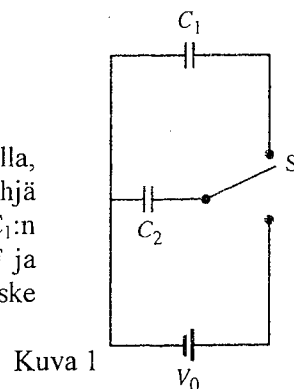
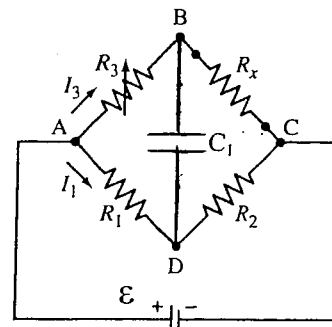


1. Piirin vakiojännitelähde on $\varepsilon = V_0 = 24 \text{ V}$. Alkutilassa kytkin S (Switch) on alhaalla, jolloin kondensaattorin C_2 täysi varaus on 2280 nC (nano = 10^{-9}) ja C_1 on tyhjä (varaamaton). S kytetään ylös, jolloin lopputilassa LT (pitkän ajan kuluttua) C_1 :n jännite nousee arvoon 4 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 termien häviöenergia.



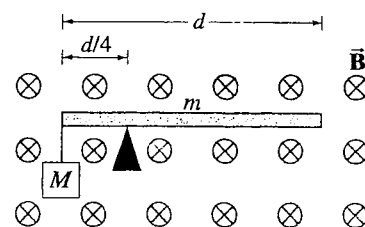
Kuva 1

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 ε :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 ε irrotetaan piiristä, jolloin C_1 alkaa purkautua. Laske pitkän ajan kuluessa purkautuva termien energia c) yhteensä kaikista vastuksista ja d) erikseen vastuksesta R_x .



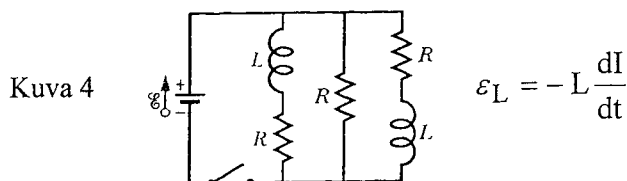
Kuva 2

3. Vaakasuora sauva (pituus on $d = 1,4 \text{ m}$ ja massa on m) on tuettu kitkattomalla nivelellä 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 (ε irrotettu piiristä). Aukaisun jälkeen L :n jännitteet alkavat laskea (eksponentiaalisesti). Kun aukaisusta on kulunut 30 ms , on L :n jännitteistä jäljellä enää 5% . c) Laske induktanssin L arvo.



Kuva 4

5. Generaattori syöttää tavallista sinimuotoista verkkovirtaa (tehollisjännite on 240 V ja taajuus on 50 Hz) sarjapiiriin, jossa (kuorma)komponentteina ovat 570Ω vastus ja 570 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
$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X^2}} \quad (V = \varepsilon) \quad \tan \phi = \frac{X}{R} \quad X = \omega L - \frac{1}{\omega C} \quad i = I \sin(\omega t - \phi)$$

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