

## Dugga ESS116 Elektriska Nät och System, F2

Tisdag 2 november 2021 kl 14.30-16.30

Frivillig dugga *on-line* med Zoom övervakning.

Zoomrummet öppnar 13.45 för ID kontroll. Duggan görs tillgänglig kl 14.30 på kursens hemsida i Canvas.

**Alla hjälpmedel är tillåtna (alla böcker, gamla duggor, dokument på nätet)  
MEN INTE KOMMUNIKATION MED ANDRA (kurskamrater, mail,  
digitala forum...) Du ska lösa duggan självständigt.**

Lösningar laddas upp i Canvas senast 1700 som ett samlat inskannat PDF dokument namngivet *efternamn\_förnamn\_ESS116dugga\_2021.11.02*. Ange namn och personnummer överst på varje sida.

Förfrågningar under dugga: Skicka anhållan till vakt som ger dig möjlighet att tala med kursansvarig via *breakout room* i Zoom.

Duggan består av 4 uppgifter om vardera 3 poäng. Resultat från duggan ger bonuspoäng enligt tabell nedan till tentor läsåret 2021/22, dvs till ordinarie tentan i januari samt till omtentorna i april och augusti.

Poäng dugga	Bonus tenta
0-5	0
5.5-9.5	1
10-12	2

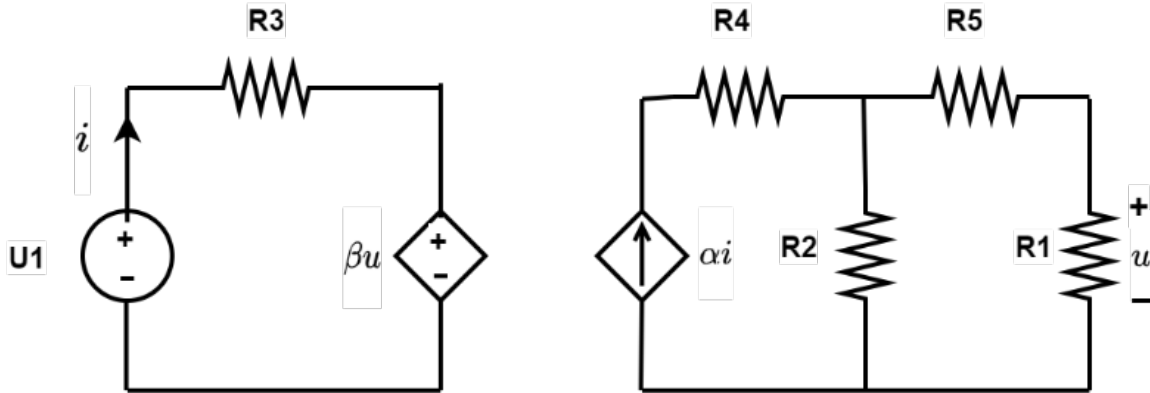
Lösningar anslås efteråt på kursens hemsida i Canvas.

Lycka till!

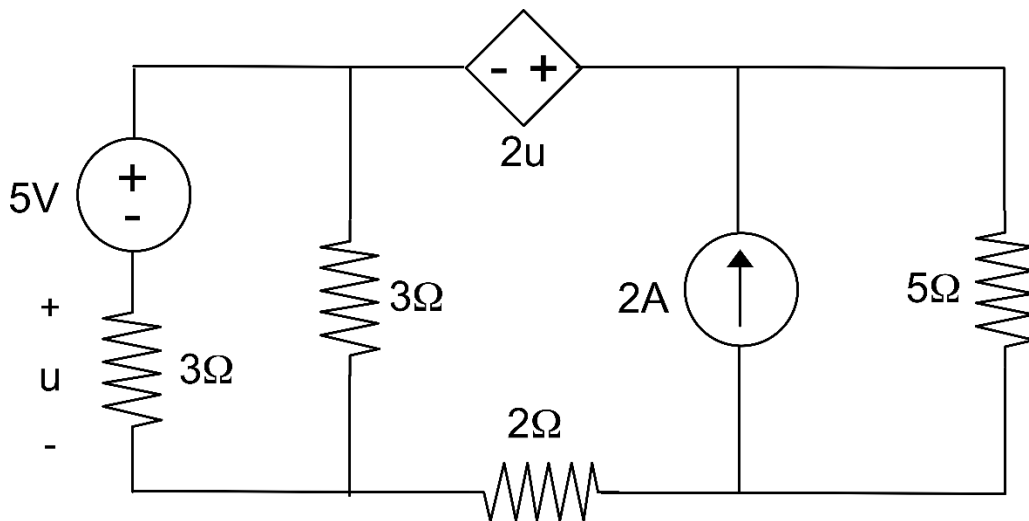
1. Bestäm  $u$  och  $i$ . Svara med två decimalers noggrannhet.

$$R1 = 1 \Omega, R2 = 6 \Omega, R3 = 8 \Omega, R4 = 2 \Omega, R5 = 2 \Omega$$

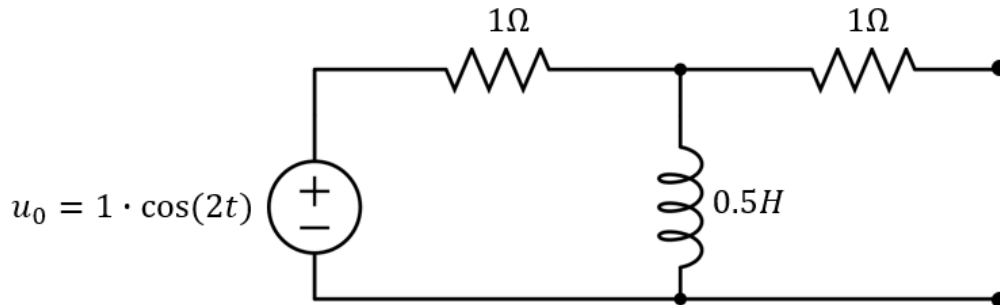
$$U1 = 2 V, \alpha = 3, \beta = 2$$



2. Räkna ut värdet på  $u$  i kretsen nedan. Använd maskanalys med Cramers metod.



3. Transformera elektriska nätet till sin ekvivalenta tvåpol. Ange svaret i polär form.



4. En ingenjör ska dimensionera lämplig resistans och kapacitans för nedanstående elektriska nät enligt följande specifikation från kund:

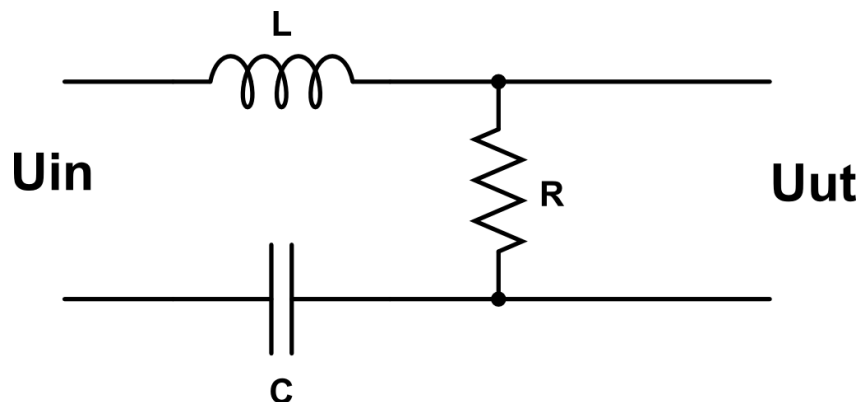
Induktans: Finns endast 10 mH på lager.

Resonansvinkelfrekvens måste vara  $10^6$  rad/s.

Bandbredden måste vara 1000 rad/s.

(a) Räkna ut de sökta komponentvärdena.

(b) Beräkna elektriska nätet överföringsfunktion  $U_{ut}/U_{in}$  vid frekvensen  $1.05 \cdot 10^6$  rad/s.



## Lösning problem 1

Bestäm  $u$  och  $i$ . Svara med två decimalers noggrannhet.

$$R1 = 1\Omega$$

$$R2 = 6\Omega$$

$$R3 = 8\Omega$$

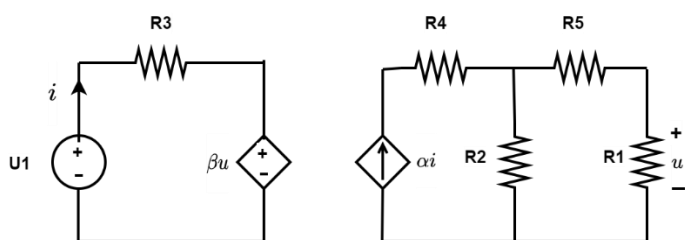
$$R4 = 2\Omega$$

$$R5 = 2\Omega$$

$$U1 = 2\text{ V}$$

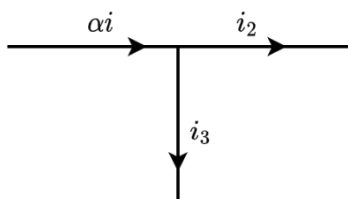
$$\alpha = 3$$

$$\beta = 2$$



## Lösning

Strömgrening i nod



$$i_2 = \alpha i \cdot \frac{R2}{R5 + R2 + R1}$$

$$i_3 = \alpha i \cdot \frac{R1 + R5}{R5 + R2 + R1}$$

Ska vara  $R1+R5$  INTE  $R1$  (ändrar inget i lösningsförslaget i övrigt då  $i_3$  inte används mer)

Ohms lag över  $R1$

$$u = R1 \cdot i_2 = R1 \cdot \alpha i \cdot \frac{R2}{R5 + R2 + R1} \quad (1)$$

KVL i vänstra kretsen

$$\beta u - U1 + R3 \cdot i = 0$$

$$i = \frac{U1 - \beta u}{R3} \quad (2)$$

Använd (1) och (2) för att lösa för  $u$  och  $i$

$$u = R1 \cdot \alpha i \cdot \frac{R2}{R5 + R2 + R1} = R1 \cdot \alpha \left( \frac{U1 - \beta u}{R3} \right) \cdot \frac{R2}{R5 + R2 + R1} \quad (3)$$

Lös ut  $u$  ur (3)

$$u = U1 \cdot \frac{\frac{\alpha \cdot R1 \cdot R2}{R3(R5 + R2 + R1)}}{1 + \beta \frac{\alpha \cdot R1 \cdot R2}{R3(R5 + R2 + R1)}}$$

Räkna ut  $i$  från  $u$

$$i = \frac{U1 - \beta u}{R3}$$

**Svar**

$$i = 0.17 \text{ A}$$

$$u = 0.33 \text{ V}$$

Lösning problem 2

The image shows a handwritten solution for a circuit problem. It consists of three main parts: a circuit diagram, a simplified circuit diagram, and a mesh analysis calculation.

**Circuit Diagram 1 (Top):** A circuit with a 5V DC source in series with a 3Ω resistor. This is connected to a node. From this node, a 3Ω resistor goes down to ground. A 2Ω resistor goes right to another node. From this second node, a 2A current source goes up to a third node. A 5Ω resistor goes down from the third node to ground. A dependent voltage source labeled  $2u$  is connected between the first and second nodes, with the positive terminal on the right. The voltage  $u$  is defined across the first 3Ω resistor.

**Circuit Diagram 2 (Middle):** A simplified circuit. The 5V source and 3Ω resistor are on the left. A 3Ω resistor is in the middle. A 2Ω resistor is at the bottom. A 10V source and 5Ω resistor are on the right. The dependent source  $2u$  is in the top wire. Currents  $i_1$  and  $i_2$  are indicated in the loops.

**Mesh Analysis (Bottom):**

Maskanalys:

$$\textcircled{1}: -u - 5 + 3 \cdot (i_1 - i_2) = 0$$

$$\textcircled{2}: -2u + 10 + 5i_2 + 2i_2 + 3 \cdot (i_2 - i_1) = 0$$

med  $u = -3i_1$

$$\Rightarrow \textcircled{1}: -3i_1 - 5 + 3i_1 - 3i_2 = 0$$

$$\Rightarrow 6i_1 - 3i_2 = 5$$

$$\textcircled{2}: 6i_1 + 10 + 5i_2 + 2i_2 + 3(i_2 - i_1) = 0$$

$$3i_1 + 10i_2 = -10$$

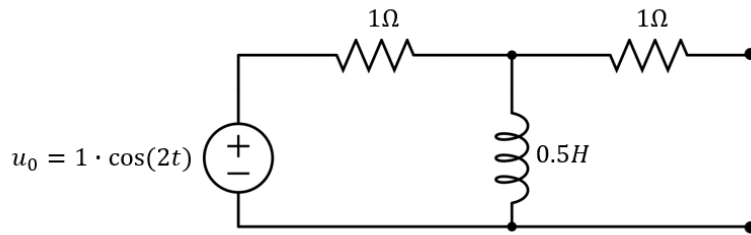
$$\Rightarrow \begin{bmatrix} 6 & -3 \\ 3 & 10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 \\ -10 \end{bmatrix}$$

Kramers regel  $i_1 = \frac{\begin{vmatrix} 5 & -3 \\ -10 & 10 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 6 & -3 \\ 3 & 10 \end{vmatrix}} = 0.3 \text{ A} \Rightarrow$

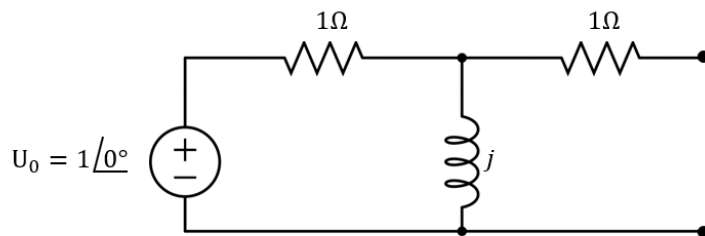
$$u = -3 \cdot i_1 = -3 \cdot 0.3 = 0.9 \text{ V}$$

### Lösning problem 3

Transformera kresten nedan till sin ekvivalent tvåpol. Till slut skriv alla ekvivalenta storheter i sin polär form.



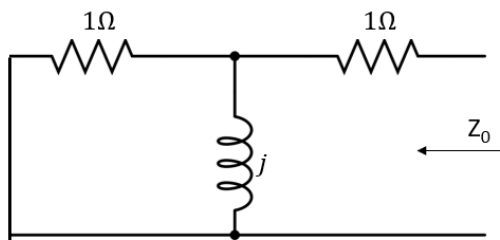
Transformera krets mha  $j\omega$ -metoden. Från  $u_0 = 1 \cdot \cos(2t)$  följer att vinkelfrekvensen  $\omega=2$  rad/s, och att fasvinkeln är  $\phi=0$ , då är  $u_0 \leftrightarrow U_0 = 1 < 0^\circ$ . Induktansen transformeras till  $j\omega L$ , där värdet på  $L=0.5H$ . Kretsen kan då skrivas som:



Bestäm Tomgångsspänning  $U_t$

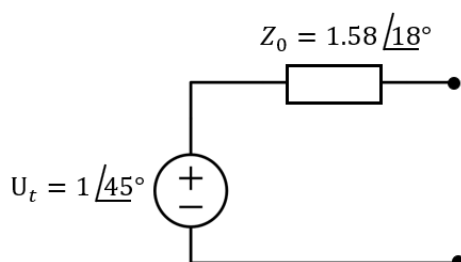
$$U_t = \frac{j}{1+j} \cdot 1 = \frac{1 < 90^\circ}{\sqrt{2} < 45^\circ} = 0.7 < (90^\circ - 45^\circ) = 0.7 < 45^\circ.$$

Bestäm ekvivalent impedans. (Nollställ källan).



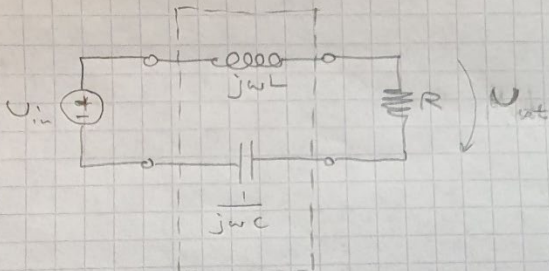
$$Z_0 = \frac{j}{1+j} + 1 = \frac{j(1-j)}{(1+j)(1-j)} + 1 = \frac{1+j}{2} + 1 = 1.5 + 0.5j \rightarrow 1.58 < 18^\circ$$

Ekvivalenta tvåpolen blir då:



## Lösning problem 4.

(4)



(a)  $L = 10 \text{ mH}$ . Välj  $C$  och  $R$  så att  $\left\{ \begin{array}{l} \omega_0 = 10^6 \text{ rad/s} \\ B = 1000 \text{ rad/s} \end{array} \right.$

$B = \frac{\omega_0}{Q}$  dvs  $Q = \frac{\omega_0}{B} = 1000 \Rightarrow R = \frac{\omega_0 L}{Q} = BL = 10 \Omega$

$C = \frac{1}{\omega_0 R Q} = 100 \text{ pF}$  (alt.:  $C = \frac{1}{\omega_0^2 L}$ )

(b)  $H(j\omega)$  för utsträckta boken över:

$$\underline{H(j\omega)} = \frac{U_{\text{ut}}}{U_{\text{in}}} = \frac{1}{1 + jQ \left( \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)} = \left( \omega = 1.05 \cdot 10^6 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

DH 13.4

$$= \frac{1}{1 + j1000 \left( \frac{1.05 \cdot 10^6}{10^6} - \frac{10^6}{1.05 \cdot 10^6} \right)} = \underline{\underline{\frac{1}{1 + j97.6}}}$$