



Försättsblad Prov Original

Kurskod	Provkod	Tentamensdatum
E T O 4 7 G	M 3 0 2	2 0 1 9 - 0 3 - 2 2
Kursnamn	Elektroteknik GR (A), Ellära och elektronik	
Provnamn	Tentamen - Sundsvall	
Ort	Sundsvall	
Termin	VT2019	
Ämne	Elektroteknik	

Deltenta 3 Filter och OP, Ellära och elektronik (ET047G)

Hjälpmedel: Miniräknare, linjal, penna, suddgummi (formelsamling bifogas)

Preliminära betygsgränser: Fx = 13.5, E = 15, D = 18, C = 21, B = 24, A = 27 Max = 30

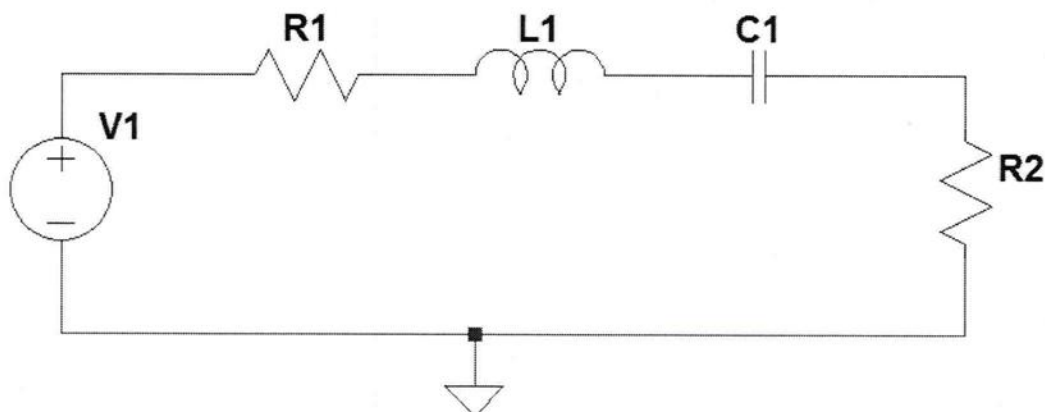


1. Filter

Du ska bygga ett 1:a ordningens filter för ett tvåvägs högtalarsystem. Rita ett kretsschema för den enklaste konstruktionen av ett högtalarfilter för ett tvåvägssystem. Ta hänsyn till att högtalarnas resistiva last är 16Ω per element. Välj kommersiellt tillgängliga komponenter ur bilaga 2 och bilaga 3, beräkna de nya gränshfrekvenserna och kommentera ifall gränshfrekvenserna överlappar varandra.

(7 p)

2. Filterfunktion



Bestäm vilken typ av filter visas i figuren ovan, förutsatt att utsignalen mäts över R2. Redogör för om/när resonans uppstår i filtret. Beräkna resonansfrekvensen i så fall.

Vid ev resonans, beräkna strömmen i kretsen om spänningskällan genererar en sinusvåg med 1,2 V toppvärde.

Beräkna även bandbredd och godhetstal för systemet.

Komponentvärden är

$R1 = 10 \Omega$ (egentligen spolens resistans, dvs egentligen en störning)

$L1 = 36 \text{ mH}$

$C1 = 680 \text{ pF}$

$R2 = 250 \Omega$ (egentligen lastens resistans)

(7 p)

3. Asymptotisk amplitudfunktion

Rita den asymptotiska amplitudkaraktärstiken för ett filter med överföringsfunktionen:

$$H(\omega) = \frac{1}{\left(1 + \frac{10}{j\omega}\right) \left(1 + \frac{100}{j\omega}\right) \left(1 + \frac{j\omega}{10000}\right)}$$

(7 p)

4. OP-koppling

Rita kretsen för en icke-inverterande OP-förstärkarkrets med $R_f = 8,2 \text{ k}\Omega$ och $R_1 = 560 \Omega$.

Antag att insignalen är en triangelvåg som ökar från -1 V till +1 V på 1,2 s. Sen minskar den från +1 V till -1 V på 0,5 s. Rita insignalen oscilloskopsbild. Hur lång är insignalens periodtid och vilken är insignalens frekvens? Drivspänningen till OP'n är +12,0 V och -12,0 V.

Beräkna utsignalen som triangelvågen på ingången genererar. Rita utsignalen (oscilloskopsbilden) från OP-kretsen tillsammans med insignalen.

Ändra förstärkningen så att klippning inte uppnås genom att byta en eller två av resistorerna mot andra värden ur E12-serien. Utsignalen ska vara nära klippning. Rita den nya utsignalen också.

(9 p)

Lycka till!

Bilaga 1 Formelsamling

Moment 1 DC-nät

Prefix före enheter

G	giga	10^9
M	mega	10^6
k	kilo	10^3
m	milli	10^{-3}
μ	mikro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	piko	10^{-12}

Resistans i ledare

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

ρ = ledarens resistivitet l = ledarens längd A = ledarens tvärsnitt sarea

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

Resistorvärden

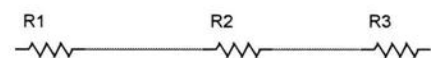
E12-serien för resistorer har tolerans 10 % och innehåller värdena 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82, 100 osv.

Resistorers färgkod

färg	siffr	exp	tolerans (%)
silver	-	0.01	10
guld	-	0.1	5
svart	0	1	20
brun	1	10	1
röd	2	100	2
orange	3	1k	3
gul	4	10k	
grön	5	100k	
blå	6	1M	
violett	7	10M	
grå	8		
vit	9		

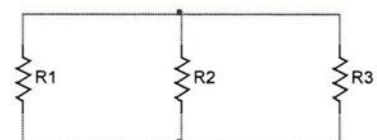
Seriekoppling av resistorer

$$R_{tot} = R_1 + R_2 + R_3$$



Parallellkoppling av resistorer

$$1/R_{tot} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$



Ohms lag

$$U = R \cdot I$$

Effektlagen

$$P = U \cdot I$$

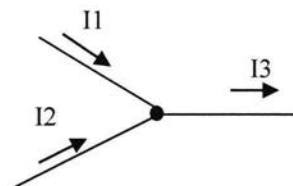
Effektlagen med resistorvärdet

$$P = U^2 / R$$

$$P = I^2 \cdot R$$

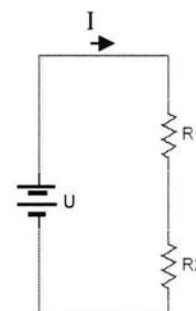
Kirschhoffs strömlag (1:a lagen)

Summan av alla strömmar i en knutpunkt är noll
 $I_1 + I_2 = I_3$



Kirschhoffs spänningslag (2:a lagen)

Summan av alla spänningar i en strömkrets är noll.
 $IR_1 + IR_2 = U$



Theveninekvivalent

Theveninspänning V_{th} mellan punkterna A och B i en krets. Beräkna spänningen mellan A och B förutsatt att komponenten utanför theveninekvivalentet tas bort.

Theveninresistans R_{th} mellan punkterna A och B i en krets. Beräkna resistansen mellan A och B förutsatt att komponenten utanför theveninekvivalentet tas bort. Spänningskällor ersätts med kortslutningar och strömkällor ersätts med avbrott.

Till slut. Sätt tillbaka komponenten utanför theveninekvivalenten mellan punkterna A och B.

Nortonekvivalent

$$I_n = V_{th}/R_{th}$$

$$R_n = R_{th}$$

Arbetsgång Nodanalys

- Rita ut noderna. En ensam spänningskälla kan inte åtskilja två noder.
- Jorda en nod.
- Inför potentialer i övriga noder.
- Ställ upp Kirschhoffs 1:a lag för strömmarna ut ur varje nod.

Arbetsgång Slinganalys

- Rita ut strömslingorna. En strömkälla får inte ingå i en slinga.
- Numrera strömmarna.
- Ställ upp Kirschhoffs 2:a lag för strömmarna i varje slinga.

En resistor parallellt med en spänningskälla kan försummas. En resistor i serie med en strömkälla kan försummas. (Förutom vid beräkning av total effektförbrukning för kretsen.)

Moment 2 AC-nät

Kapacitans

$$C = Q / U$$

Q laddning (C), U spänning (V) C kapacitans (F)

$$1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$$

Plattkondensator

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 A / d$$

A plattornas area (m²), d avstånd mellan plattorna (m), $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$, $\epsilon_r = 1$ för luft

Uppladdning av kondensator

$$U_C(t) = E \cdot (1 - e^{-t/RC})$$

U_C kondensatorspänning (V), E batterispänning (V), t tid (s), R resistans (Ω),

C kapacitans (F), $e \approx 2,718$

Urladdning av kondensator

$$U_C(t) = E \cdot e^{-t/RC}$$

Tidskonstanten för kondensatorn

$$\tau = R \cdot C$$

Tiden tills spänningen når 63 % av batteriets spänning (tvärt om vid urladdning)

Mätning av tidskonstant

$$\tau = \frac{t_{(90\%)} - t_{(10\%)}}{2,2}$$

Sinusformad spänning

$$u(t) = \hat{u} \sin(\omega t + \varphi_U) \Leftrightarrow U = \hat{u} e^{j\varphi_U}$$

Frekvens

$f = 1/T$, där T är tiden för en hel vågform, T mäts i s och f i Hz.

$\omega = 2\pi f$, där ω är vinkelfrekvensen mätt i radianer/s.

Växelspänning

Effektivvärdet för sinusvåg

$$U_e = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} \text{ och } I_e = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$$

Effektivvärde för fyrkantvåg

$$U_e = \hat{u} \text{ och } I_e = \hat{i}$$

Effektivvärde för triangelvåg

$$U_e = \frac{\hat{u}}{\sqrt{3}} \text{ och } I_e = \frac{\hat{i}}{\sqrt{3}}$$

Effektivvärde för signal med offset

$$U_{RMS} = \sqrt{U_{dc}^2 + U_{ac}^2}$$

Komplex räkning:

Rektangulär form: $a + jb$

Polär form: $C \angle \varphi$

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$\varphi = \arctan(b/a)$, om $a \geq 0$, $\varphi = \arctan(b/a) + 180^\circ$, om $a \leq 0$,

$$a = C \cdot \cos\varphi$$

$$b = C \cdot \sin\varphi$$

Ersättningskapacitans seriekoppling

$$C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_N$$

Ersättningskapacitans parallellkoppling $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_N}$

Ersättningsinduktans serie och parallellkoppling för spolar: Samma som för resistorer.

Reaktans Spole: $X_L = \omega L$
Kondensator: $X_C = 1/\omega C$
Impedans Spole: $Z_L = j\omega L$
Kondensator: $Z_C = 1/j\omega C$

Effekt

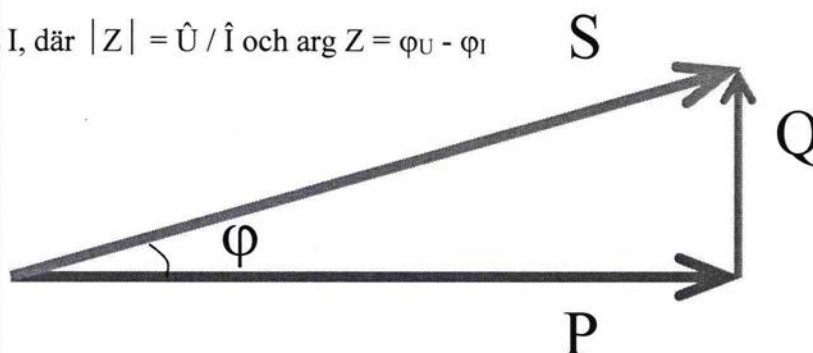
Skenbar effekt $S = U I$ (VA)

Aktiv effekt $P = U I \cos \varphi$, $P = R \cdot I^2$ (W)

Reaktiv effekt $Q = U I \sin \varphi$, $Q = X_L \cdot I^2$ (VAr)

Effektfaktor $\cos \varphi$

"Ohms lag för AC" $U = Z I$, där $|Z| = \hat{U} / \hat{I}$ och $\arg Z = \varphi_U - \varphi_I$



Moment 3 Filter och OP

Filter

Gränshfrekvens: Då amplituden är faktorn $1/\sqrt{2}$ lägre än maxvärdet.

1:a ordningens filter har gränshfrekvens $f_g = 1/(2\pi RC)$ eller $f_g = R/(2\pi L)$

Resonans

Vid resonans är X_L och X_C lika men motriktade, de tar ut varandra. All spänning över resistorn. För en RCL-krets gäller:

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad B = \frac{R}{L} \quad Q_S = \frac{\omega_r}{B} \quad Q_S = \frac{\text{Reaktiv effekt}}{\text{Aktiv effekt}}$$

Där ω_r är resonansfrekvens, B bandbredd och Q_S godhetstal.

OP

Arbetsgång OP-uppgifter

- Negativ återkoppling ger => spänningarna på båda ingångarna är lika.
- Oändlig inresistans => ingen ström in i OP'n.
- Oändlig utresistans => OP'n ger den ström som behövs för att Kirschhoffs lagar ska vara uppfyllda.

OP-kopplingar

Inverterande: $A_V = -R_f/R_1$

Icke-inverterande: $A_V = 1 + R_f/R_1$

