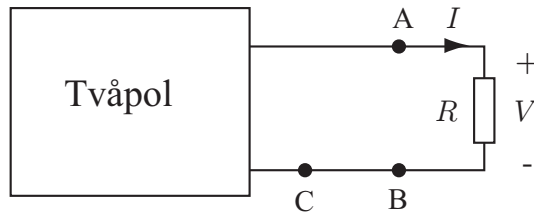


Tentamen i Elektronik för E, 8 januari 2010

Tillåtna hjälpmedel: Formelsamling i kretsteori

1

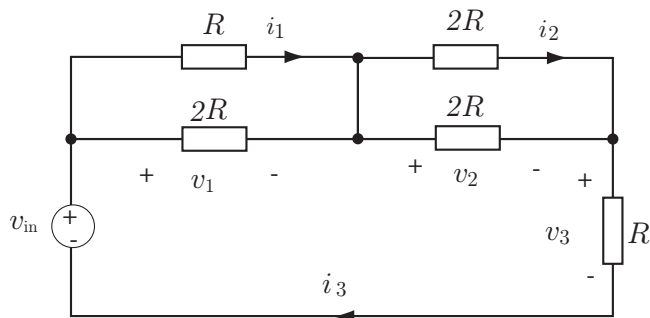


Du har tillgång till en multimeter som kan ställas in som voltmeter eller amperemeter. Voltmeter har en inre resistans av ungefär $10\text{ M}\Omega$ och amperemetern en inre resistans av ungefär $1\ \Omega$. Värdena på de inre resistanserna har en onnogrannhet på ca 10%. Ett känt motstånd R är inkopplat till en tvåpol, enligt figuren. Du har ingen kännedom om tvåpolen. Du vill nu mäta upp strömmen I och spänningen V med ett fel som garanterat är mindre än en procent. Ange hur du skall koppla in ditt mätinstrument och om det skall sättas som voltmeter eller amperemeter då

- $R = 5.00\text{ M}\Omega$ och du skall mäta V
- $R = 3.00\ \Omega$ och du skall mäta V
- $R = 5.00\text{ M}\Omega$ och du skall mäta I
- $R = 3.00\ \Omega$ och du skall mäta I

För varje uppgift skall du rita ett kopplingsschema som visar tvåpolen, resistansen R och ditt mätinstrument. Rita multimetern som en kvadrat med ett V om den fungerar som voltmeter och ett I om den fungerar som amperemeter. I punkterna A , B och C kan man koppla in andra kontakter. Sladden mellan B och C kan kopplas bort.

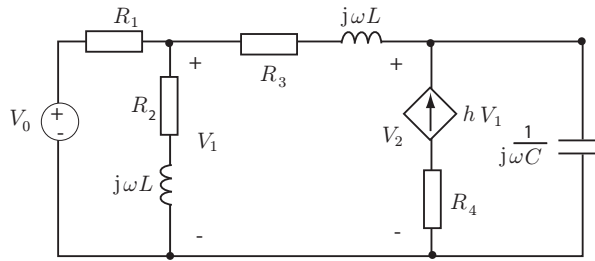
2



v_{in} och R är kända.

- Bestäm i_1 , i_2 och i_3 .
- Bestäm v_1 , v_2 och v_3 .

3

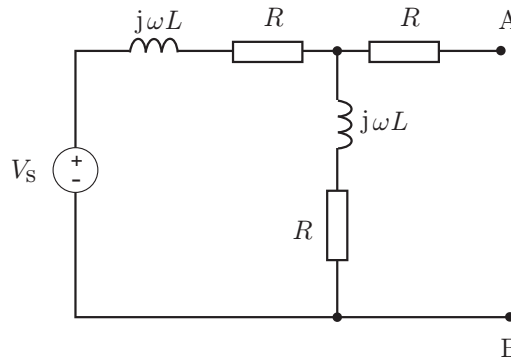


Vinkelfrekvensen ω , den komplexa spänningen V_0 , samt L , C , h , R_1 , R_2 , R_3 och R_4 , är kända. Bestäm ett ekvationssystem med två ekvationer ur vilka de komplexa spänningarna V_1 och V_2 kan bestämmas. Ekvationssystemet skall skrivas på formen

$$\begin{aligned} a_{11}V_1 + a_{12}V_2 &= b_1 \\ a_{21}V_1 + a_{22}V_2 &= b_2 \end{aligned}$$

där konstanterna a_{ij} och b_j endast får innehålla kända storheter.

4



I figuren visas en tvåpol. Värdena på ω , V_s , R , L och C är kända.

- Bestäm en Theveninekvivalent till tvåpolen.
- Vad är den maximala aktiva effekten vi kan få från tvåpolen och vilken impedans Z_b skall kopplas in mellan A och B för att få denna effekt?

5

En signal är en summa av två tidsharmoniska signaler med olika frekvenser. Signalen ges av

$$v(t) = v_1(t) + v_2(t)$$

där

$$v_1(t) = V_0 \cos(\omega_1 t)$$

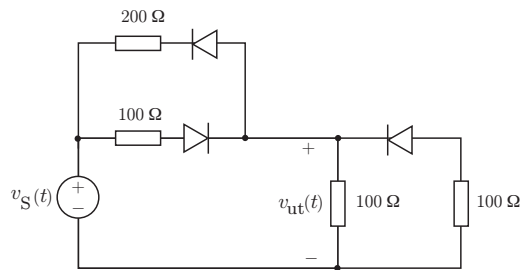
$$v_2(t) = V_0 \cos(\omega_2 t)$$

med $\omega_1 = 10^4$ rad/s och $\omega_2 = 10^8$ rad/s. Du har tillgång till en kondensator med kapacitansen $C = 10$ nF, en spole med induktansen $L = 1$ μ H och fyra stycken motstånd med resistanserna $R_1 = 10$ Ω , $R_2 = 1$ k Ω , $R_3 = 100$ k Ω och $R_4 = 10$ M Ω .

a) Använd kondensatorn och ett av motstånden för att konstruera ett filter som filtrerar bort $v_2(t)$ men inte $v_1(t)$. Kravet är att $v_2(t)$ skall dämpas minst 55 dB medan $v_1(t)$ inte skall dämpas mer än 3 dB. Rita ett kretsschema, ange vilken resistans du använder och bestäm brytvinkelfrekvensen för ditt filter.

b) Använd spolen och ett av motstånden för att konstruera ett filter som filtrerar bort $v_1(t)$ men inte $v_2(t)$. Kravet är att $v_1(t)$ skall dämpas minst 55 dB medan $v_2(t)$ inte skall dämpas mer än 3 dB. Rita ett kretsschema, ange vilken resistans du använder och bestäm brytvinkelfrekvensen för ditt filter.

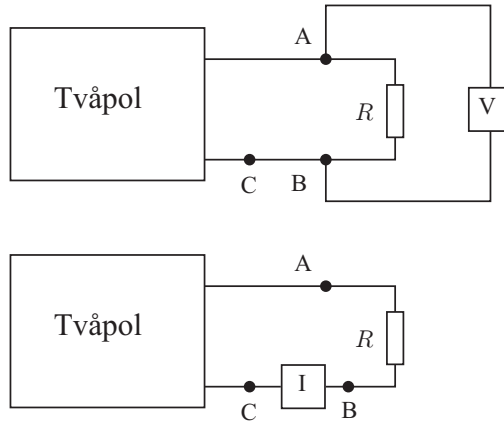
6



Dioderna är ideala. Spänningskällan ger spänningen $v_S(t) = 10 \sin \omega t$ V. Bestäm $v_{ut}(t)$ i tidsintervallet $0 < t < 2T$, där T är periodtiden $T = 2\pi/\omega$.

Lösningar till tentamen i Elektronik för E, 8 januari 2010

L1



- a) Koppla enligt den undre figuren. Mät upp I och använd $V = RI$. Om man kopplar enligt den övre figuren kan felet bli stort om den inre resistansen i tvåpolen är stor .
- b) Koppla enligt den övre figuren. Strömmen som går genom voltmeteren är försumbar jämfört med strömmen genom R .
- c) Koppla enligt den undre figuren. Amperemetern har såpass liten resistans att den inte påverkar strömmen genom R .
- d) Koppla enligt den övre figuren. Mät V och använd $I = V/R$. Om man kopplar enligt den undre figuren och om tvåpolens inre resistans är liten kommer amperemetern att påverka strömmen.

L2

- a) Enklast är att först bestämma i_3 . Totala resistansen är $R_{tot} = R || 2R || 2R + R = \frac{2}{3}R + R + R = \frac{8}{3}R$. Därmed är $i_3 = \frac{3v_{in}}{8R}$. Strömgrening ger

$$i_1 = \frac{2R}{3R}i_3 = \frac{v_{in}}{4R}$$

$$i_2 = \frac{2R}{4R}i_3 = \frac{3v_{in}}{16R}$$

- b) Eftersom vi känner strömmarna får vi enkelt spänningarna

$$v_1 = Ri_1 = \frac{v_{in}}{4}$$

$$v_2 = 2Ri_2 = \frac{3v_{in}}{8}$$

$$v_3 = Ri_3 = \frac{3v_{in}}{8}$$

Kontroll $v_1 + v_2 + v_3 = v_{in} \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{8} + \frac{3}{8} \right) = v_{in}$

L3

Nodanalys ger

$$\frac{V_1 - V_0}{R_1} + \frac{V_1}{R_2 + j\omega L} + \frac{V_1 - V_2}{R_3 + j\omega L} = 0$$

$$\frac{V_2 - V_1}{R_3 + j\omega L} - hV_1 + j\omega CV_2 = 0$$

Detta kan skrivas

$$V_1 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + j\omega L} + \frac{1}{R_3 + j\omega L} \right) - V_2 \frac{1}{R_3 + j\omega L} = \frac{V_0}{R_1}$$

$$- V_1 \left(h + \frac{1}{R_3 + j\omega L} \right) + V_2 \left(\frac{1}{R_3 + j\omega L} + j\omega C \right) = 0$$

L4

a) Theveninekvivalentens impedans ges av

$$Z_{\text{TH}} = R + (R + j\omega L) \parallel (R + j\omega L) = \frac{3R}{2} + \frac{1}{2}j\omega L$$

Theveninekvivalentens spänningskälla ger spänningen $V_{\text{TH}} = \frac{V_s}{2}$.

b) Man skall koppla in impedansen $Z = Z_{\text{TH}}^* = \frac{3R}{2} - \frac{1}{2}j\omega L$. Detta ger den aktiva effekten

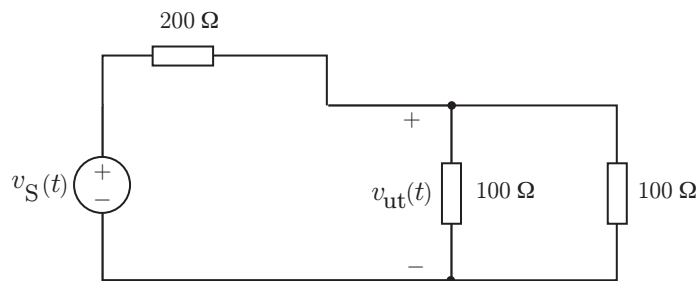
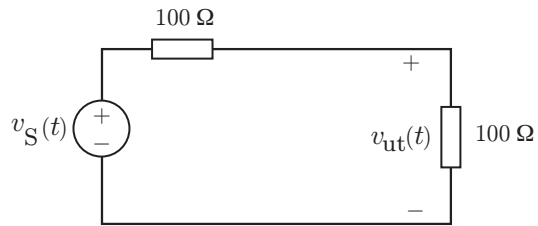
$$P = \frac{1}{4} \frac{|V_{\text{TH}}|^2}{Z + Z_{\text{TH}}} = \frac{|V_s|^2}{48R}$$

L5

a) Vi behöver ett lågpassfilter. Det betyder att utsignalen tas ut över kondensatorn. Brytvinkelfrekvensen är $\omega_b = 1/RC$. Om vi väljer $R = R_2 = 10^3 \Omega$ så är $\omega_b = 10^5$ rad/s. Därmed dämpas $v_1(t)$ betydligt mindre än 3 dB och $v_2(t)$ dämpas 60 dB.

b) Vi behöver nu ett högpassfilter. Utsignalen skall tas ut över spolen. Brytvinkelfrekvensen är $\omega_b = R/L$. Om vi väljer $R = R_1 = 10 \Omega$ så är $\omega_b = 10^7$ rad/s. Det betyder att $v_2(t)$ dämpas mindre än 3 dB och att $v_1(t)$ dämpas 60 dB.

L6



Under tiden $0 \leq t \leq T/2$ och $T < t < 3T/2$ är $v_S(t) \geq 0$. Då gäller den övre figuren och $v_{\text{ut}}(t) = \frac{1}{2}V_s(t) = 5 \sin \omega t$ V. Under tiden $T/2 \leq t \leq T$ och $3T/2 < t < 2T$ är $v_S(t) \leq 0$ och då gäller den undre figuren. Det ger $v_{\text{ut}}(t) = \frac{50}{250}V_s(t) = 2 \sin \omega t$ V.