1/a. feladat

Az áramforrás alsó pontja zérus potenciálú, a felső pontja $(1+\mu)u_C$.

$$\left.\begin{aligned} L\cdot i_L' + i_L\cdot R - u_C &= 0 \\ -i_s + \frac{(1+\mu)u_C}{R} + Cu_C' + i_L &= 0 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \boxed{\begin{aligned} u_C' &= -\frac{1+\mu}{RC}u_C - \frac{1}{C}i_L + \frac{1}{C}i_s \\ i_L' &= \frac{1}{L}u_C - \frac{R}{L}i_L \end{aligned}}$$

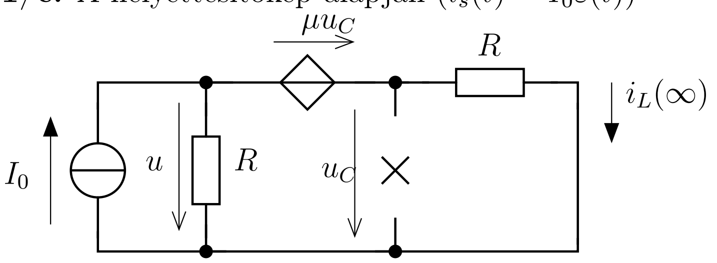
a válasz $\boxed{u=(1+\mu)u_C}$

1/b. A karakterisztikus egyenlet :

$$\left(\lambda+\frac{1+\mu}{RC}\right)\cdot\left(\lambda+\frac{R}{L}\right)+\frac{1}{LC}=\lambda^2+\lambda\cdot\left(\frac{1+\mu}{RC}+\frac{R}{L}\right)+\left(\frac{1}{LC}+\frac{1+\mu}{LC}\right)=0$$

$$\text{Hurwitz-feltétel alapján :}\quad \left.\begin{aligned} \frac{1+\mu}{RC}+\frac{R}{L}&>0 \\ \frac{1}{LC}+\frac{1+\mu}{LC}&>0 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{matrix} \mu>-1 \\ \text{és} \\ \mu>-2 \end{matrix} \rightarrow \boxed{\mu>-1}$$

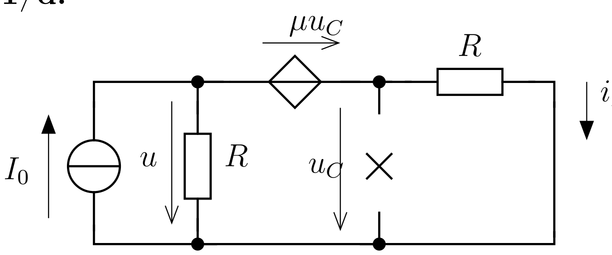
1/c. A helyettesítőkép alapján ($i_s(t)=I_0\varepsilon(t)$)



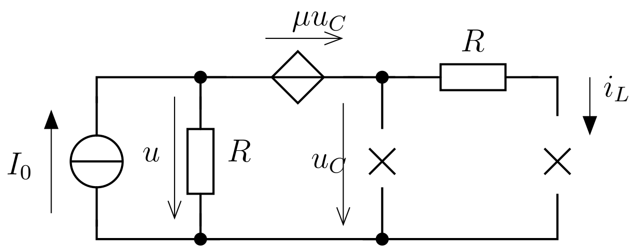
$$-I_0+\left(\frac{1+\mu}{R}+\frac{1}{R}\right)u_C(\infty)=0$$

$$\boxed{\begin{aligned} u_C(\infty) &= \frac{I_0R}{2+\mu} \\ i_L(\infty) &= \frac{u_C(\infty)}{R} = \frac{I_0}{2+\mu} \\ u(\infty) &= (1+\mu)u_C(\infty) = I_0R\frac{1+\mu}{2+\mu} \end{aligned}}$$

1/d.



$t\to\infty$



$t=+0$

A $t=+0$ pillandatban a tekercs szakadásként viselkedik ezért $u(+0)=I_0\cdot R=10V$
A $t\to\infty$ esetben $u(\infty)=I_0R\frac{1+\mu}{2+\mu}=6V$
Az időállandó pl. az állapotváltozós leírás alapján

$$u_C=Li_L'+R\cdot i_L;\qquad -i_s+\frac{1+\mu}{R}u_C+i_L=0\qquad \Rightarrow i_L'=-\frac{R}{L}\left(1+\frac{1}{1+\mu}\right)+\frac{R/L}{1+\mu}i_s$$

$$\tau=\frac{L}{R}\cdot\frac{1+\mu}{2+\mu}=0{,}06\mu s$$

Teljes megoldás :

$$u(t)=\varepsilon(t)\cdot\left(6+(10-6)\cdot e^{-t/\tau}\right)=\varepsilon(t)\left(6+4\cdot\exp\left(-\frac{t}{0{,}06}\right)\right)V$$

2/a.

Jelölje a $Z_L = j\omega L$ illetve $Z_C = \frac{1}{j\omega C}$ a reaktanciák impedanciáját :

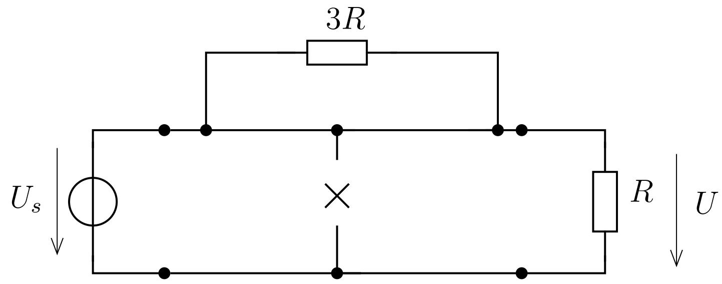
$$\left.\begin{aligned} \frac{U_v}{Z_C} + \frac{U_v - U_s}{Z_L} + \frac{U_v - U}{Z_L} = 0 \\ \frac{U}{R} + \frac{U - U_s}{3R} + \frac{U - U_v}{Z_L} = 0 \end{aligned}\right\} \quad \text{vagy} \quad \left.\begin{aligned} j\omega C U_V + \frac{U_v - U_s}{j\omega L} + \frac{U_v - U}{j\omega L} = 0 \\ \frac{U}{R} + \frac{U - U_s}{3R} + \frac{U - U_v}{j\omega L} = 0 \end{aligned}\right\}$$

Innen

$$\frac{U}{U_s} = \frac{(j\omega)^3 CL^2 + j\omega \cdot 2L + 3R}{(j\omega)^3 4L^2C + (j\omega)^2 3CLR + j\omega 8L + 3R}$$

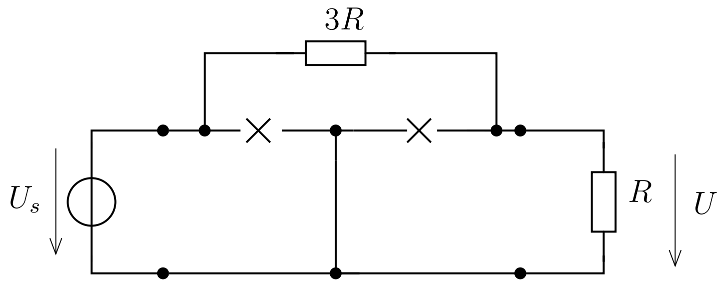
2/b.

$\omega \to 0$:



$U = U_0 \to \boxed{H(j\omega)|_0 = 1}$

$\omega \to \infty$:



$U = \frac{R}{R+3R} U_{s,\infty} = \frac{1}{4} U_{s,\infty} \to H_\infty = \frac{1}{4}$

2/c.

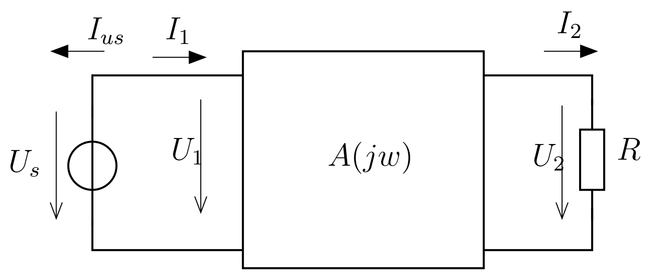
ω [Mrad/s]	U_s [V]	H	U [V]
0	5	1	5
1	$0{,}9e^{j\pi/5}$	$0{,}7906e^{-j1{,}249}$	$0{,}7115e^{-j0{,}6207}$

$$u(t) = [5 + 0{,}7115 \cdot \cos(\omega_0 t - 0{,}6207)]\, V$$

2/d.

$$U_{\text{s,eff}} = \sqrt{5^2 + \frac{1}{2} 0{,}9^2} = 5{,}0403 V$$

2/e. A lezárás 1kΩ-os ellenállás. Ezért a két odali lezárásokra felírható (komplex jelölésmód alkalmazásával) koherens egységrendszerben :



$$U_1 = (1 + (j)^2) U_2 + j \cdot \frac{U_2}{1} \text{ és } I_1 = j \cdot U_2 + 1 \cdot \frac{U_2}{1}$$

$$U_1 = 2{,}5j; \qquad I_1 = 2{,}5 + 2{,}5j$$

$$U_s = U_1 = 2{,}5j; \qquad I_{us} = -I_1 = -2{,}5 - 2{,}5j$$

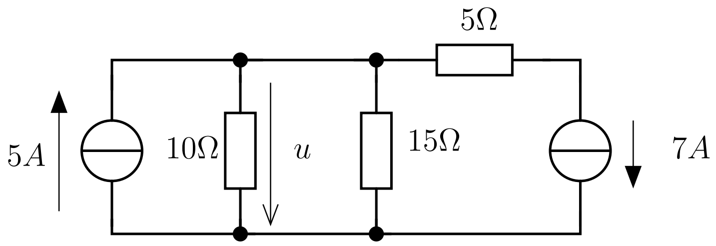
$$S_{us} = \frac{1}{2} U_s I_{us}^\star = (-3{,}125 - 3{,}125j) mVA$$

$$\boxed{P_{us} = -3{,}125 mW; \quad S_{us} = -3{,}125 \text{ mvar}}$$

3. feladat - Minden feladat 2 pontot ér!

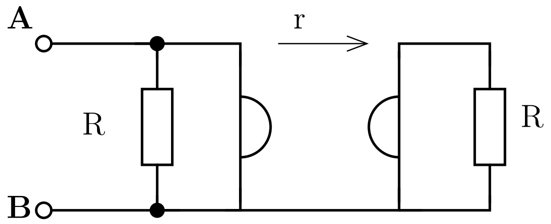
Csak a végeredményeket írja fel a feladatlapra!

a. Határozza meg a bejelölt u feszültséget!



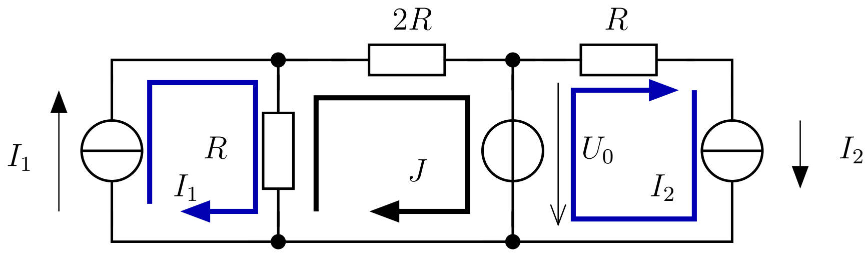
$\boxed{u = -12V}$

b. Határozza meg az AB kétpólus ellenállását! $(r = 2R)$



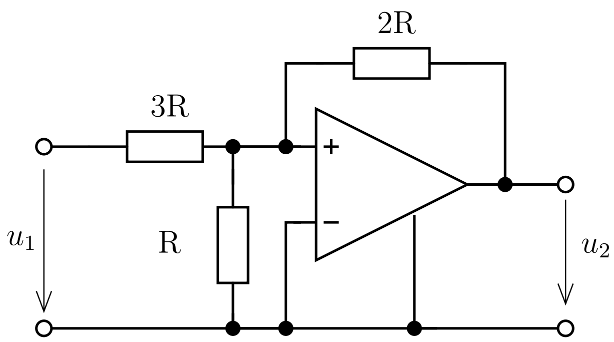
$\boxed{R_{AB} = \frac{4R}{5}}$

c. Adja meg a bejelölt J hurokáram értékét! $(R = 2\Omega,\ I_1 = 0{,}1A,\ I_2 = 0{,}2A,\ U_0 = 10V)$



$\boxed{J = -1{,}633A}$

d. Számítsa ki az u_2/u_1 feszültségátvitel értékét!



$\boxed{\frac{u_2}{u_1} = -\frac{2}{3}}$

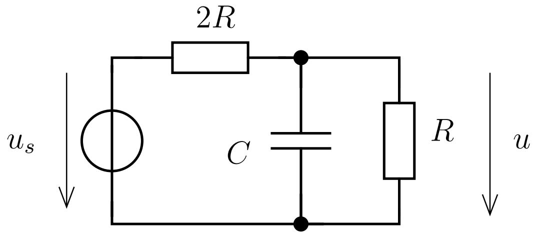
e. Az elsőrendű rendszer impulzusválasza, koherens egységrendszerben , az alábbi :

$$h(t) = 3\varepsilon(t) \cdot e^{-2t}$$

Számítsa ki a rendszer $u(t) = 5\varepsilon(t)$ gerjesztésre adott válaszát!

$$\boxed{y(t) = \varepsilon(t) \cdot 7{,}5 \left(1 - e^{-2t}\right)}$$

f. Határozza meg az alábbi hálózat esetében az $u(t)$ feszültséget, ha a feszültségforrás feszültsége $u_s(t) = 5V \cdot \varepsilon(t)$. A hálózati paraméterek $R = 20\ k\Omega$, $C = 0{,}2$ nF!



$$\boxed{u(t) = \varepsilon(t)\frac{5}{3}\left(1 - e^{-t/2{,}666}\right) V}$$

g. Adja meg az induktivitás, a kapacitás, a körfrekvencia és az ellenállás egységét, amely koherens egységrendszert alkot a feszültség, idő és áram alábbi egységeivel : V, ns, mA!

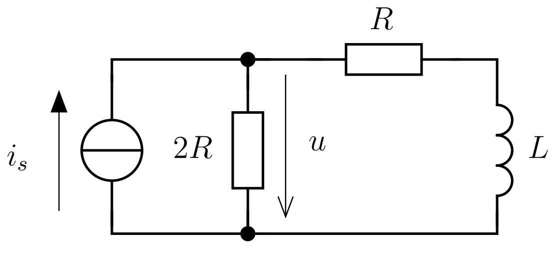
$$\boxed{\mu\text{H, pF, Grad/s, k}\Omega}$$

h. A soros RLC-tag (rezgőkör) elemeinek látszólagos ellenállása azonos az $\omega_0 = (LC)^{-1/2}$ frekvencián. Ugyanezen frekvencia esetén a rezgőkör impedanciája $Z_0 = 10\ k\Omega$. Határozza meg az $\omega = 2\omega_0$ frekvencián a rezgőkör impedanciáját!

$$\boxed{Z = (10 + 15j)k\Omega = 18{,}0278e^{j0{,}983}k\Omega}$$

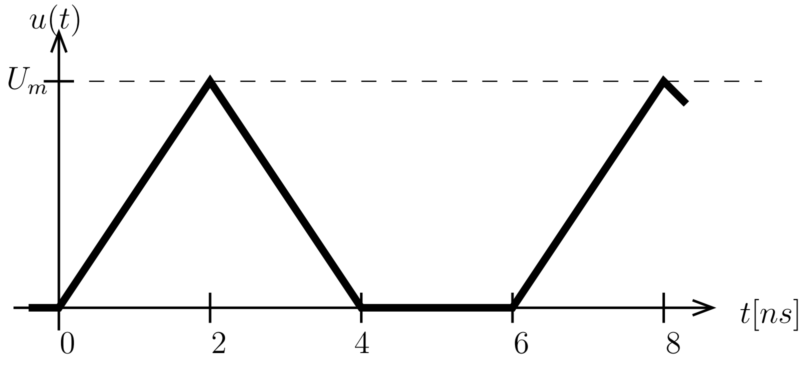
i. Adja meg a bejelölt u feszültség időfüggvényét, ha $\omega_0 L = 2R = 10\ k\Omega$ és az áramforrás áramának időfüggvénye

$$i_s(t) = 3\text{mA}\cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{3}\right)$$



$$\boxed{u(t) = 18{,}605 \cdot \cos(\omega_t + 1{,}566)V}$$

j. Határozza meg az alábbi periodikus jel egyszerű középértékét!



$$\boxed{U_0 = \frac{U_m}{3}}$$