

KTH ei1110 Elkretsanalys (utökad kurs) CELTE, Kontrollskrivning (KS2) 2018-02-22 kl 13–15.

Hjälpmedel: Inga extra hjälpmedel är tillåtna.

Alla källor ska antas vara tidsharmoniska växelströmskällor om inget annat explicit anges och beteckningar såsom V_0, I_1 etc. beskriver oftast amplituden hos dessa. Om ingen annan information ges ska komponenter antas vara ideala. Angivna värden hos komponenter (t.ex. R för ett motstånd, V för en spänningskälla) ska antas vara kända storheter och andra markerade storheter (t.ex. strömmen genom, eller spänningen över, ett motstånd) ska antas vara okända storheter. Antag **stationärt tillstånd**, dvs. lång tid efter alla komponenter har kopplats ihop.

Några viktiga saker för att kunna få maximalt antal poäng:

- **Endast ett problem per sida** och text på baksidan kommer inte att beaktas.
- Tänk på att er handstil måste vara tydlig för att lösningen ska kunna bedömas. **Kan vi inte läsa, kan vi inte ge poäng!** Använd **inte rödpenna**.
- Lösningarna bör som oftast uttryckas i de kända storheterna och förenklas **innan** eventuella värden används. Därmed visas förståelse för problemet.
- **Ge alltid din krets** och var tydlig med diagram och definitioner av variabler. Tänk på hur du definierar polariteten och riktningen på de spänningar och strömmar du använder. **Använd passiv teckenkonvention**. Om det fattas figur med definierade variabler utsatta kan det bli **avdrag** vid tvetydighet. Var noga med definitionen av impedanserna, t.ex. en spoles impedans är inte "L", detta kan ge avdrag.
- Därtill, dela tiden mellan talen och kontrollera svarens rimlighet genom t.ex. dimensionsanalys eller alternativ lösningsmetod.

Gränserna för bonuspoäng är: 50% (1 bp.) och 75% (2 bp.). Ingen avrundning görs.

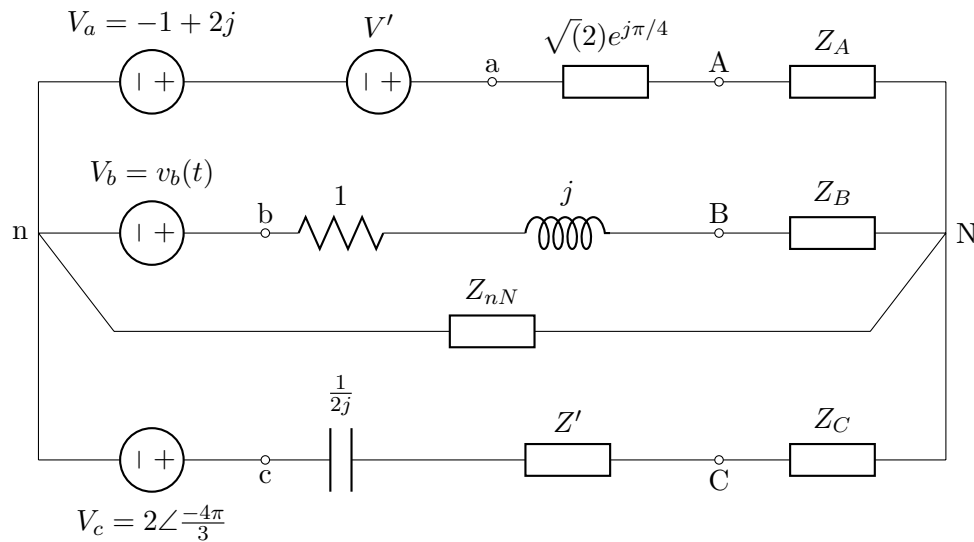
Examinator: Daniel Månsson (08 790 9044)

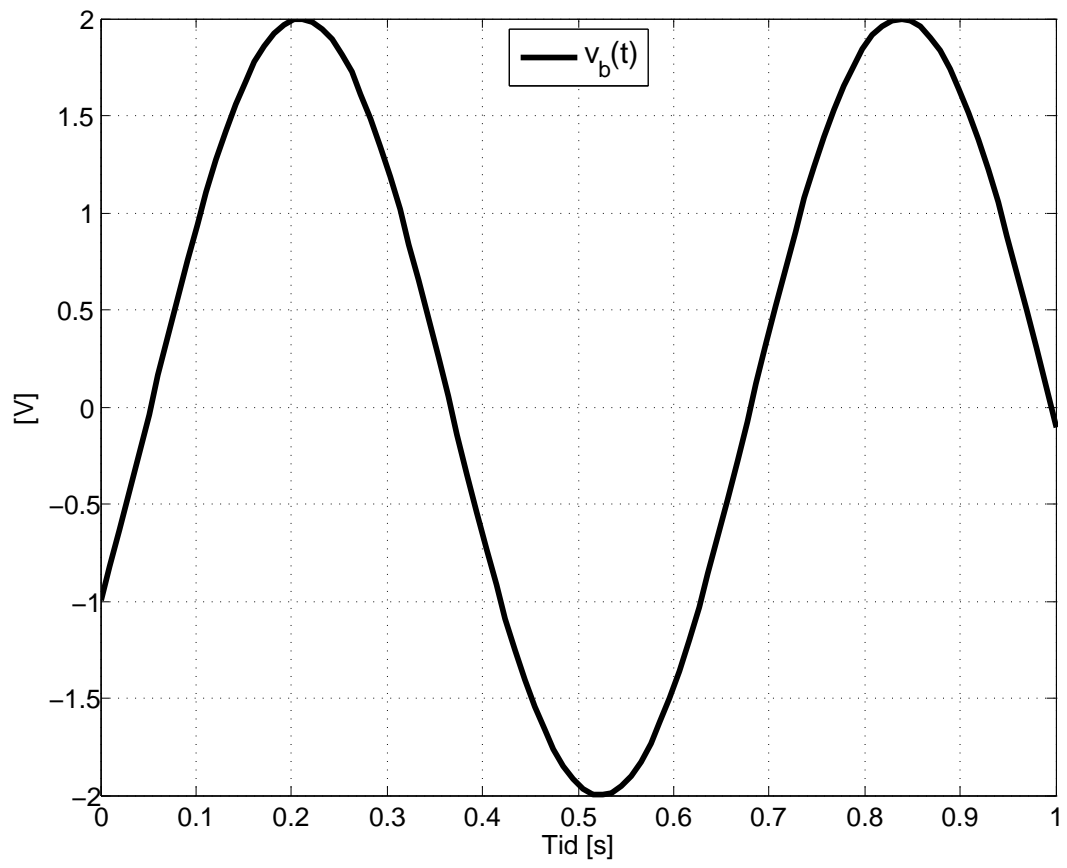
Lycka till och ta det lugnt!

Uppgift 1 [8 p.]

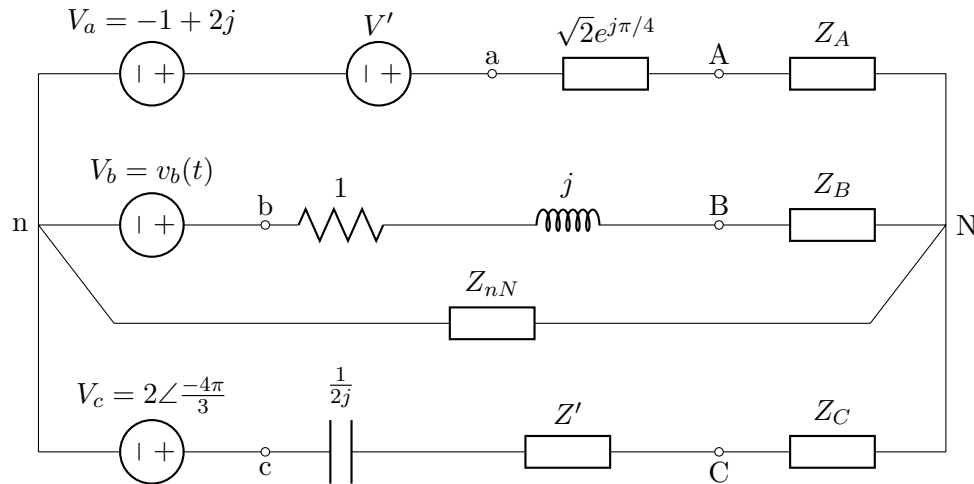
För trefaskretsen nedan är $\omega = 10$ [rad/s] och anta *positiv sekvens* (abc).

- [2 p.] Balansera trefassystemet genom att bestämma V' samt Z' .
- [1 p.] Ange hur stora värmeförlusterna i återledaren ("nN") blir då.
- [4 p.] Härled vad den totalt utvecklade (komplexa) effekten blir i trefaslasten då $Z_{A,B,C}$ väljs så att maximalt med aktiv effekt utvecklas i trefaslasten. (Du måste använda passiv teckenkonvention och vara tydlig med hur dina strömmar och spänningar definieras.) **Lösningen ska uttryckas i de kända storheterna och förenklas innan värdena används. Därmed visas förståelse för problemet.**
- [1 p.] Ange huruvida trefaslasten levererar, eller absorberar, aktiv respektive reaktiv effekt då.





KTH ei1110 Elkretsanalys (utökad kurs) CELTE, Kontrollskrivning (KS2) 2018-02-22 kl 13–15 - lösningsförslag.



- a) För balanserad källa ska $(V_a + V') + V_b + V_c = 0$ vilket också betyder att $|V_a + V'| = |V_b| = |V_c| = V_m$ samt att de är 120° förskjutna gentemot varandra, $1 + e^{2\pi/3} + e^{-2\pi/3} = 0$. I uppgiften så har V_c redan argumentet ($e^{-4\pi/3} = e^{2\pi/3}$, dvs $+120^\circ$) och V_b är också förskjutet ($v_b(t=0) \neq 0$), och om $\arg(V_b) = -120^\circ$ skulle vi ha $v_b(t=0) = 2\cos(\omega \cdot 0 - 2\pi/3) = 2(\cos(-2\pi/3)) = 2(-\frac{1}{2}) = -1$ vilket stämmer. Därmed måste vi ha $\arg(V_a + V') = 0$. (Vilket vi också kunde fått ur att vi skulle anta abc sekvens.)
 Så vi ska ha $|V_a + V'| = 2$ och $\phi_a = 0$ (dvs. $V_a + V' = 2$) vilket fås av $V' = 3 - 2j$.
 För balanserat trefassystem ska vi också ha likadana linjeimpedanserna vilket fås om $\frac{-1}{2}j + Z' = \sqrt{2}e^{j\pi/4} = 1 + j \rightarrow Z' = 1 + \frac{3}{2}j$.

- b) Vid balans så går ingen ström i återledaren, ingen effekt utvecklas och därmed inga värmeförluster (som kommer av aktiv effekt).

- c) Eftersom vi har balans så räcker det att vi tittar på en fas. För att maximalt med effekt ska utvecklas ska lasten till en kretsen väljas såsom $Z_L = Z_{TH}^*$ och här ger det att $Z_{A,B,C} = Z_1^* = (1 + j)^* = 1 - j$. Den komplexa effekten som utvecklas totalt i trefaslasten är $S = 3S_{A,B,C} = [t.ex.] = 3S_A$ (med toppvärde, V_m och nu har vi balans

och $V_A = 2$).

$$S_A = \frac{1}{2} V_{Z_A} I_{Z_A}^* = \frac{1}{2} Z_A I_A I_A^* = \frac{1}{2} Z_A |I_A|^2 \quad (1)$$

$$I_A = \frac{V_A}{Z_{1,A} + Z_A} \rightarrow \quad (2)$$

$$S = 3S_A = 3 \frac{1}{2} Z_A \frac{|V_A|^2}{|Z_{1,A} + Z_A|^2} = \frac{3}{2} Z_A \frac{V_m^2}{\sqrt{(R_1 + R_A)^2 + (X_1 + X_A)^2}^2} = \quad (3)$$

$$\frac{3}{2} (1 - j) \frac{4}{(1 + 1)^2 + (j - j)^2} = \frac{3}{2} (1 - j) \quad (4)$$

d) $S = P + jQ$. Trefaslasten kommer att absorbera (förbruka) aktiv effekt ($P = \frac{3}{2} > 0$) samt leverera reaktiv effekt ($Q = \frac{-3}{2} < 0$).