Tentamen

EEM076 Elektriska Kretsar och Fält, D2

Examinator: Max Ortiz Catalan

31 May 2017 kl. 08.30-12.30, sal: "Maskin"-salar

Förfrågningar: Max Ortiz Catalan, phone: 0708461065

Lösningar: Anslås måndagen den 5 juni på institutionens anslagstavla, plan 5.

Resultat: Rapporteras in i Ladok

Granskning: Torsdag 15 juni kl. 10.00 - 11.00, rum 3311.

Plan 3 i ED-huset (Lunnerummet),

korridor parallell med Hörsalsvägen.

Bedömning: En korrekt och välmotiverad lösning med ett tydligt angivet svar ger full poäng.

Hjälpmedel

- Typgodkänd miniräknare
- Beta Mathematics Handbook
- Physics Handbook

Betygsgränser (6 uppgifter om vardera 3 poäng).

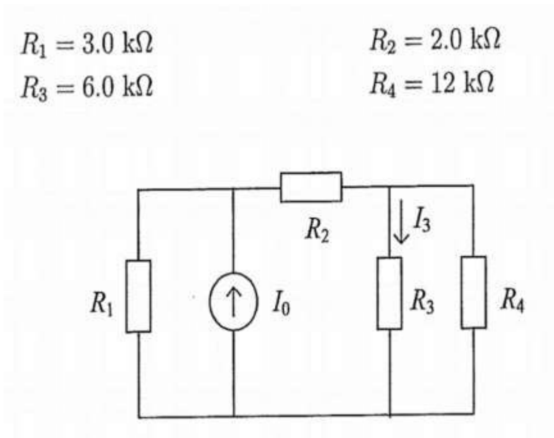
Poäng	0-7.5	8-11	11.5-14.5	15-18
Betyg	U	3	4	5

Lycka till!

1)

[SV] Likströmskretsen i figuren innehåller en oberoende strömkälla och fyra resistanser. Strömmen genom resistans R_3 är $I_3 = 4.0\ mA$. Beräkna värdet på den likström I_0 som källan levererar.

[EN] The DC circuit in the figure contains an independent power source and four resistances. The current through resistance R_3 is $I_3 = 4.0\ mA$. Calculate the DC value of the I_0 supplied by the source.



2)

[SV] En växelströmskrets har ett utseende enligt figur. Beräkna strömmen $i_C(t)$ samt spänningen $u_R(t)$ i kretsen. Antag sinusformat stationärtillstånd.

[EN] The figure shows an AC circuit. Calculate the current $i_C(t)$ and the voltage $u_R(t)$ in the circuit. Assume sinusoidal stationary state.

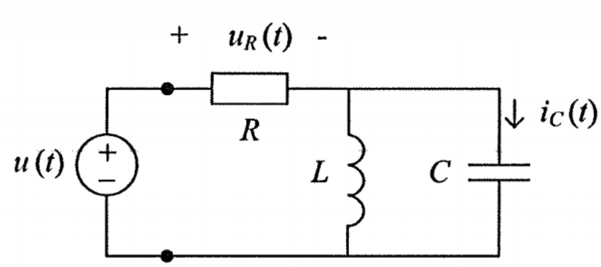
$u(t) = 10\cos(\omega t + 30^\circ)$ V

$\omega = 10$ rad/s

$R = 10\ \Omega$

$L = 1.0$ H

$C = 20$ mF



3)

[SV] Växelströmskretsen i figuren består av en spänningskälla samt en impedans Z uppbyggd av tre parallellkopplade kretselement (R, L och C). Antag sinusformat stationärtillstånd.

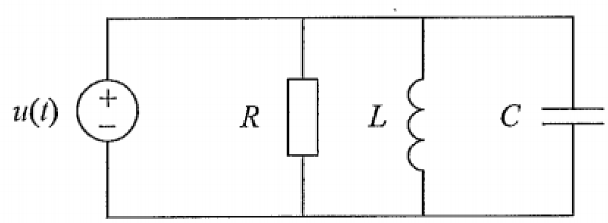
a. Beräkna den medeleffekt som spänningskällan avger.
b. Beräkna den reaktiva effekt som spänningskällan avger.

[EN] The AC power circuit in the figure consists of a voltage source and an impedance Z built up of three parallel-connected circuit elements (R, L and C). Assume sinusoidal stationary state.

a) Calculate the average power that the voltage source emits.
b) Calculate the reactive power that the voltage source emits.

$R = 50\ \Omega$ $\qquad C = 10\ \mu\mathrm{F}$ $\qquad L = 0.50\ \mathrm{H}$

$u(t) = 500\sqrt{2}\cos(\omega t)\ \mathrm{V}$ $\qquad \omega = 377\ \mathrm{rad/s}$

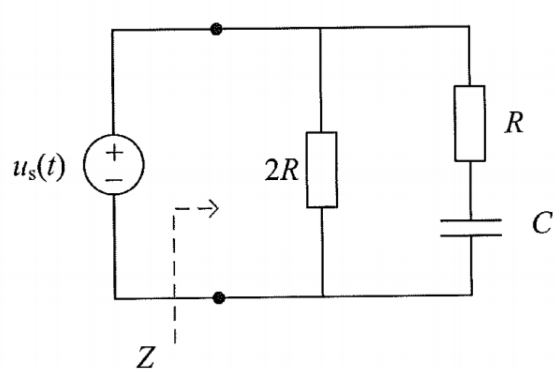


4)

[SV] Växelströmskretsen i figuren består av en spänningskälla samt en impedans Z uppbyggd av två resistanser och en kapacitans. Beräkna den medeleffekt som upptas av impedansen Z. Antag sinusformat stationärtillstånd med $u_s(t) = 12\cos(4000t + 45°)\,V$.

[EN] The AC power circuit in the figure consists of a voltage source and an impedance Z made up of two resistances and a capacitance. Calculate the average power across the impedance Z. Assume sinusoidal stationary state with $u_s(t) = 12\cos(4000t + 45°)\,V$.

$R = 2.0\ \Omega$ $\qquad C = 250\ \mu\mathrm{F}$



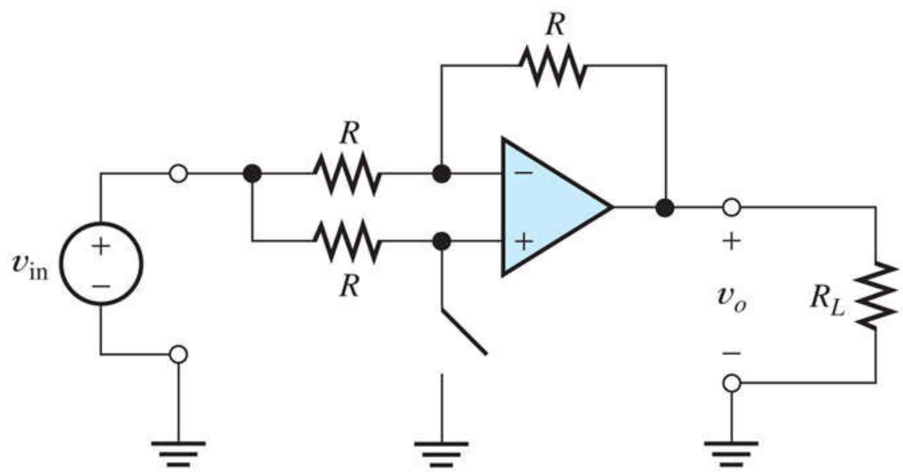
5)

[SW] Hitta spänningsförstärkning och ingångsimpedans för strömbrytaren

a) Öppen
b) Stängd

[EN] Find voltage gain and input impedance considering the switch

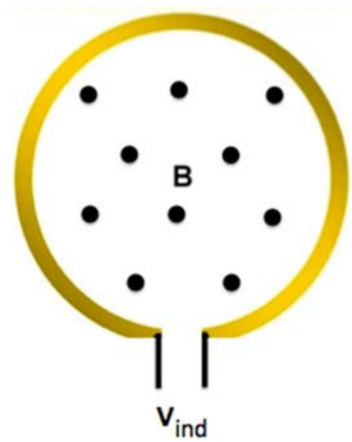
a) Open
b) Closed



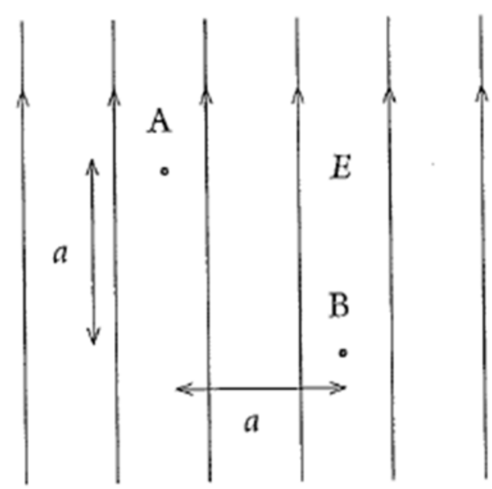
6)

[SV]

a) En UHF-TV-loopantenn har en diameter av 11 cm. **B**-fältet på en TV-signal är normalt till planet för loopen och vid en viss tid ändras dess magnitud med en hastighet av 0,16 T / s. Magnetfältet är homogent. Vilken spänning v_{ind} induceras i antennen? Markera riktning av den inducerade strömmen. (2p)

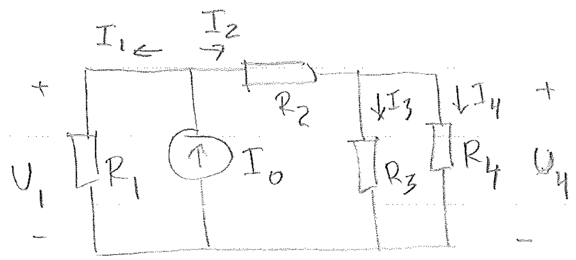


b) De två punkterna A och B är belägna i ett homogent elektriskt fält **E** enligt figuren. Bestäm spänningen U_{ab} när **E** = 100 V/m och a = 0.2m. (1p)



Elektriska kretsar & Fält
D1, eem076
140116

1.



$R_1 = 3{,}0\ k\Omega$

$R_2 = 2{,}0\ k\Omega$

$R_3 = 6{,}0\ k\Omega$

$R_4 = 12\ k\Omega$

$I_3 = 4{,}0\ mA$

$$U_4 = I_3 R_3$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4}$$

$$I_2 = I_3 + I_4 = I_3 + \frac{I_3 R_3}{R_4} = I_3\left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right)$$

$$U_1 = I_2 R_2 + I_3 R_3 = R_2 I_3\left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right) + I_3 R_3 =$$

$$= I_3\left[R_2 + \frac{R_2 R_3}{R_4} + R_3\right]$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = I_3\left[\frac{R_2}{R_1} + \frac{R_2 R_3}{R_1 R_4} + \frac{R_3}{R_1}\right]$$

$$I_0 = I_1 + I_2 = I_3\left[\frac{R_2}{R_1} + \frac{R_2 R_3}{R_1 R_4} + \frac{R_3}{R_1} + 1 + \frac{R_3}{R_4}\right] =$$

$$= 4{,}0 \cdot 10^{-3}\left[\frac{2}{3} + \frac{2 \cdot 6}{3 \cdot 12} + \frac{6}{3} + 1 + \frac{6}{12}\right] = 18 \cdot 10^{-3}\ A$$

Alt.

$$U_4 = 4 \cdot 6 = 24\ V$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{24}{12 \cdot 10^3} = 2\ mA$$

$$I_2 = I_3 + I_4 = 6\ mA$$

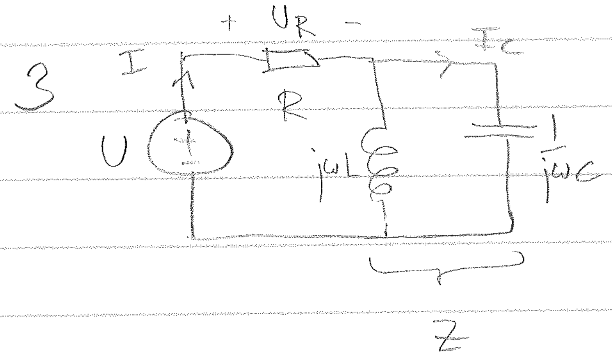
$$U_1 = R_2 I_2 + U_4 = 2 \cdot 6 + 24 = 36\ V$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{36}{3 \cdot 10^3} = 12\ mA$$

$$I_0 = I_1 + I_2 = 12 + 6 = 18\ mA$$

eem 076
140818

3



$j\omega$-transf

$u(t) = 10\cos(\omega t + 30°)$ V

$\Rightarrow U = 10\angle 30°$ V

$R = 10\,\Omega$

$\omega = 10$ rad/s

$L = 1{,}0$ H

$C = 20$ mF

$\Rightarrow j\omega L = j10\,\Omega$

$1/j\omega C = -j5\,\Omega$

$$Z = j\omega L \,//\, \frac{1}{j\omega C} =$$

$$= \frac{j\omega L \cdot \frac{1}{j\omega C}}{j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{j\omega L}{1 - \omega^2 LC} =$$

$$= \frac{j10}{1-2} = -j10$$

Sp. delning $\quad U_R = U \dfrac{R}{R+Z} = \dfrac{10\angle 30° \cdot 10}{10 - j10} =$

$$= \frac{10\angle 30°}{1-j} = \frac{10\angle 30°}{\sqrt{2}\angle -45°} = \frac{10}{\sqrt{2}}\angle 75°$$

$\Rightarrow u_R(t) = 7{,}07\cos(10t + 75°)$ V

$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{10}{10\sqrt{2}}\angle 75°$$

Strömdelning $\quad I_C = I \dfrac{j\omega L}{j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} = I \dfrac{j10}{j10 - j5} =$

$$= 2I = \frac{2}{\sqrt{2}}\angle 75° = \sqrt{2}\angle 75°$$

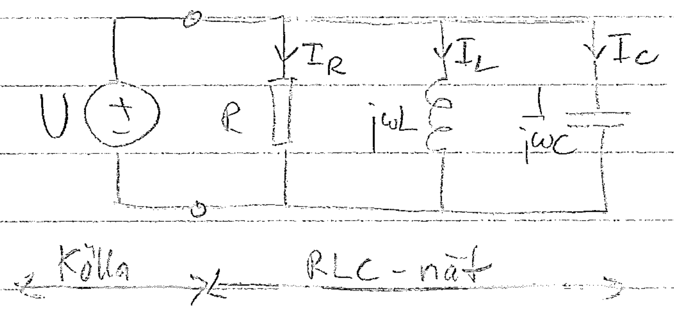
Svar: $u_R(t) = 7{,}07\cos(10t + 75°)$ V

$i_C(t) = 1{,}41\cos(10t + 75°)$ A

eem 076

130829

4. $j\omega$-transformera nätet



$u(t) = 500\sqrt{2}\cos(\omega t)$ V

$\omega = 377$ r/s

$R = 50\ \Omega$

$C = 10\ \mu F$

$L = 0{,}5$ H

Den effekt som källan avger = den effekt som förbrukas i RLC-nätet

a) Endast R har en medeleffekt $\neq 0$.

$$S_R = \frac{1}{2}UI_R^* = \frac{1}{2}\frac{UU^*}{R^*} = \frac{1}{2}\frac{|U|^2}{R} = \frac{1}{2}\cdot\frac{(500\sqrt{2})^2}{50} =$$

$$= 5{,}0\cdot 10^3\ W = P_R \quad \therefore \text{ Källan avger medeleffekten } 5{,}0\ kW$$

b) Reaktiv effekt endast i L och C

$$S_L + S_C = \frac{1}{2}UI_L^* + \frac{1}{2}UI_C^* = \frac{1}{2}\frac{|U|^2}{Z_L^*} + \frac{1}{2}\frac{|U|^2}{Z_C^*}$$

$$Z_L^* = -j\omega L = -j377\cdot 0{,}5 \quad ; \quad Z_C^* = j\frac{1}{\omega C} = \frac{j}{377\cdot 10\cdot 10^{-6}}$$

$$S_L + S_C = \frac{(\sqrt{2}\cdot 500)^2}{2}\left(j\frac{2}{377} - j\,377\cdot 10\cdot 10^{-6}\right) = j384 = jQ$$

$\therefore$ S.p. källan avger reaktiva effekten 384 VAr

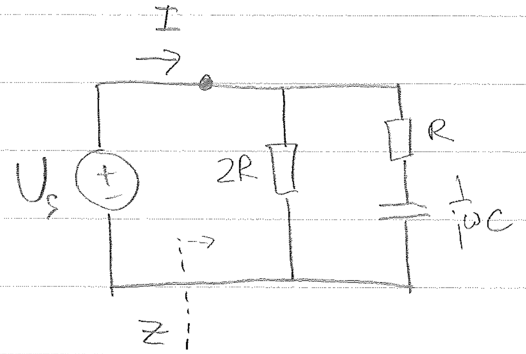
c) Skenbar effekt $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{P_R^2 + Q^2} =$

$$= \sqrt{5000^2 + 384^2} = 5015\ \text{VA}$$

eem 076

2013-06-03

4. $j\omega$-transformera kretsen



$U_s(t) = 12\cos(\omega t + 45°)$ V

$\omega = 4000$ rad/s

$R = 2{,}0\ \Omega$

$$\frac{1}{j\omega C} = -j\frac{1}{4\cdot 10^3 \cdot 250 \cdot 10^{-6}} = -j$$

$$Z = 2R \,//\, \left(R + \frac{1}{j\omega C}\right) = \frac{2R\left(R + \frac{1}{j\omega C}\right)}{2R + R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{4(2-j)}{6-j} =$$

$$= \frac{4(2-j)(6+j)}{(6-j)(6+j)} = \frac{4(12+1-j6+j2)}{37} = \frac{4(13-j4)}{37}$$

Z mottager komplex effekt $S = P + jQ$

$$S = \frac{1}{2}U_s I^* = \frac{1}{2}U_s\left(\frac{U_s}{Z}\right)^* = \frac{1}{2}\frac{|U_s|^2}{Z^*}\cdot\frac{Z}{Z} =$$

$$= \frac{1}{2}\frac{|U_s|^2}{|Z|^2} Z$$

$$|Z| = \frac{4}{37}\sqrt{13^2+4^2} \approx 1{,}47$$

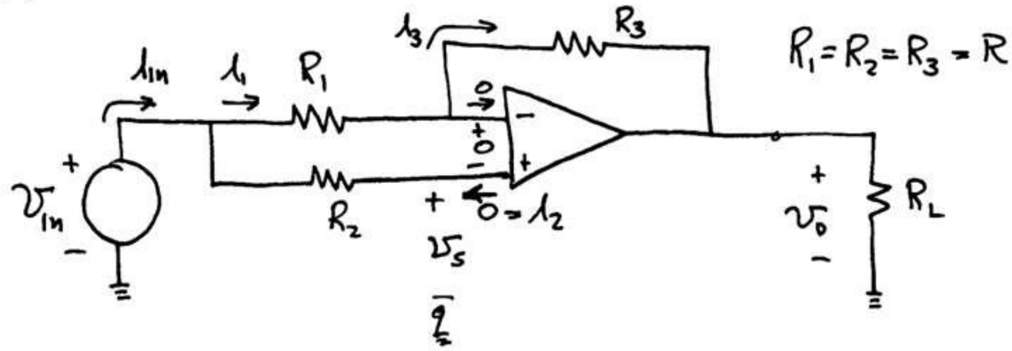
Medeleffekt $P = \mathrm{Re}\{S\} = \frac{1}{2}\frac{|U_s|^2}{|Z|^2}\cdot \mathrm{Re}\{Z\} =$

$$= \frac{1}{2}\frac{12^2}{1{,}47^2}\cdot\frac{4}{37}\cdot 13 = 46{,}8\text{ W}$$

Svar: $P = 46{,}8$ W

5

(a)

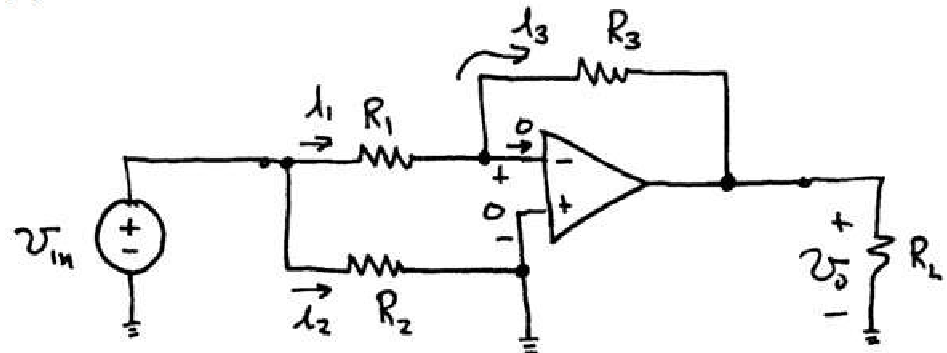


$v_s = v_{in} + R_2 i_2 = v_{in}$ (Because of the summing-point restraint, $i_2 = 0$.)

$i_1 = \dfrac{v_{in} - v_s}{R_1} = 0$ (Because $v_s = v_{in}$.) $\qquad i_{in} = i_1 - i_2 = 0$

$i_3 = i_1 = 0 \qquad v_o = R_3 i_3 + v_s = v_{in}$ Thus, $A_v = \dfrac{v_o}{v_{in}} = +1$ and $R_{in} = \dfrac{v_{in}}{i_{in}} = \infty$.

(b)



(Note: We assume that $R_1 = R_2 = R_3$.)

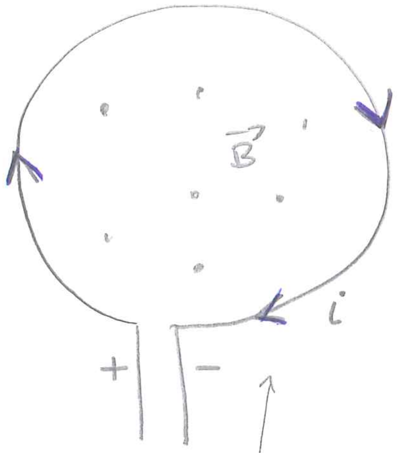
$i_1 = \dfrac{v_{in}}{R_1} = \dfrac{v_{in}}{R} \qquad i_2 = \dfrac{v_{in}}{R_2} = \dfrac{v_{in}}{R} \qquad i_{in} = i_1 + i_2 = \dfrac{2v_{in}}{R} \qquad R_{in} = \dfrac{R}{2}$

$i_3 = i_1 = \dfrac{v_{in}}{R_1} \qquad v_o = -R_3 i_3 = -\dfrac{R_3}{R_1} v_{in} = -v_{in} \qquad A_v = \dfrac{v_o}{v_{in}} = -1$

6.)

a) $d = 11\ \mathrm{cm}$

(2p)

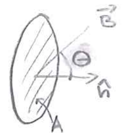


B in i papperet => i medurs

$$\frac{dB}{dt} = 0{,}16t\ \frac{T}{s}$$

$$V_{ind} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\Phi_B = \vec{B} \times \vec{A}$$



B ⊥ loop-plan

⇓

$\Theta = 0$

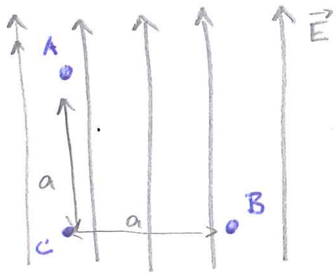
$$A = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2$$

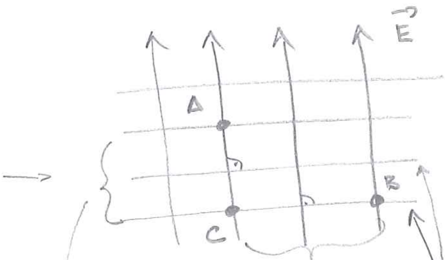
$$\Phi_B = 0{,}16t \cdot \pi \frac{0{,}11^2}{4}$$

$$V_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt} = -0{,}16 \cdot \pi \cdot \frac{0{,}11^2}{4} = -1{,}52\ \mathrm{mV}$$

b)

(1p)





Ekvipotentiallinjer

B → C → inget arbete

$$U_{AB} = \Delta V = \int_A^B \vec{E}\, d\vec{l} = 0 - \int_C^A \vec{E}\, d\vec{l} = -E \cdot a = -100 \cdot 0{,}2 =$$

$$= \underline{\underline{-20\ V}}$$