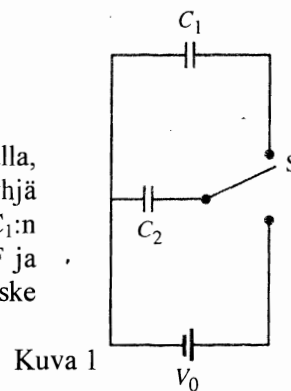
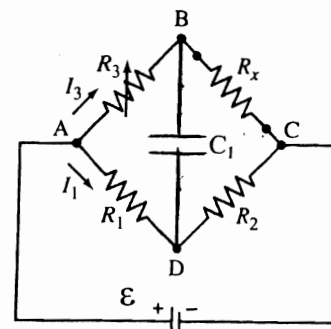


1. Piirin vakiojännitelähde on  $\varepsilon = V_0 = 24 \text{ V}$ . Alkutilassa kytkin S (Switch) on alhaalla, jolloin kondensaattorin  $C_2$  täysi varaus on  $2280 \text{ nC}$  (nano =  $10^{-9}$ ) ja  $C_1$  on tyhjä (varaamaton). S kytketään ylös, jolloin lopputilassa LT (pitkän ajan kuluttua)  $C_1$ :n jännite nousee arvoon  $4 \text{ V}$ . Osoita, että a) kapasitanssit ovat noin  $C_1 = 475 \text{ nF}$  ja  $C_2 = 95 \text{ nF}$  sekä laske b) kummankin kondensaattorin varaukset LT:ssa. c) Laske kytkennässä syntyvä terminen häviöenergia.



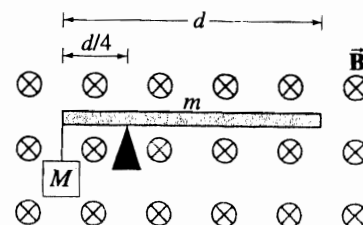
Kuva 1

2. Piirissä on paristo  $\varepsilon = 60 \text{ V}$ , resistanssit  $R_1 = 30 \Omega$ ,  $R_2 = 20 \Omega$ ,  $R_3 = 70 \Omega$  ja  $R_x = 80 \Omega$  sekä kapasitanssi  $C_1 = 25 \mu\text{F}$  (mikro =  $10^{-6}$ ). Pitkän ajan kuluttua  $\varepsilon$ :n kytkennästä saavutetaan lopputila LT, jossa  $C_1$  on varattu täyteen. Laske LT:ssa a)  $R_1$ :n ja  $R_3$ :n virrat  $I_1$  ja  $I_3$ , vastaavasti, sekä b) osoita, että  $C_1$ :n varaus on noin  $200 \mu\text{C}$ . Tämän lähtötilan LT jälkeen  $\varepsilon$  irrotetaan piiristä, jolloin  $C_1$  alkaa purkautua. Laske pitkän ajan kuluessa purkautuva terminen energia c) yhteensä kaikista vastuksista ja d) erikseen vastuksesta  $R_x$ .



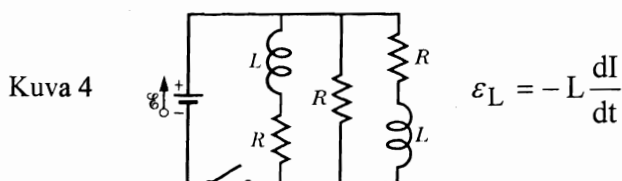
Kuva 2

3. Vaakasuora sauva (pituus on  $d = 1,4 \text{ m}$  ja massa on  $m$ ) on tuettu kitkattomalla niveellä kohdassa  $d/4$  sauvan vasemmasta päästä mitattuna. Alas suuntautuva pystysuora gravitaatiokiihtyvyyden vakio  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Kuvan tasoa vastaan kohtisuora ja tason suhteen alaspäin suuntautuva homogeeninen vakiomagneettikenttä on  $\vec{B}$ . Sauvan vasemmassa päässä on painava massa (hiukkanen) M. Johtava sauva pidetään vaakatasapainossa kytkemällä sitä pitkin (ohuen massattoman johdon kautta) vakiovirta  $I = 7 \text{ A}$ , joka eri vaakasuuntiin virratessaan vaatii eri tasapainottavat massat  $M = 1,2 \text{ kg}$  ja  $M = 1,0 \text{ kg}$ , vastaavasti. Laske a) B, b)  $m$  ja c) B:stä sauvaan aiheutuva voima kummallekin massan arvolle M. d) Kumpaan vaakasuuntaan (vasemmalle vai oikealle?) I:n virratessa sauva tarvitsee tasapainossa suuremman M?



Kuva 3

4. RL-piirissä on jännitelähde  $\varepsilon = 24 \text{ V}$ , samanlaiset resistanssit  $R = 16 \Omega$  ja induktanssit (kelat) L, joiden välillä ei ole keskinäisinduktanssia. Laske jokaisen L:n virrat ja jännitteet a) lopuksi, kun kytkin on ensin pitkän aikaa ollut suljettuna (ala-asennossa) ja b) heti tämän jälkeen, kun kytkin on aukaistu yläasentoon ( $\varepsilon$  irrotettu piiristä). Aukaisun jälkeen L:n jännitteet alkavat laskea (eksponentiaalisesti). Kun aukaisusta on kulunut  $30 \text{ ms}$ , on L:n jännitteistä jäljellä enää  $5 \%$ . c) Laske induktanssin L arvo.



Kuva 4

$$\varepsilon_L = -L \frac{dI}{dt}$$

5. Generaattori syöttää tavallista sinimuotoista verkkovirtaa (tehollisjännite on  $240 \text{ V}$  ja taajuus on  $50 \text{ Hz}$ ) sarjapiiriin, jossa (kuorma)komponentteina ovat  $570 \Omega$  vastus ja  $570 \text{ mH}$  kela (solenoidi). a) Osoita, että sarjapiirin impedanssi on noin  $597,5 \Omega$ . Laske b) vastuksesta saatava (keskimääräinen) (pätö)teho ja kummankin komponentin c) tehollisvirta ja d) tehollisjännite. e) Osoita, että (volttien avulla lausuttuna) komponenttien tehollisjännitteiden neliöiden summa on tasan  $57600$ . f) Selitä, miten ja mistä syystä tämä luku liittyy läheisesti generaattorin tehollisjännitteeseen.

Kuva 5 
$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X^2}} \quad (V = \varepsilon) \quad \tan \phi = \frac{X}{R} \quad X = \omega L - \frac{1}{\omega C} \quad i = I \sin(\omega t - \phi)$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2, 1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}, 1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}, e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}, c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}, k = 1/4\pi\epsilon_0 = 10^{-7} \cdot c^2 = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2, \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \text{ (C}^2/\text{Nm}^2), \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \text{ (N/A}^2)$$