



**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI  
 I SPORTULUI**  
**INSPECTORATUL COLAR JUDEȚEAN - ILFOV**  
**OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ**  
**Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012**  
**PROBA PRACTICĂ**

XI  
 A

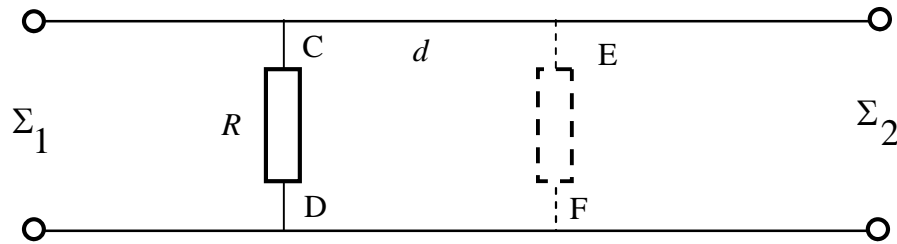
**Lucrarea A**  
**Localizarea unui deranjament pe o linie telefonică bifilară**

**Prezentare**

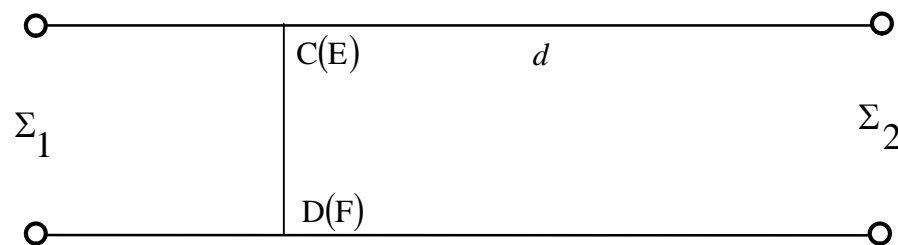
Între două stații telefonice vecine,  $\Sigma_1$  și  $\Sigma_2$ , situate la distanța  $d$ , conectate printr-o linie aeriană bifilară (cele două conductoare ale liniei fiind identice), s-a produs un deranjament.

Într-o primă variantă, așa cum indică figura 1, deranjamentul este echivalent cu o rezistență de scurgere între cele două fire,  $R$ .

Într-o a doua variantă, așa cum indică figura 2, deranjamentul este echivalent cu un scurtcircuit produs între cele două fire.



**Fig. 1**



**Fig. 2**

Pentru a înțelege cum se poate face localizarea deranjamentului dintre cele două stații telefonice, aveți la dispoziție o bobină bifilară (ale cărei conductoare,  $A_1A_2$  și respectiv  $B_1B_2$ , sunt identice), așa cum indică figura 3. Lungimea fiecăruia dintre cele două fire ale bobinei este  $L = 76$  m. De la cele două conductoare ale bobinei, la locul deranjamentului, sunt scoase perechile de prize (C; D) și respectiv (E; F), la care se poate conecta un rezistor cu rezistență electrică necunoscută,  $R$ , sau se poate realiza un scurtcircuit, conectându-le printr-un conductor a cărui rezistență electrică este foarte mică.

La fiecare stație există un generator electric cu t.e.m. cunoscută ( $E_1; E_2$ ) și rezistență interioară neglijabilă și câte un voltmetru cu rezistență interioară foarte mare.

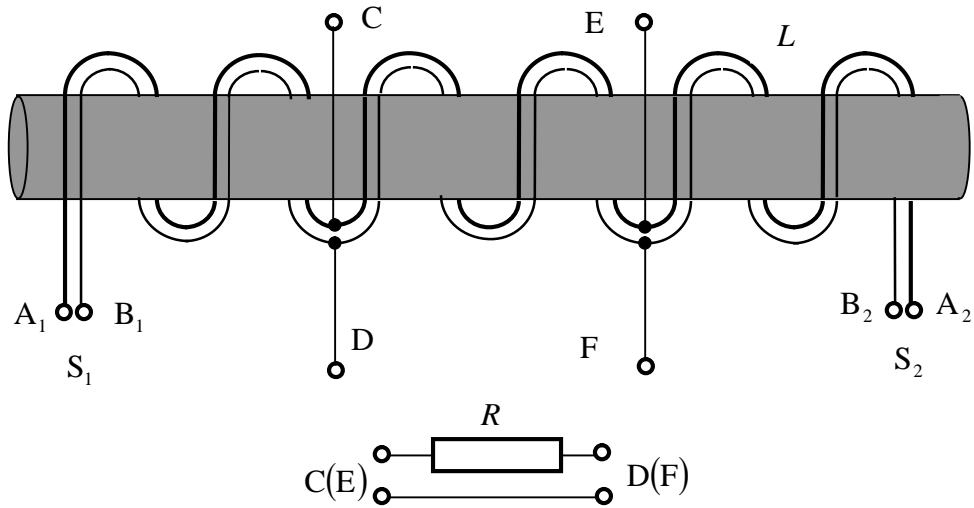


Fig. 3

Materiale la dispozi ie



1) bobin bifilar cu 4 prize (C D i E F), lungimea firelor sale fiind  $L = 76$  m; 2) surs de curent continuu (4 baterii cu soclu , interconectabile); 3) multimetru; 4) conductoare de leg tur ; 5) rezistor cu fire (2 buc.); 6) rezistor suplimentar ( pentru a m ri rezisten a intern a sursei).

**Cerin**

*S se localizeze cele dou deranjamente pe firele bobinei.*

Lucrare propus de prof. dr. Mihail Sandu  
G. .E.A.S. C lim ne ti



**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI  
 ȘI SPORTULUI**  
**INSPECTORATUL COLAR JUDEȚEAN - ILFOV**  
**OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ**  
**Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012**  
**PROBA PRACTICĂ**

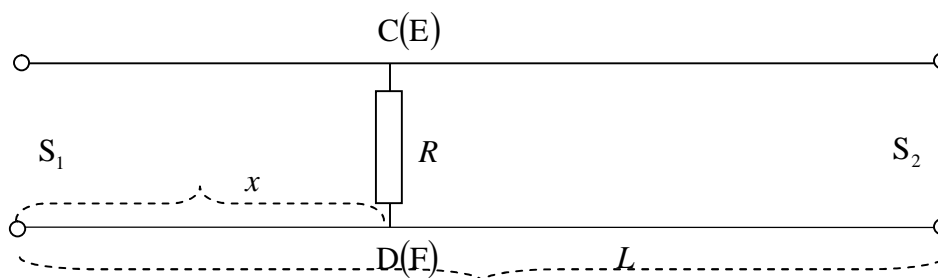
XI  
 A

**Lucrarea A**

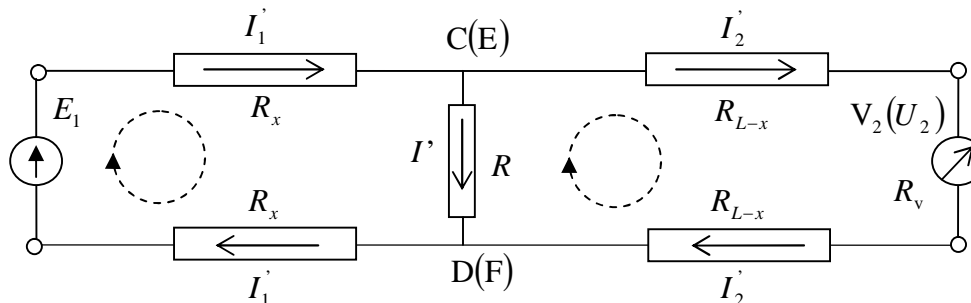
**Modul de lucru – Barem de notare (10 puncte)**

**a) Deranjament echivalent cu rezistență de scurgere între cele două fire (4,00 puncte)**

În figura alăturată se consideră cele două conductoare ale bobinei, fiecare cu lungimea  $L$ , sunt desfășurate, iar  $x$  este lungimea sectorului fiecărui fir al bobinei, de la capătul  $S_1$  al acesteia, până la locul unde deranjamentul este echivalent cu o rezistență de scurgere,  $R$ .



La capătul  $S_1$  al bobinei (stația telefonică  $\Sigma_1$ ) se conectează generatorul cu t.e.m.  $E_1$ , iar la capătul  $S_2$  al bobinei (stația telefonică  $\Sigma_2$ ) se conectează voltmetrul  $V_2$ , circuitul echivalent al bobinei fiind cel prezentat în figura alăturată.

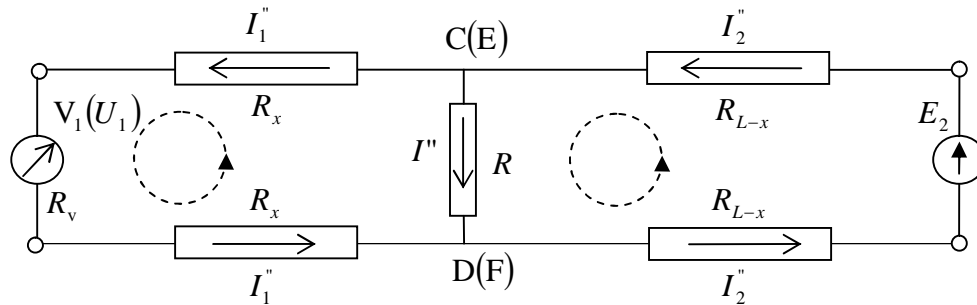


Utilizând teoremele lui Kirchhoff, rezultă :

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 2R_x I_1' + RI'; & E_1 &= 2 \dots \frac{x}{S} I_1' + RI'; \\
 0 &= 2R_{L-x} I_2' + R_v I_2' - RI'; & 0 &= 2 \dots \frac{L-x}{S} I_2' + R_v I_2' - RI'; \\
 R_v &\gg 2R_{L-x}; & 0 &= R_v I_2' - RI';
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_v I_2' &= U_2; \\
 0 &= U_2 - R I'; \quad U_2 = R I'; \\
 I' &= \frac{U_2}{R}; \\
 I_2' &= \frac{U_2}{R_v} = \frac{R I'}{R_v} \approx 0; \\
 I_1' &= I' + I_2' \approx I'; \\
 E_1 &= 2 \dots \frac{x}{S} I_1' + R I'; \quad E_1 = 2 \dots \frac{x}{S} I' + R I'; \\
 E_1 &= 2 \dots \frac{x}{S} \frac{U_2}{R} + R \frac{U_2}{R}; \\
 2 \dots \frac{x}{S} \frac{U_2}{R} &= E_1 - U_2.
 \end{aligned}$$

La cap tul  $S_1$  al bobinei (sta ia telefonic  $\Sigma_1$ ) se conecteaz voltmetrul  $V_1$ , iar la cap tul  $S_2$  al bobinei (sta ia telefonic  $\Sigma_2$ ) se conecteaz generatorul cu t.e.m.  $E_2$ , circuitul echivalent al bobinei fiind cel prezentat în figura al turat .



Utilizând teoremele lui Kirchhoff, în mod asem n tor, rezult :

$$2 \dots \frac{L-x}{S} \frac{U_1}{R} = E_2 - U_1,$$

astfel încât, din cele dou rela ii, ob inem:

$$x = L \frac{E_1 U_1 - U_1 U_2}{E_1 U_1 + E_2 U_2 - 2 U_1 U_2} \dots \dots \dots 2,00 \text{ puncte}$$

**Determin ri experimentale** .....2,00 puncte

**Pentru rezistorul cu rezisten a electric R1, conectat la priza C-D**

$E_1$	1,5 V	3,0 V	4,5 V	6,0 V
$U_2$	1,33 V	2,63 V	4,05 V	5,4 V
$E_2$	1,5 V	3,0 V	4,5 V	6,0 V
$U_1$	1,07 V	2,18 V	3,26 V	4,34 V
$x$	18,34 m	20,68 m	17,18 m	17,10 m

$$\bar{x}_1 = 18,325 \text{ m}$$

**Pentru rezistorul cu rezistență electrică R2, conectat la priza C-D**

$E_1$	1,5 V	3,0 V	4,5 V	6,0 V
$U_2$	1,03 V	1,97 V	2,96 V	3,95 V
$E_2$	1,5 V	3,0 V	4,5 V	6,0 V
$U_1$	0,53 V	1,04 V	1,5 V	2,06 V
$x$	15,16 m	16,5 m	15,75 m	16,22 m

$$\bar{x}_2 = 15,90 \text{ m}$$

**Pentru rezistorul cu rezistență electrică R3, conectat la priza C-D**

$E_1$	1,5 V	3,0 V	4,5 V	6,0 V
$U_2$	1,44 V	2,89 V	4,16 V	5,76 V
$E_2$	1,5 V	3,0 V	4,5 V	6,0 V
$U_1$	1,26 V	2,55 V	3,82 V	5,1 V
$x$	13,64 m	13,48 m	23,91 m	14,51 m

$$\bar{x}_3 = 16,385 \text{ m}$$

**Pentru rezistorul cu rezistență electrică R1, conectat la priza E-F**

$E_1$	1,5 V	3,0 V	4,5 V
$U_2$	1,4 V	2,8 V	4,18 V
$E_2$	1,5 V	3,0 V	4,5 V
$U_1$	1,36 V	2,8 V	4,10 V
$x$	31,13 m	38,00 m	33,41 m

$$\bar{x}_1 = 34,18 \text{ m}$$

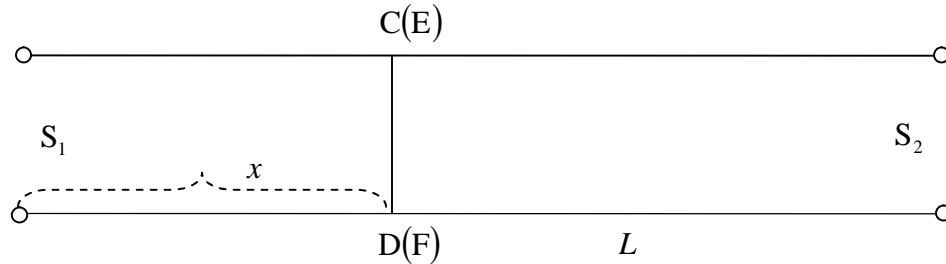
**Pentru rezistorul cu rezistență electrică R2, conectat la priza E-F**

$E_1$	1,5 V	3,0 V	4,5 V
$U_2$	1,26 V	2,53 V	3,77 V
$E_2$	1,5 V	3,0 V	4,5 V
$U_1$	1,23 V	2,46 V	3,67 V
$x$	35,30 m	34,86 m	35,10 m

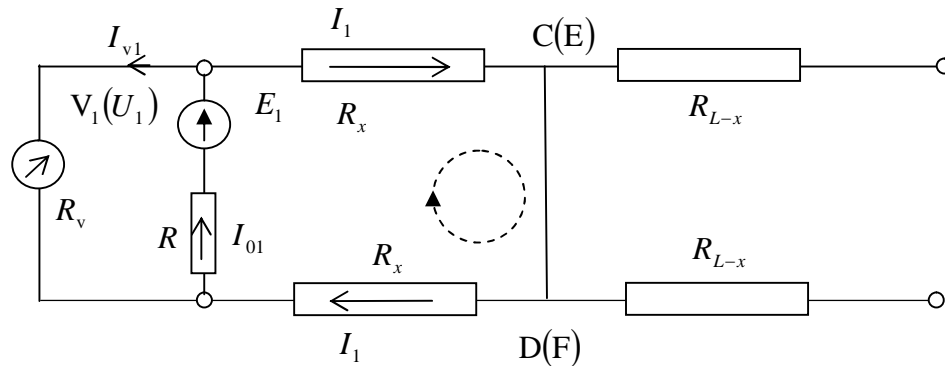
$$\bar{x}_2 = 35,08 \text{ m}$$

**b) Deranjament echivalent cu scurtcircuit între cele două fire (5,00 puncte)**

În figura al turat se consider c cele două conductoare ale bobinei, fiecare cu lungimea  $L$ , sunt desf urate, iar  $x$  este lungimea sectorului fiec rui fir al bobinei, de la cap tul  $S_1$  al acesteia, pân la locul unde deranjamentul este echivalent cu un scurtcircuit.



La cap tul  $S_1$  al bobinei (sta ia telefonic  $\Sigma_1$ ) se conecteaz în paralel generatorul cu t.e.m.  $E_1$  i voltmetrul  $V_1$ , iar la cap tul  $S_2$  al bobinei (sta ia telefonic  $\Sigma_2$ ) capetele conductoarelor r mân libere, astfel încât, pentru circuitul echivalent al bobinei, prezentat în figura al turat , rezult :



$$E_1 = I_1 2R_x + I_{01} R; I_{01} = I_1 + I_{v1}; E_1 = U_1 + I_{01} R;$$

$$I_{01} = \frac{E_1 - U_1}{R}; I_1 = I_{01} - I_{v1}; I_{v1} = \frac{U_1}{R_v};$$

$$I_1 = I_{01} - \frac{U_1}{R_v} = \frac{E_1 - U_1}{R} - \frac{U_1}{R_v};$$

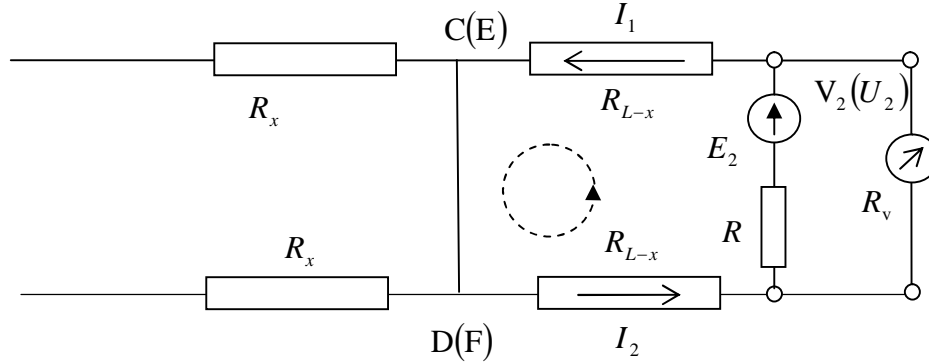
$$E_1 = 2R_x \left( \frac{E_1 - U_1}{R} - \frac{U_1}{R_v} \right) + E_1 - U_1;$$

$$2R_x \left( \frac{E_1 - U_1}{R} - \frac{U_1}{R_v} \right) = U_1;$$

$$R_x = \frac{U_1}{2 \left( \frac{E_1 - U_1}{R} - \frac{U_1}{R_v} \right)} = \dots \frac{x}{S}; R_v \rightarrow \infty;$$

$$R_x \approx \frac{U_1}{2 \left( \frac{E_1 - U_1}{R} \right)} = \dots \frac{x}{S}.$$

Asem n tor, dac la cap tul S<sub>1</sub> al bobinei (sta ia telefonic Σ<sub>1</sub>), capetele conductoarelor r mân libere, iar la cap tul S<sub>2</sub> al bobinei (sta ia telefonic Σ<sub>2</sub>) se conecteaz în paralel generatorul cu t.e.m. E<sub>2</sub> i voltmetrul V<sub>2</sub>, astfel încât, pentru circuitul echivalent al bobinei, prezentat în figura al turat , rezult :



$$E_2 = I_2 2R_{L-x} + I_{02}R; I_{02} = I_2 + I_{v2}; E_2 = U_2 + I_{02}R;$$

$$I_{02} = \frac{E_2 - U_2}{R}; I_2 = I_{02} - I_{v2}; I_{v2} = \frac{U_2}{R_v};$$

$$I_2 = I_{02} - \frac{U_2}{R_v} = \frac{E_2 - U_2}{R} - \frac{U_2}{R_v};$$

$$E_2 = 2R_{L-x} \left( \frac{E_2 - U_2}{R} - \frac{U_2}{R_v} \right) + E_2 - U_2;$$

$$2R_{L-x} \left( \frac{E_2 - U_2}{R} - \frac{U_2}{R_v} \right) = U_2;$$

$$R_{L-x} = \frac{U_2}{2 \left( \frac{E_2 - U_2}{R} - \frac{U_2}{R_v} \right)} = \dots \frac{L-x}{S}; R_v \rightarrow \infty;$$

$$R_{L-x} \approx \frac{U_2}{2 \left( \frac{E_2 - U_2}{R} \right)} = \dots \frac{L-x}{S}.$$

În aceste condi ii, din rela iile:

$$R_x \approx \frac{U_1}{2 \left( \frac{E_1 - U_1}{R} \right)} = \dots \frac{x}{S};$$

$$R_{L-x} \approx \frac{U_2}{2 \left( \frac{E_2 - U_2}{R} \right)} = \dots \frac{L-x}{S},$$

rezult :

$$x = L \frac{U_1(E_2 - U_2)}{U_1(E_2 - U_2) + U_2(E_1 - U_1)} \dots \dots \dots 3,00 \text{ puncte}$$

**Determinări experimentale ..... 2,00 puncte**  
**Pentru scurtcircuit la priza C-D**

$E_1$	1,5 V	3,0 V	4,5 V
$U_1$	0,11 V	0,23 V	0,35 V
$E_2$	1,5 V	3,0 V	4,5 V
$U_2$	0,39 V	0,79 V	1,19 V
$x$	13,97 m	14,3 m	15,5 m

$$\bar{x}_4 = 14,59 \text{ m}$$

$$\bar{x}_{CD} = 16,3 \text{ m.}$$

**Pentru scurtcircuit la priza E-F**

$E_1$	1,5 V	3,0 V	4,5 V
$U_1$	0,25 V	0,52 V	0,85 V
$E_2$	1,5 V	3,0 V	4,5 V
$U_2$	0,29 V	0,59 V	0,9 V
$x$	34,58 m	35,06 m	36,65 m

$$\bar{x}_3 = 35,43 \text{ m}$$

$$\bar{x}_{EF} = 34,89 \text{ m}$$

**Oficiu ..... 1,00 punct**