



Ministerul Educației și Cercetării
Olimpiada Națională de Fizică
Drobeta – Turnu Severin
2-9 aprilie 2004
Proba teoretică - subiecte

X

1. Două conductoare (1) și (2) aflate în echilibru electrostatic, izolate unul de celălalt și de orice alte corpuri, sunt încărcate cu sarcinile electrice q_1 , respectiv q_2 . Potențialele celor două conductoare se pot exprima sub forma generală:

$$\begin{cases} V_1 = p_{11}q_1 + p_{12}q_2 \\ V_2 = p_{21}q_1 + p_{22}q_2 \end{cases}$$

în care p_{11} , p_{12} , p_{21} , p_{22} sunt constante reale care depind numai de geometria sistemului (coeficienți de potențial).

- a) Presupunem că cele două conductoare sunt două sfere metalice cu pereți subțiri având razele R_1 , respectiv R_2 ($R_2 > R_1$). Fie d distanța dintre centrele celor două sfere. Determină expresiile coeficienților de potențial pentru următoarele cazuri particulare:

A. $d = 0$

B. $d \gg R_1 + R_2$

În ce relație se află coeficienții de potențial p_{12} și p_{21} ?

- b) Considerăm conductoarele de o formă oarecare. Exprimă energia totală a sistemului format din cele două conductoare în funcție de sarcinile lor și coeficienții de potențial. Calculează variația energiei sistemului dacă pe conductorul (1) se aduce de la distanță foarte mare o sarcină suplimentară Δq_1 ($\Delta q_1 \ll q_1$).
- c) Pornind de la considerente energetice, arată că relația stabilită la punctul a) între cei doi coeficienți de potențial p_{12} și p_{21} este adevărată, indiferent de forma și poziția relativă a conductoarelor izolate și aflate în echilibru electrostatic. Interpretează din punct de vedere fizic relația găsită.

2. O porțiune din linia de alimentare electrică a unui troleibuz poate fi asimilată circuitului din *Figura 1*. Fiecare fir al cablului aerian are rezistența R uniform distribuită pe toată lungimea firului, iar totalitatea consumatorilor din troleibuz poate fi considerată ca un singur consumator rezistiv cu rezistența electrică R_0 ($R = kR_0$, $k = 0,1$). La capetele liniei aeriene sunt conectate două generatoare identice cu t.e.m. E și cu rezistențele interioare neglijabile. Curentul absorbit de troleibuz atunci când trece pe sub unul dintre generatoare este I_0 .

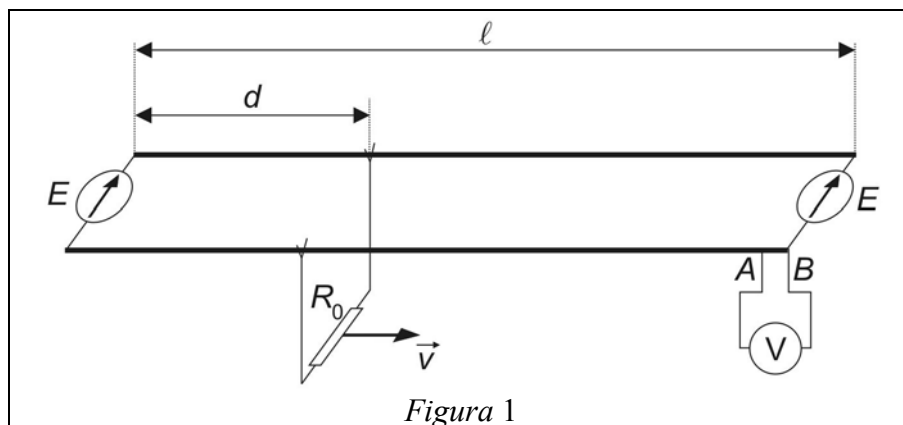
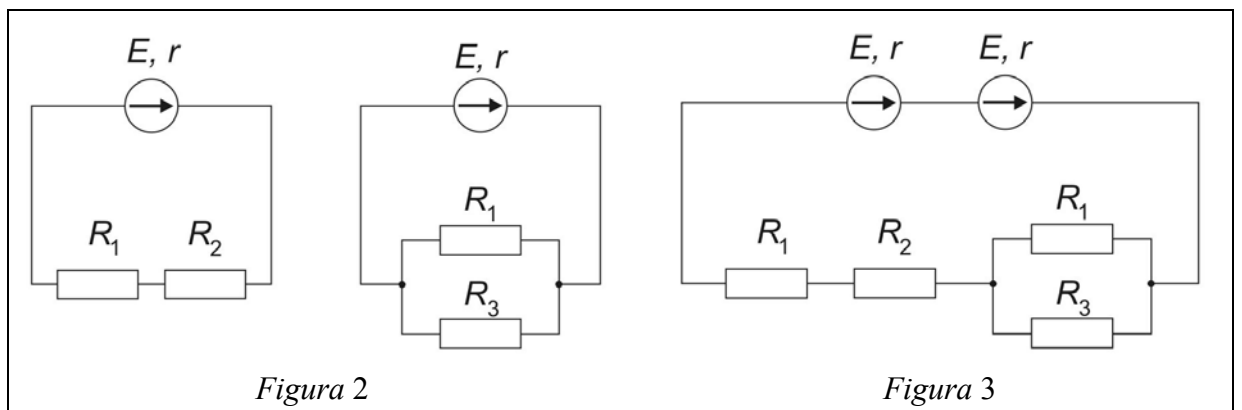


Figura 1

- a) Exprimă intensitatea curentului absorbit de troleibuz în funcție de poziția acestuia între cele două capete ale liniei bifilare exprimată prin fracțiunea $x = \frac{d}{\ell}$ (d fiind distanța până la unul dintre capete, iar ℓ este lungimea liniei).
- b) Găsește valoarea minimă a intensității curentului absorbit de troleibuz și poziția acestuia în situația respectivă. Reprezintă grafic calitativ, în funcție de x , intensitățile prin cele trei ramuri ale circuitului precizat (prin R_0 , respectiv prin cele două generatoare).
- c) Pentru determinarea poziției troleibuzului pe traseu, se folosește un milivoltmetru ideal conectat în imediata vecinătate a capetelor liniei bifilare, în paralel cu o scurtă porțiune (AB) a unuia dintre fire. La realizarea scalei acestuia, *s-a considerat* că tensiunea măsurată depinde liniar de poziția troleibuzului astfel încât atunci când, de exemplu, $d = \frac{1}{3}\ell$, acul milivoltmetrului ar fi la $\frac{1}{3}$ din scală. În aceste condiții, cât este eroarea relativă care se face în determinarea poziției troleibuzului atunci când acesta se află la jumătatea distanței dintre capetele liniei?

3. În cele două circuite din *Figura 2*, generatoarele sunt identice, rezistențele R_1 , R_2 și R_3 sunt diferite, nenule și finite, iar puterile primite de circuitele exterioare sunt egale ($P_s = P_p = P$). Între rezistențele exterioare echivalente ale celor două circuite există relația: $R_s + R_p = nr$, în care r este rezistența interioară a unuia dintre generatoare, iar n este un număr real pozitiv.



- a) Calculează, în funcție de n și P , puterea disipată pe circuitul exterior pentru circuitul din *Figura 3*.
- b) Exprimă, în funcție de r și n , rezistențele echivalente R_s și R_p .
- c) Arată că dacă se conectează în serie cei 3 rezistori de rezistențe R_1 , R_2 și R_3 se obține o rezistență echivalentă cel puțin de $x=9$ ori mai mare decât rezistența echivalentă a acelorași rezistori conectați în paralel. Cât este x pentru cazul a n rezistori?

(prof. dr. Florea Uliu – Universitatea Craiova
 prof. Dorel Haralamb – Colegiul Național „Petru Rareș”, Piatra Neamț,
 prof. Gabriel Octavian Negrea – Colegiul Național „Gheorghe Lazăr”, Sibiu)