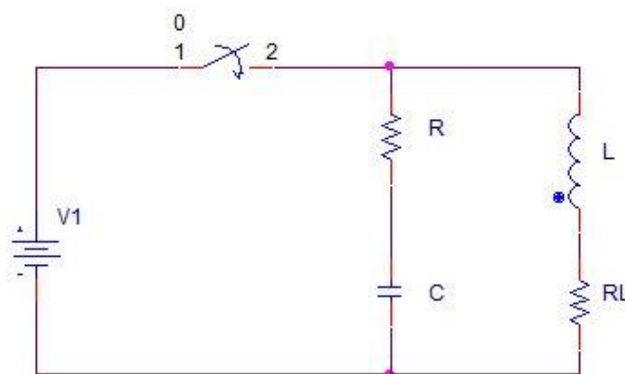
b) Remsan gör att det bildas tio mindre hål, alla med storleken $a = 4 \text{ cm}$ och $b = 1 \text{ cm}$.

$$\Rightarrow SE = 71,5 \text{ dB} + 7,6 \text{ dB} = \underline{79,1 \text{ dB}}$$

Följaktligen förbättras skärmningseffektiviteten med 4.6 dB eller 1,7 ggr.

16. Kontaktskydd (1p)

Bilden visar ett exempel på en omkopplare med silverkontakter som styr ett relä. Två komponenter R och C har lagts till för att förhindra överslag så att elektrodytorna inte skall förstöras.



1) V_G är den lägsta spänning som kan ge upphov till glimning, dvs. en gnista hoppas mellan elektroderna i en omkopplare. Hur stor är V_G under normala omständigheter? Ange ett av alternativen!

(a) 6-8 V

(b) 12-15 V

(c) 30-50 V

2) Vilken spänning mellan elektroderna krävs för att överslag skall kunna ske via jonisation av luften? Ange ett av alternativen!

(a) 300 V

(b) 900 V

(c) 1,5 kV

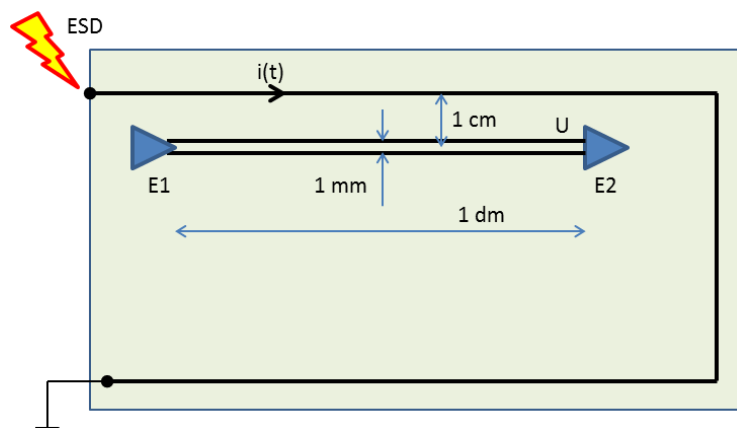
Lösning:

1. (b) 12 – 15 V.

2. (a) 300 V

17. ESD(1p)

På ett kretskort har man dragit kopparlaminatet som i figur. Vid en tidpunkt sker en elektrostatisk urladdning till kortets skyddsledare som dragits runt kortet (se figur). Därvid går en temporär ström $i(t)$ som ökar från noll till 50 A på 10 ns varefter den avklingar. Vilken spänning uppstår pga. urladdningen på ingången till förstärkaren E2 till höger? Betrakta den differentiella utgången på E1 som kortslutning!



Lösning:

Först kollar man om offret befinner sig i närfältet av störkällan. Stigtiden $t_r = 10$ ns $\Rightarrow$ frekvensen $f_b = 1/\pi t_r = 32$ MHz. Våglängden $\lambda = c/f_b = 3 \times 10^8 / 32 \times 10^6 = 9,4$ m. $d_{krit} = \lambda/2\pi = 1,5$ m $\gg 1$ cm, dvs. offret är i närfältet.

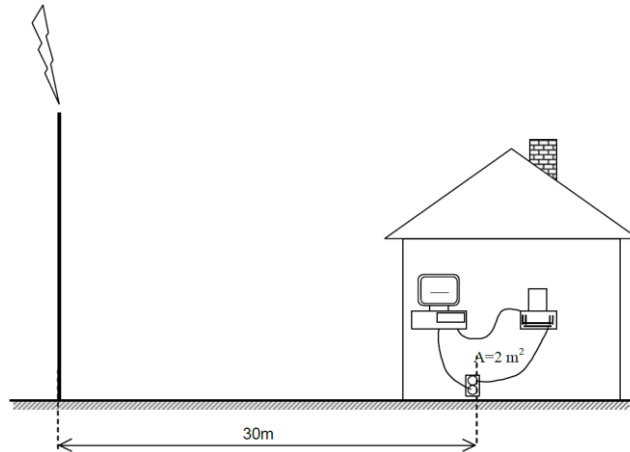
Det blir således en kapacitiv och en induktiv överhörning. Eftersom uppgifter om spänningsderivata saknas men ström angivits antas induktion i en slinga. Slingans area $A = 1\text{ mm} \times 1\text{ dm} = 10^{-4}\text{ m}^2$ och den befinner sig $r = 10^{-2}$ m från källan.

$$E \approx \frac{\mu_0 A}{2\pi r} \frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow E = 10\text{ V}$$

18. Blixurladdning (1p)

Åskan slår ned i en åskledare på 30 m avstånd från en dator. Datorn är kopplad till en skrivare med en signalkabel. Både datorn och printern är anslutna till 230 V elnätet på ett sådant sätt att en öppen slinga på 2 m² bildas. Under blixurladdningen stiger strömmen i åskledaren från noll till toppströmmen 400 kA på 6 μs. Vilken är den maximala spänningen som induceras i slingan?



Lösning:

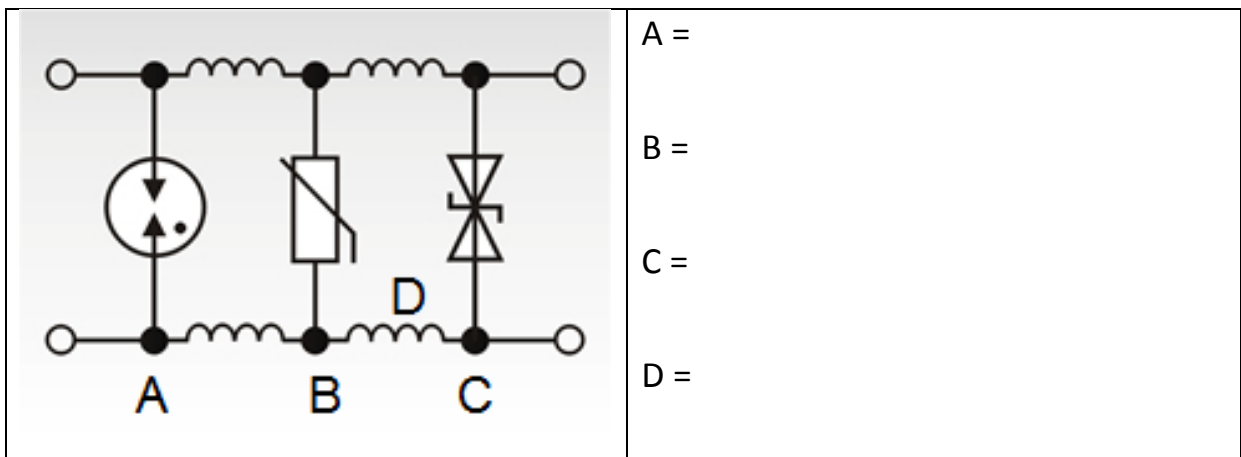
Enligt formelsamlingen sid 305 är

$$E \approx \frac{\mu_0 A}{2\pi r} \frac{di}{dt}$$
$$E \approx \frac{4\pi 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 30} \times \frac{400 \times 10^3}{6 \times 10^{-6}}$$

E = 889 V

19. Åskskydd (1p)

Bilden visar ett kombinerat överspänningsskydd (åskskydd) med fyra olika komponenter, vilket kan användas för att skydda utrustning som är ansluten till elnätet! Vad kallas komponenterna?



Lösning:

Vanliga typer av överspänningsskydd vid t.ex. åska är

- A. Gasurladdningsrör
- B. Metalloxid varistor, MOV
- C. TranZorb (transient voltage suppressor, TVS),
- D. Balun eller Drossel

20. Normer (1p)

På baksidan av ett mätinstrument hittar man både ett CE-märke och ett S-märke. Vad innebär dessa märken beträffande a) instrumentets kvalitet och b) marknad där det får säljas?

Lösning:

- a) CE-märket säger inget om kvaliteten. S-märket visar att instrumentet uppfyller europeiska krav på kvalitet. Symbolen visar att instrumentet är provat och certifierad av en oberoende part, t.ex. Intertek.
- b) CE-märket innebär förtroende för tillverkaren att få sälja produkten på den Europeiska marknaden. S-märket är frivilligt och påverkar inte vilken marknad man får sälja på.