RESURSĂ EDUCAŢIONALĂ DESCHISĂ

Denumire:

Regimul tranzitoriu într-un circuit RC.

Încărcarea condensatorului

Studiu de specialitate suport pentru predarea temei:

“1.Oscilaţii electromagnetice libere. Circuitul oscilant “

Autor:ROȘU GHERGHINA

Unitatea de învăţământ:Colegiul Tehnic “Alexe Marin”, Slatina

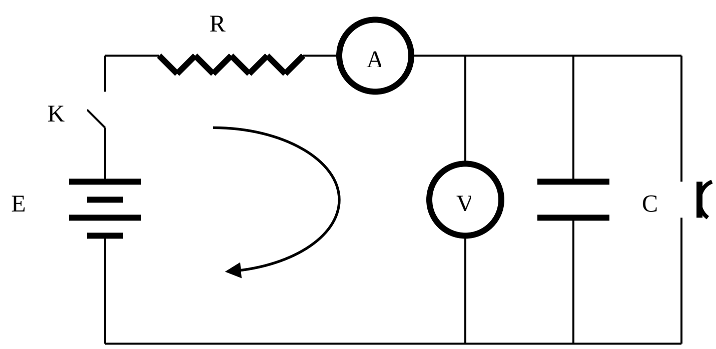
Disciplina:Fizica

Clasa:a XI-a

Scopul materialului propus: didactic (de utilizat la clasă/cu elevii)

REGIMUL TRANZITORIU ÎNTR-UN CIRCUIT RC.
ÎNCĂRCAREA CONDENSATORULUI

1. **<u>Scopul lucrării:</u>**
   - studiul variaţiei mărimilor electrice în regim tranzitoriu într-un circuit RC;
   - determinarea constantei de timp capacitivă.
2. **<u>Materiale necesare:</u>** - trusa de fizică ALTAY ;
   - multimetru digital (2 buc.)
3. **<u>Schiţa dispozitivului experimental:</u>**



4. **<u>Principiul metodei:</u>**

Aplicăm teorema a doua a lui Kirchhoff ochiului de reţea din figură:

$$E = Ri + \frac{q}{C} \qquad (1)$$

unde E este tensiunea electromotoare a bateriei, Ri este căderea de tensiune pe rezistor iar $\frac{q}{C}$ este tensiunea la bornele condensatorului. Nu putem rezolva această ecuaţie deoarece ea conţine două variabile, q – sarcina electrică şi i- intensitatea curentului, care sunt legate între ele prin relaţia:

$$i = \frac{dq}{dt} \qquad (2)$$

Înlocuind pe i în ecuaţia (1) obţinem:

$$E = R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} \qquad (3)$$

Ecuaţia (3) este o *ecuaţie diferenţială de ordinul I neomogenă*. Soluţia acestei ecuaţii este de forma

$$q(t) = C_1 e^{-\frac{t}{RC}} + C_2 \qquad (4)$$

unde C_1 şi C_2 sunt constante ce se determină din condiţia de frontieră:

$$\begin{cases} t = 0,\ q = 0 \Rightarrow 0 = C_1 + C_2 \Rightarrow C_1 = -C_2 \\ t \to \infty,\ q = q_{\max} \Rightarrow q_{\max} = 0 + C_2 = C_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} C_1 = -q_{\max} \\ C_2 = q_{\max} \end{cases}$$

Înlocuind constantele C_1 şi C_2 în ecuaţia (4) obţinem:

$$q(t) = q_{\max}\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) \qquad (5)$$

Funcţia $q(t)$ ne arată cum se modifică sarcina electrică pe armăturile condensatorului.

Mărimea:

$$\tau = RC \qquad (6)$$

are dimensiunea unui timp şi poartă numele de *constanta de timp capacitivă* a circuitului *RC*. Ea reprezintă timpul în care sarcina de pe plăcile condensatorului creşte cu factorul: $(1-e^{-1}) = 0,63 = 63\%$ din valoarea sa de echilibru ($q_{echilibru} = q_{max} = CE$).

Relaţia (5) devine:

$$q(t) = CE\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \qquad (7)$$

Dar sarcina electrică q este legată de tensiunea electrică u prin relaţia $q=C \cdot u$, rezultă pentru u dependenţa de timp:

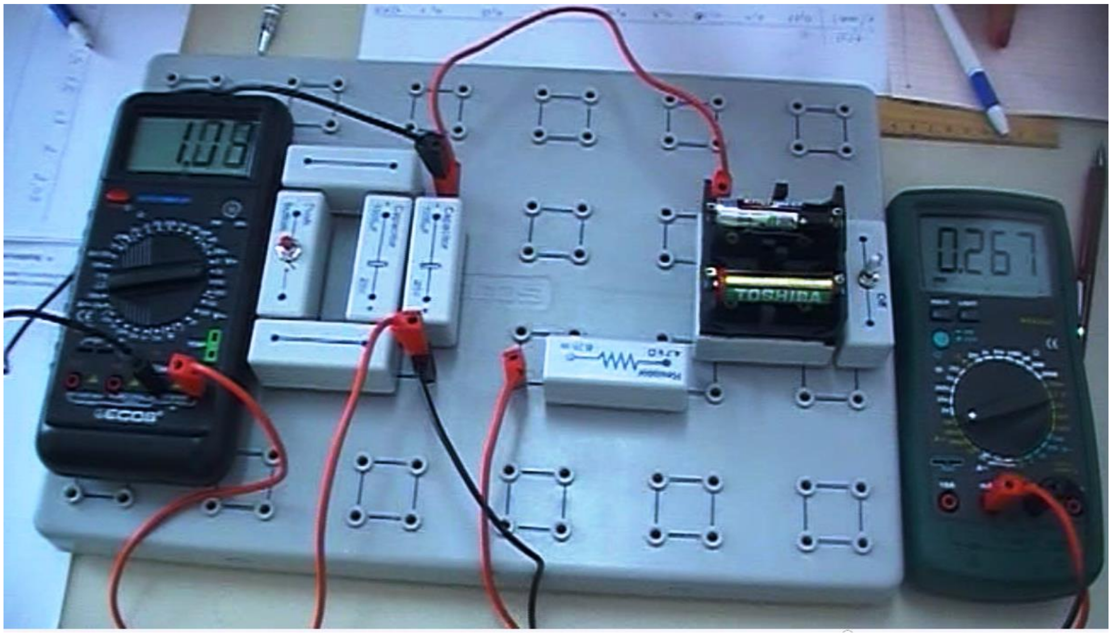
$$u(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \qquad (8)$$

Variaţia în timp a intensităţii este:

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{C \cdot E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} = i_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \qquad (9)$$

Pentru $t = \tau$, rezultă $i = i_0 e^{-1} = 0,37 i_0$. În timpul τ intensitatea curentului electric în circuitul RC scade la 0,37 din valoarea lui iniţială.

5. <u>Modul de lucru:</u>



Realizăm schema din figură şi măsurăm dependenţa de timp a mărimilor *u* şi *i*.

$$\left\{\begin{array}{l} C = 2000\mu F \\ R = 4{,}7k\Omega \end{array}\right| \Rightarrow \tau_{calculat} = RC = 4700 \cdot 2000 \cdot 10^{-6} = 9{,}4s$$

Pentru a observa valorile extreme efectuăm experimental fără a culege date. Observăm că *u* creşte de la 0 V la 2,38V, iar *i* scade de la o valoare maximă de 0,47mA la 0A.

Deoarece nu putem determina două valori simultan *u* şi *t* , respective *i* şi *t* ne fixăm pentru *u* respective *i* anumite valori şi măsurăm timpii intermediari cu ajutorul unui conometru.Vom reţine seriile de date cele mai bune.

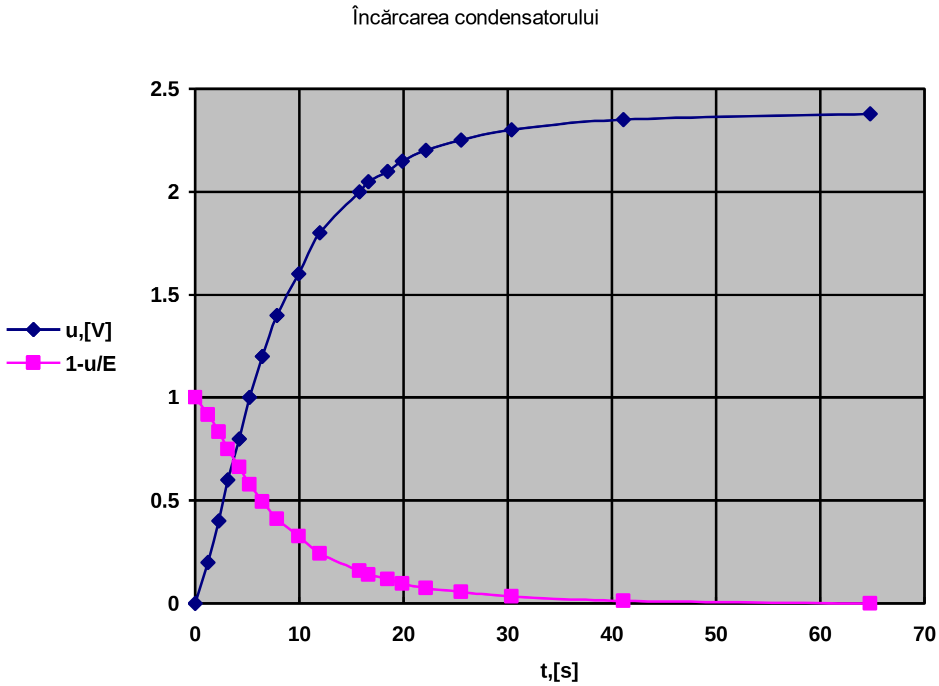
6. <u>Rezultate experimentale :</u>

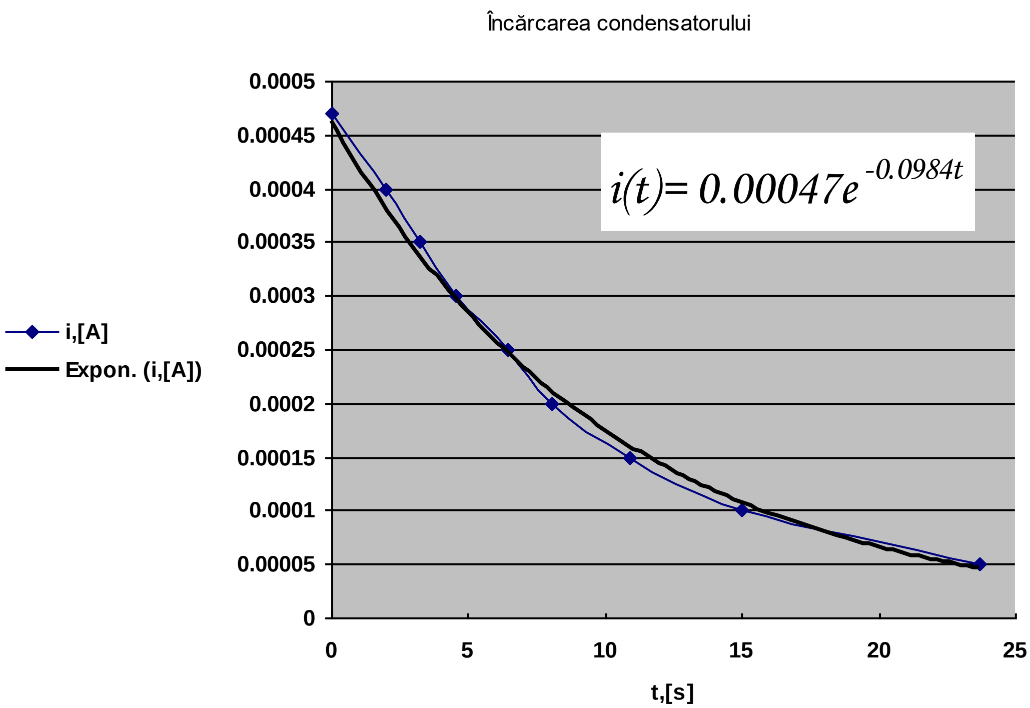
Dependenţa tensiunii *u(t)* la bornele condensatorului:

t,[s]	0	1.23	2.24	3.1	4.25	5.24	6.42	7.85	9.94	11.99	15.79
u,[V]	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2
1-u/E	1	0.92	0.83	0.7	0.664	0.58	0.496	0.412	0.328	0.244	0.16

Reprezentăm grafic dependenţa *u(t)* şi funcţia *f(t)=1-u/E* folosind diagramele Word. Procedăm la fel pentru intensitatea curentului prin circuit *i(t)*.

t,[s]	0	2	3.2	4.5	6.4	8.04	10.92	15
i,[A]	0.00047	0.0004	0.00035	0.0003	0.00025	0.0002	0.00015	0.0001


Încărcarea condensatorului
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
10
20
30
40
50
60
70
t,[s]
u,[V]
1-u/E


Încărcarea condensatorului
0.0005
0.00045
0.0004
0.00035
0.0003
0.00025
0.0002
0.00015
0.0001
0.00005
0
0
5
10
15
20
25
t,[s]
i(t)= 0.00047e -0.0984t
i,[A]
Expon. (i,[A])

7. Interpretarea rezultatelor

Din grafice putem determina:

- E (tensiunea electromotoare a sursei);
- τ (constanta de timp capacitivă);
- i_0 (valoarea maximă a intensităţii curentului):

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{C \cdot E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} = i_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = 0{,}00047\mathrm{e}^{-0.0984t}$$

$$\Downarrow$$

$$\left. \begin{cases} i_0 = \dfrac{C \cdot E}{\tau} = 0{,}00047A \\ \dfrac{1}{\tau} = 0.0984\mathrm{s} \end{cases} \right| \Rightarrow \tau_{\exp erimental} = \frac{1}{0.0984} = 10{,}16s^{-1}$$

$$u(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = 2{,}2 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{10{,}16}}\right), (V); \quad E = 2{,}2V$$

8. Posibile surse de erori:

- erori datorate experimentatorului;
- erori datorate preciziei instrumentelor de măsură .

9. Bibliografie

1. D. Holliday, R. Resnick,*Fizica VOL II* ,Editura Did. şi Prd., Bucureşti, 1975;
2. Al Nicula, S. Simion,*Electricitate şi magnetism,*Editura Did. şi Prd., Bucureşti, 1982;
3. FW. Seara,M. Zemansky,*Fizica*,Editura Did. şi Prd., Bucureşti, 1982.