

TENTAMENSUPPGIFTER I ELEKTROTEKNIK

Elektroteknik för Media och CL. MF1035 (4F1224)

2011-05-25

9:00-13:00

För godkänt fordras c:a 50% av totalpoängen, se kursprogram för regler.

Du får lämna salen tidigast 1 timme efter tentamensstart.

Du får, som hjälpmedel, använda räknedosa, kursens läroböcker (utan andra anteckningar än understrykningar och korta kommentarer) samt Elfymatabell eller liknande. Övningshäften, lab-PM, anteckningar etc är inte tillåtna.

ALTERNATIVT läroböckerna får ett eget formelblad användas, A4, med valfri information.

Lösningar läggs ut på kurshemsidan 13:00.

Tentamensresultatet anslås den 2011-06-10

Efternamn, förnamn (texta)
Namn-teckning
Personnummer

OBS! Inga lösblad får användas. Alla svar ska göras i tentamenshäftet.

Räkna först på kladdpapper och för sedan in svaret samt så mycket av resonemanget att man vid rättning kan följa Dina tankegångar.

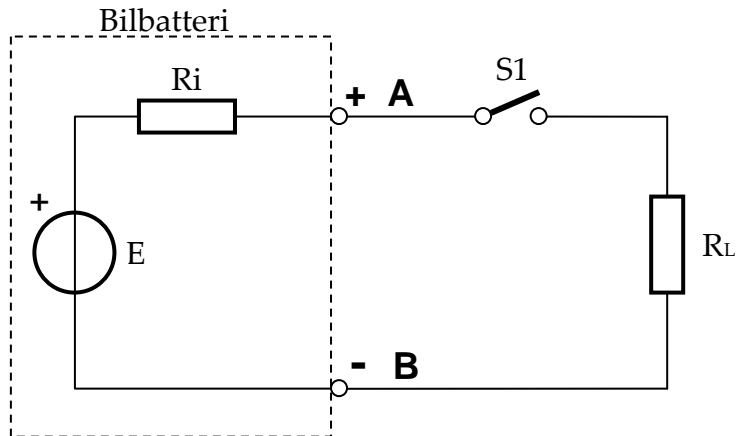
Svar utan motivering ger poängavdrag. (Gäller ej flervals- och kryssfrågor).

Vid behov kan Du skriva på baksidan.

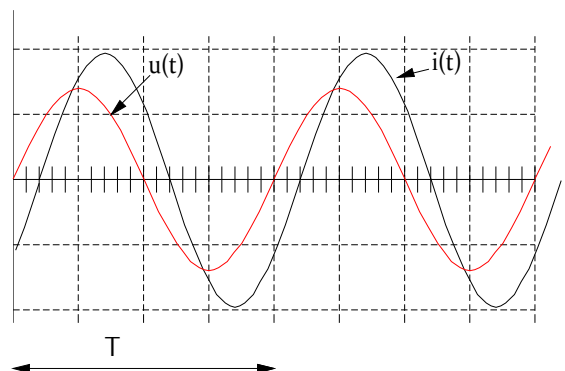
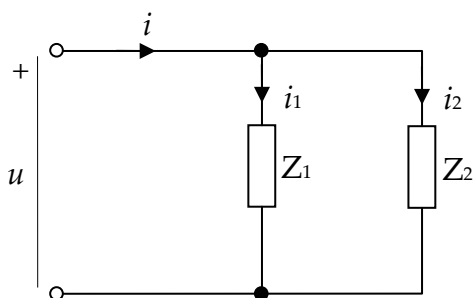
1	2	3	4	5	6	7	8

Σ Poäng

- 1(2p) Ett bilbatteri har tomgångsspänningen 13,2 V (S_1 är från/öppen), mätt mellan A och B. När startnyckeln vrids till körläge (S_1 till/sluten) sjunker batterispänningen till 12,0 V. I detta läge förbrukar lasten R_L 120 W.



- Beräkna strömmen genom lasten R_L då S_1 är sluten
 - Beräkna resistansen R_L .
 - Beräkna batteriets inre resistans R_i .
 - Beräkna förlusteffekten i batteriet då S_1 är sluten.
- 2(2p) En växelspänningskälla u matar två parallellkopplade impedanser med strömmen i . För kretsen gäller: $u = \hat{U} \sin(\omega t)$ och $i_2 = \hat{I}_2 \sin(\omega t + \alpha)$ där $\hat{U} = 42$ V och $\hat{I}_2 = 8,5$ A och $\alpha = -60^\circ$. Impedansen Z_1 är rent resistiv och består av motståndet $R = 10$ ohm. Förhållandet mellan inspänning och inström kan principiellt se ut som i diagrammet.



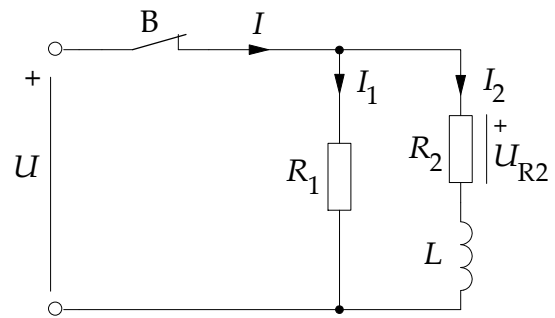
Beräkna:

- Effektivvärdet av strömmen i_1 , dvs I_1 .
- Effektivvärdet av strömmen i , dvs I .
- Fasvinkeln φ mellan inspänning u och inström i .
- Effektutvecklingen i kretsen.
-

3(2p) a) En glödlampa på 60W, 230 V ansluts till en 230V växelspänningskälla med försumbar inre resistans. Beräkna strömmen genom glödlampen.

b) Parallellt med glödlampen ansluts en lysrörsarmatur med följande data: 2*36W lysrör, effektförbrukning 94W, $\cos \varphi = 0,84$. Beräkna strömmen genom lysrörsarmaturen.

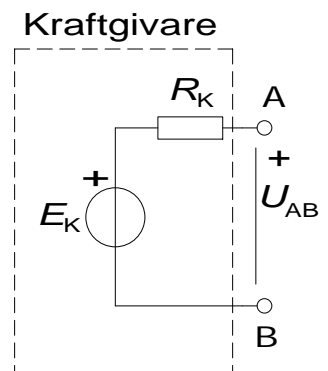
I figuren till höger representerar R_1 glödlampen och R_2+L representerar lysrörsarmaturen. Du behöver inte beräkna R_1 , R_2 eller L !



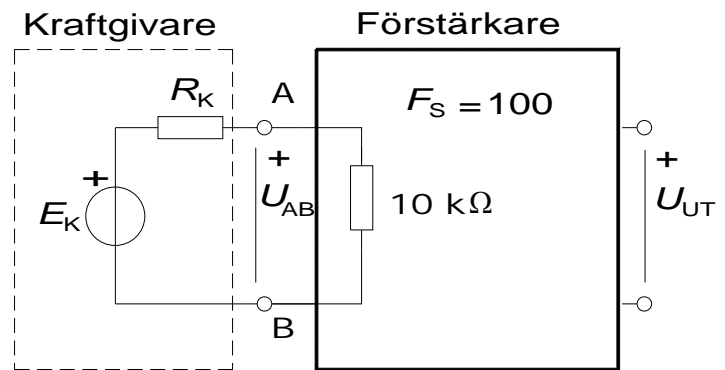
c) Hur stor ström I tas nu ut från växelspänningskällan? Rita kretsens visardiagram.

4(1p) I en utrustning har man en kraftgivare som ger utsignalen 45 mV vid fullt belastning (100 N). Man har skaffat sig en elektrisk modell (tvåpolsekvivalent) av givaren.

Modellen för givaren ser ut som till höger där $E_K = 45$ mV och $R_K = 1,25$ k Ω .



Man införskaffar en förstärkare med förstärkningen 100 ggr och inresistansen $R_{IN} = 10$ k Ω .

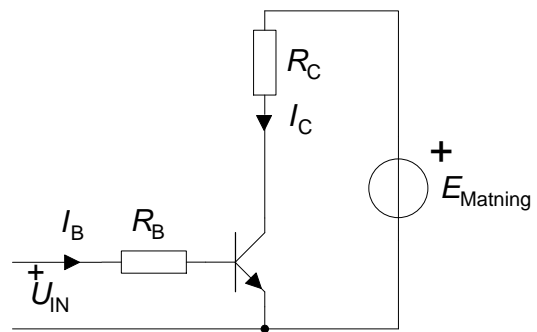


Hur stor blir utsignalen från förstärkaren, U_{UT} , om givaren har sin maximala belastning (100N) dvs $E_K = 45$ mV ?

5(2p) En högtalare späningsmatas enligt kretsen till höger.

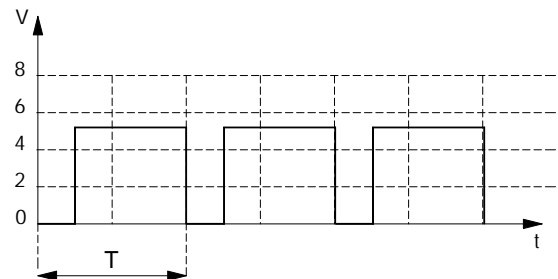
Högtalarens resistans R_C är 16Ω .

Här gäller $R_B = 430 \Omega$, $E_{\text{Matning}} = 5V$ och transistorens strömförstärkningsfaktor h_{FE} är 200 ggr.

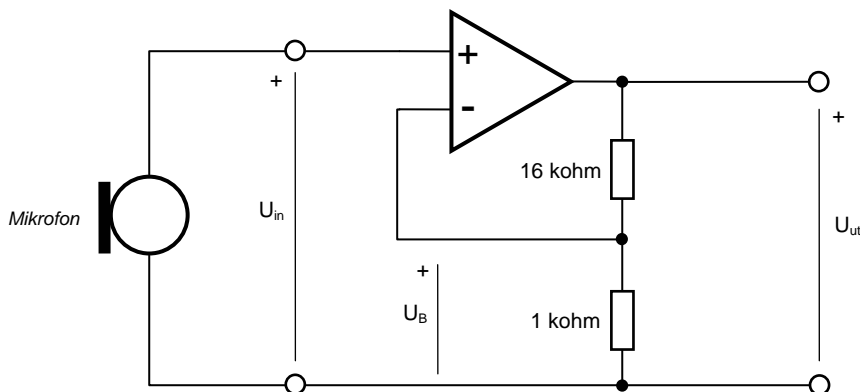


a) Hur stor är strömmen I_C om $U_{IN} = 5V$?

b) Hur stor är strömmen I_C (medelvärde) om U_{IN} har utseendet enligt figuren nedan.



6(2p) I en karaokemaskin finns en mikrofonförstärkare med fix förstärkning.



a) Hur stor är signalförstärkningen $F_s = U_{ut}/U_{in}$?

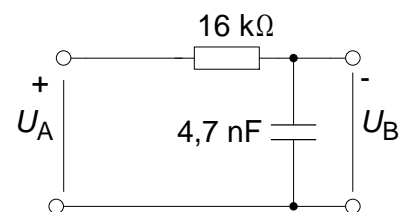
b) Bert vrålar "Främling" i mikrofonen så att den alstrar en spänning med momentanvärdet 60 mV .

Beräkna värdet av U_{ut} vid denna inspanning om operationsförstärkaren matas med $\pm 5 \text{ V}$ och i övrigt är ideal.

c) I ett försök att få sången att låta bättre ansluter man denna krets på förstärkarens utgång. Tanken är att höga frekvenser (toner) ska dämpas.

Tag fram det komplexa uttrycket för $\underline{U}_B / \underline{U}_A$.

Beräkna $|\underline{U}_B / \underline{U}_A|$ och fasvinkeln mellan \underline{U}_B och \underline{U}_A vid 2500 Hz .



d) Vid vilken frekvens gäller att fasvinkeln mellan U_B och U_A är 45° (beloppet)?

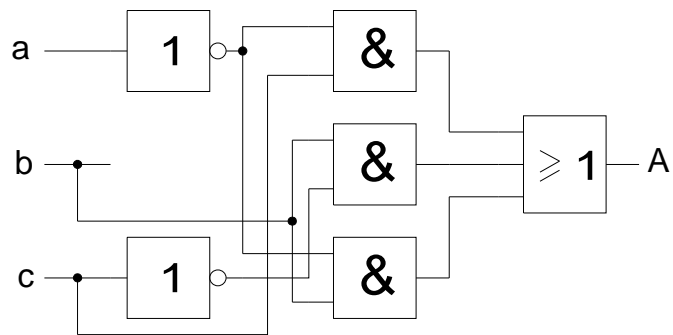
7(2p) Studera grindnätet till höger

a) Tag fram transmissionsfunktionen för signalen A utan att förenkla.

A=

b) Fyll i Karnaughdiagrammet för signalen A

	bc			
a	00	01	11	10
0				
1				
	A			



c) Förenkla om möjligt transmissionsfunktionen för A

8(2p) För att mäta temperatur används en termistor i en spänningsdelare. Spänningen över termistorn är kopplad till en av MET-kontrollerns A/D-omvandlarkanaler enligt figuren där $R_1=10\text{k}\Omega$. Termistorns temperaturberoende ges av nedanstående tabell:

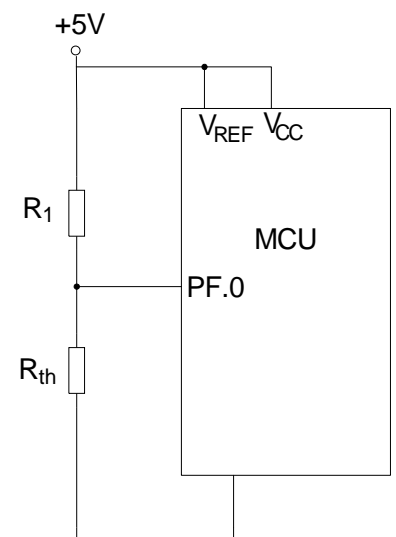
a) Beräkna spänningen över termistorn R_{th} om temperaturen är 10°C .

b) Spänningen A/D-omvandlas med en 10-bitars A/D omvandlare. Vilket tal blir resultatet av A/D omvandlingen om temperaturen är 10°C .

c) Vid exekvering av nedanstående programsekvens får variabeln x värdet 270. Beräkna strömmen genom motståndet R_1 .

d) Vid exekvering av nedanstående programsekvens får variabeln x värdet 270. Beräkna temperaturen.

```
int main(void)
{
    int x;
    x=GET_AD(0);
}
```



ϑ [$^\circ\text{C}$]	R_{th} [$\text{k}\Omega$]
-10	44,6
0	28,1
10	18,2
25	10
40	6,406
50	5,758
70	2,954
100	1,229

LÖSNINGAR TILL TENTAMEN I ELEKTROTEKNIK

Elektroteknik MEDIA och CL MF1035 (4F1224) 2011-05-25

1(2p) a) Strömmen genom lasten R_L : $P = UI \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{120}{12,0} = 10A$

b) $U = RI \Rightarrow R_L = \frac{U}{I} = 1,2\Omega$

c) E är tomgångsspänningen = 13,2 V

Skillnaden mellan polspänningen vid belastning och tomgångsspänningen ger spänningsfallet över R_i inne i batteriet:

$$U_{R_i} = E - U_{last} = 13,2 - 12,0 = 1,2V \text{ Ohms lag ger sen: } U = RI \Rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{1,2}{10} = \underline{0,12\Omega}$$

d) $P = UI = 12W$

2(2p) a) Effektivvärdet av spänningen u blir $U = \hat{U} / \sqrt{2} = 29,7V$ och strömmen i_1 blir $I_1 = U / 10\Omega = 2,97A \approx 3A$

b) Effektivvärdet av strömmen i_2 blir $I_2 = \hat{I}_2 / \sqrt{2} = 6A$

c) Om vi låter u vara riktfas blir de komplexa spänningarna och strömmarna:

$$\underline{U} = 29,7V \quad \underline{I}_1 = 2,97A \quad \underline{I}_2 = 6\cos(-60^\circ) + j6\sin(-60^\circ)A = 6A \cdot e^{-j60^\circ}$$

Kirchhoffs strömlag ger:

$$\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 = 2,97A + 6A \cdot \cos(-60^\circ) + 6A \cdot j\sin(-60^\circ) = 6A - j5,2A = 8A \cdot e^{-j41^\circ}$$

Effektivvärdet av i blir $I = 8A$.

Fasvinkeln 41°

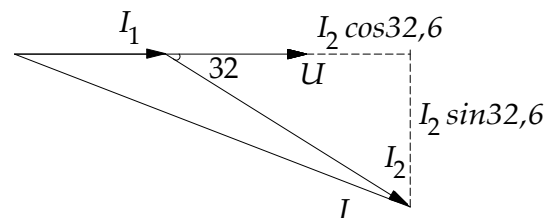
Effekten:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 29,7V \cdot 8A \cdot \cos(41^\circ) = 180W$$

3(2p) a) $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$, $60 = 230 \cdot I_1 \cdot 1$, $I_1 = 0,26 A$

b) $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$, $94 = 230 \cdot I_2 \cdot 0,84$, $I_2 = 0,48 A$,
 $\varphi = 32,6^\circ$

c) $|\underline{I}| = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = \sqrt{(0,261 + 0,484\cos 32,6) ^2 + (0,484\sin 32,6) ^2} = \sqrt{0,669^2 + 0,261^2} = 0,718A$



4(1p)

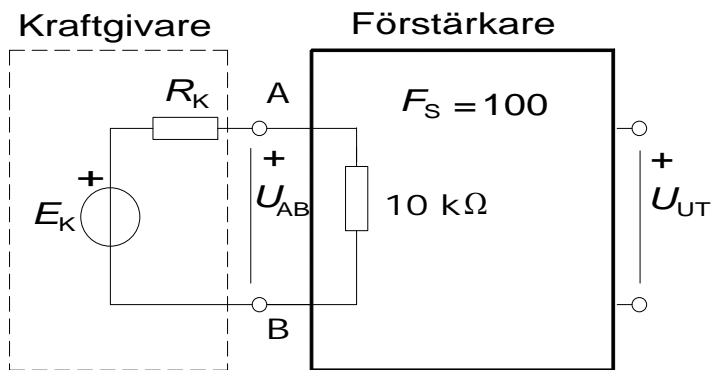
Spänningsdelning ger

$$U_{AB} = E_K \frac{10k}{R_K + 10k} \text{ med insatta}$$

värden fås

$$U_{AB} = 45 \frac{10k}{1,25k + 10k} = 40 \text{ mV}$$

$$U_{UT} = 100 * 0,04 = 4V.$$



5(2p) a) Kirchhoffs spänningslag ger $U_{IN} = I_B R_B + 0,7$ insatta värden fås $5 = I_B 430 + 0,7$ vilket ger $I_B = 0,01A$.

Maximal ström genom transistorn beräknas ur sambandet $E_{Mating} = I_C R_C + U_{CESat}$ vilket ger $I_{CMAX} = (5 - 0,2) / 16 = 0,3 A$

Strömförstärkningsfaktorn h_{FE} ger $I_C = 200 \cdot 0,01 = 2A$ vilket är större än I_{CMAX} . Transistorn är bottnad och $I_C = 0,3 A$

b) Transistorn leder under 75% av tiden varför medelvärdet av strömmen $I_C = 0,75 \cdot 0,3 = 0,225 A$

6(2p) a) Ideal operationsförstärkare ger: $U_A - U_B = 0 \Rightarrow U_B = U_{in}$ samt $R_{in} = \infty \Rightarrow I_- = 0$

Det blir samma ström (seriekoppling) genom 16kohm och 1 kohm motstånden. Den strömmen kan tecknas på två sätt se nedan:

$$\Rightarrow I = \frac{U_{ut}}{R_A + R_F} = \frac{U_{in}}{R_F} \Rightarrow \frac{U_{ut}}{U_{in}} = \frac{R_A + R_F}{R_F} = 1 + \frac{R_A}{R_F} = 1 + \frac{16k\Omega}{1k\Omega} = 17 \text{ ggr}$$

$$\text{b) Utspänningen blir: } U_{ut} = U_{in} \left(1 + \frac{R_A}{R_F} \right) = 0,06V \left(1 + \frac{16k}{1k} \right) = 1,02V$$

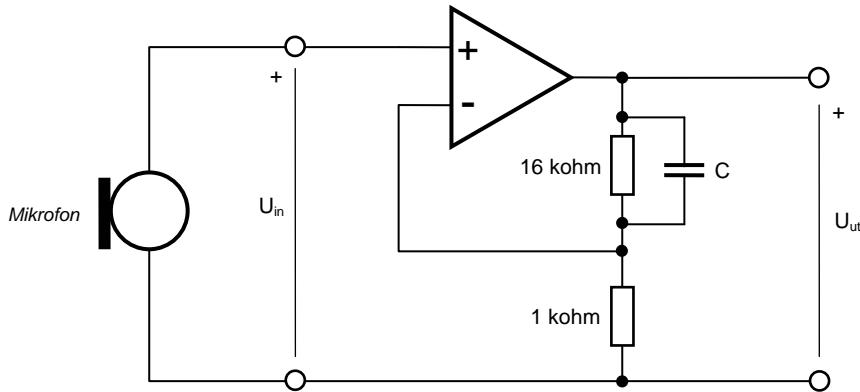
$$\text{c) Spänningsdelning ger } \underline{U_B} = \underline{U_A} \frac{\frac{1}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega C} + R} = \underline{U_A} \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

$$\left| \frac{\underline{U_B}}{\underline{U_A}} \right| = \left| \frac{1}{1 + j\omega RC} \right| = \left| \frac{1}{\sqrt{1^2 + (2\pi \cdot 2500 \cdot 16 \cdot 10^3 \cdot 4,7 \cdot 10^{-9})^2}} \right| = 0,646$$

45° fasvinkel innebär att realdel = imaginärdel i kvoten $\frac{\underline{U_B}}{\underline{U_A}}$, dvs $1 = \omega RC$

$$1 = (2 \cdot x \cdot 16 \cdot 10^3 \cdot 4,7 \cdot 10^{-9}), x = 2116 \text{ Hz}$$

Istället för ett extra filter efter OP-förstärkarkopplingen kan en kondensator med kapacitans kopplas in enligt figuren nedan.



7(2p) a) $A = \bar{a}c + b\bar{c} + \bar{a}b$

b) Se Karnaughdiagrammet till höger

c) $A = \bar{a}c + b\bar{c}$

		bc			
		00	01	11	10
a	0	0	1	1	1
	1	0	0	0	1

A

8(2p) a) Ur tabell fås $R_{th} = 18,2 \text{ k}\Omega$

Strömmen in på A/D-omvandlingångsen är försumbar då inimpedansen är stor. Därför blir termistorn och R_1 seriekopplade med den gemensamma strömmen

$$I = \frac{5V}{10k\Omega + 18,2k\Omega} = 0,177mA$$

och spänningen över termistorn blir $U_{th} = 18,2 \cdot 0,177 \cdot V = 3,2V$

b) 10 bitar ger tal 0 till $2^{10} - 1 = 1023$ som motsvara 0 – 5V.

3,2V ger $3,2 \cdot \frac{1023}{5} = 654,72$ som ger 654.

c) $x = 270$ betyder att spänningen över termistorn är $5 \cdot \frac{270}{1023} = 1,32V$

Spänningen över R_1 blir $5 - 1,32 = 3,68V$ vilket ger strömmen 0,368 mA.

d) Termistorns resistans blir: $R_{th} = \frac{1,32}{0,368} = 3,58k\Omega$. Termistorns resistans är 2,954 k Ω

vid 70 C och 5,758 k Ω vid 50 C. Interpolering ger temperaturen:

$$70 + (3,58 - 2,954) \cdot \frac{50 - 70}{5,758 - 2,954} = 65,5^\circ$$