

Laborator Electricitate 3

Sîrghe Matei

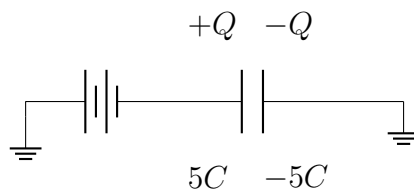
January 15, 2025

Studiul condensatorului electric cu fețe plan-paralele și Determinarea constantei dielectrice a unui izolator

1 Teoria Lucrării

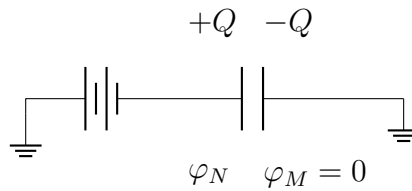
1.1 Schema Electrică

Notăție condensator :



Definiție : Condensatorul electric este un dispozitiv format din două plăci metalice așezate față în față separate de un mediu izolator sau dielectric. Plăcile metalice ale condensatorului se numesc armături și se încarcă cu aceeași cantitate de sarcină electrică dar de semn opus. Proprietatea fundamentală a unui condensator electric este aceea de a înmagazina (reține) pentru un anumit interval de timp sarcină electrică.

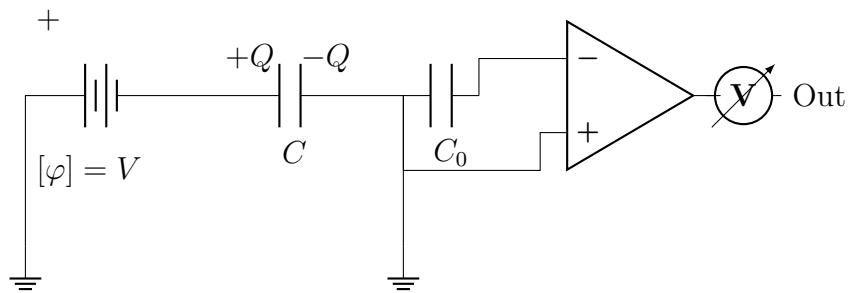
Mărimi fizice : $[C]_{SI}$ Mărimea fizică care descrie comportamentele unui condensator electric se numește capacitate electrică și în sistemul internațional de unități se măsoară în **Farad**.



Formule fizice :

1. $[C]_{SI} = 1 \text{ F (Farad)} = 1 \text{ C/V (Coulomb pe Volt)}$
2. $C = \frac{+Q}{\varphi_N - \varphi_M} = \frac{-Q}{\varphi_M - \varphi_N} = \frac{|Q|}{U_{NM}}$
3. $\Delta\varphi = U$ - tensiune electrică
4. $|\varphi_M - \varphi_N| = U_{NM}$ - Diferența de potențial

1.2 Montajul Experimental



1.3 Determinarea capacității electrice necunoscute C

Valoarea lui C va fi determinată prin metoda grafică.

$$C = \frac{Q}{\varphi}$$

$$C_0 = \frac{Q}{U}$$

$$Q = C_0 U$$

$$C = \frac{C_0 * U}{\varphi}$$

φ – Este modificat

U – Date primare

Observație

Teoria discutată la acest punct al experimentului este validă dacă și numai dacă distanța dintre cele două armături (d) este constantă.

1.4 Verificarea legii $C \sim \frac{1}{d}$

Distanța dintre armături va fi modificată astfel încât să putem verifica legea $C \sim \frac{1}{d}$.

$$C = \frac{Q}{\varphi}$$

$$C_0 = \frac{Q}{U}$$

$$Q = C_0 U$$

$$C = \frac{C_0 * U}{\varphi}$$

d – Este modificat

C – Calculat de noi

Observație

Teoria discutată pentru acest subpunct al experimentului este validă dacă și numai dacă diferența de potențial aplicată cu ajutorul sursei de înaltă tensiune rămâne constantă. (φ – cns.)

1.5 Determinarea constantei dielectrice a unui izolator (ϵ_r)

Pentru punctele a) și b) izolatorul considerat a fost aer. Pentru acest punct, vom face mai întâi determinări experimentale folosind aerul ca izolator iar apoi în aceleași condiții experimentale vom face măsurători folosind o placă de plastic pe care o vom introduce între cele două armături.

$$\varphi = \text{constant} ; d = \text{constant}$$

$$C_{aer} = \frac{Q_{aer}}{\varphi_{aer}} ; C_0 = \frac{Q_{aer}}{U_{aer}}$$

$$C_{aer} = \frac{C_0 * U_{aer}}{\varphi} ; \varphi_{aer} = \varphi$$

$$C_{izolator} = \frac{Q_{izolator}}{\varphi} = \frac{C_0 * U_{izolator}}{\varphi}$$

$$\epsilon_r = \frac{C_{izolator}}{C_{aer}} ; \epsilon_r - \text{adimensional}$$

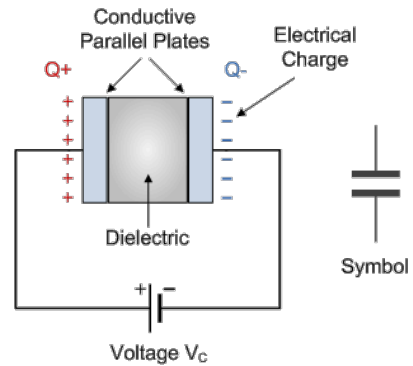


Figure 1: Izolator dielectric

2 Datele Experimentului Primare

Acestea sunt datele exerimentale :

2.1 Tabel pentru subpunctul A

Nr. Experiment	$\varphi(kV)$	$U(V)$	$d(cm)$
1	1,1	0,32	0,5
2	1,4	0,42	0,5
3	1,7	0,52	0,5
4	2,0	0,62	0,5
5	2,3	0,72	0,5
6	2,6	0,80	0,5
7	2,9	0,86	0,5
8	3,2	0,98	0,5

2.2 Tabel pentru subpunctul B

Nr. Experiment	$\varphi(kV)$	$U(V)$	$d(cm)$
1	2,0	1,00	0,5
2	2,0	0,80	0,8
3	2,0	0,56	1,1
4	2,0	0,48	1,4
5	2,0	0,44	1,7
6	2,0	0,40	2,0
7	2,0	0,38	2,1

2.3 Tabel pentru subpunctul C

Nr. Experiment	$\varphi(kV)$	$U(V)$	$d(cm)$	izolator
1	5,0	2,80	1	plastic
2	5,0	1,30	1	aer
3	2,5	2,00	1	plastic
4	2,5	0,74	1	aer

3 Prelucrarea datelor experimentale

3.1 Calcule punctul A

$$Q_1 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,32V = 7 \times 10^{-8} C = 0,7 \times 10^{-7} C$$

$$Q_2 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,42V = 9 \times 10^{-8} C = 0,9 \times 10^{-7} C$$

$$Q_3 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,52V = 1,1 \times 10^{-7} C$$

$$Q_4 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,62V = 1,3 \times 10^{-7} C$$

$$Q_5 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,72V = 1,5 \times 10^{-7} C$$

$$Q_6 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,80V = 1,7 \times 10^{-7} C$$

$$Q_7 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,86V = 1,9 \times 10^{-7} C$$

$$Q_8 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,98V = 2,1 \times 10^{-7} C$$

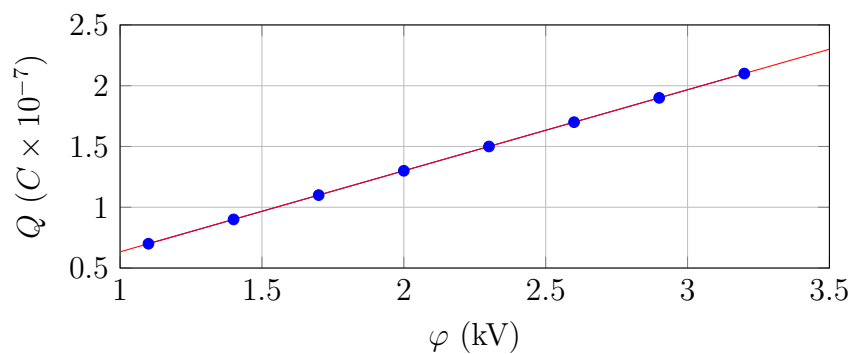


Figure 2: Grafic cu Q și φ

Am utilizat site-ul GraphPad pentru a obține dreapta de regresie liniară. Ecuația obținută este : $Q = 0,6667 \times \varphi - 0,03333 \implies C = 0,6667 \times 10^{-7} F$

3.2 Calcule punctul B

$$Q_1 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 1,00V = 2,2 \times 10^{-7} C$$

$$C_1 = \frac{Q_1}{\varphi} = \frac{2,2 \times 10^{-7} C}{2,0kV} = 1,1 \times 10^{-7} F$$

$$Q_2 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,80V = 1,76 \times 10^{-7} C$$

$$C_2 = \frac{Q_2}{\varphi} = \frac{1,76 \times 10^{-7} C}{2,0kV} = 0,88 \times 10^{-7} F$$

$$Q_3 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,56V = 1,232 \times 10^{-7} C$$

$$C_3 = \frac{Q_3}{\varphi} = \frac{1,232 \times 10^{-7} C}{2,0kV} = 0,616 \times 10^{-7} F$$

$$Q_4 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,48V = 1,056 \times 10^{-7} C$$

$$C_4 = \frac{Q_4}{\varphi} = \frac{1,056 \times 10^{-7} C}{2,0kV} = 0,528 \times 10^{-7} F$$

$$Q_5 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,44V = 0,968 \times 10^{-7} C$$

$$C_5 = \frac{Q_5}{\varphi} = \frac{0,968 \times 10^{-7} C}{2,0kV} = 0,484 \times 10^{-7} F$$

$$Q_6 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,40V = 0,88 \times 10^{-7} C$$

$$C_6 = \frac{Q_6}{\varphi} = \frac{0,88 \times 10^{-7} C}{2,0kV} = 0,44 \times 10^{-7} F$$

$$Q_7 = C_0 U = 0,22 \times 10^{-6} F \times 0,38V = 0,836 \times 10^{-7} C$$

$$C_7 = \frac{Q_7}{\varphi} = \frac{0,836 \times 10^{-7} C}{2,0kV} = 0,418 \times 10^{-7} F$$

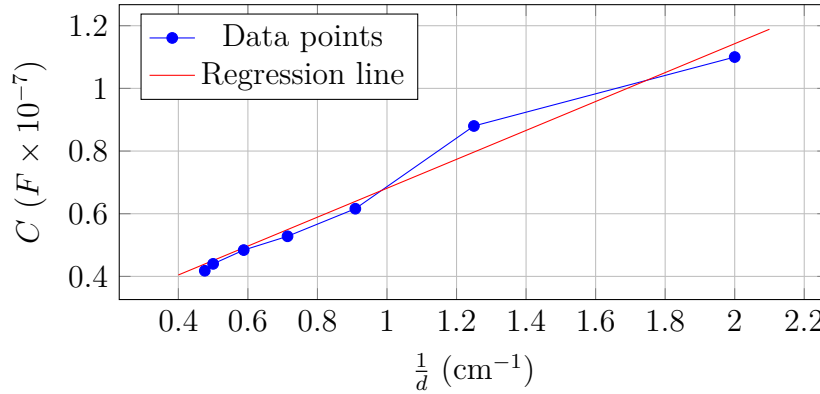


Figure 3: Grafic cu C și $\frac{1}{d}$

Am utilizat site-ul GraphPad pentru a obține dreapta de regresie liniară. Ecuația obținută este : $f = 0.4613 \times x + 0.22 \implies$ Din pantă și calculele făcute : $2 \times C \approx \frac{1}{d}$

3.3 Calcule punctul C

$$C_0 = 0.22 \times 10^{-6} F \quad (1)$$

$$Q_{1,\text{plastic}} = C_0 U = 0.22 \times 10^{-6} F \times 2.80 V = 6.16 \times 10^{-7} C \quad (2)$$

$$C_{1,\text{plastic}} = \frac{Q_{1,\text{plastic}}}{\varphi} = \frac{6.16 \times 10^{-7} C}{5.0 kV} = 1.232 \times 10^{-7} F \quad (3)$$

$$Q_{1,\text{aer}} = C_0 U = 0.22 \times 10^{-6} F \times 1.30 V = 2.86 \times 10^{-7} C \quad (4)$$

$$C_{1,\text{aer}} = \frac{Q_{1,\text{aer}}}{\varphi} = \frac{2.86 \times 10^{-7} C}{5.0 kV} = 0.572 \times 10^{-7} F \quad (5)$$

$$\epsilon_{r1} = \frac{C_{1,\text{plastic}}}{C_{1,\text{aer}}} = \frac{1.232 \times 10^{-7} F}{0.572 \times 10^{-7} F} \approx 2.15 \quad (6)$$

$$Q_{2,\text{plastic}} = C_0 U = 0.22 \times 10^{-6} F \times 2.00 V = 4.4 \times 10^{-7} C \quad (7)$$

$$C_{2,\text{plastic}} = \frac{Q_{2,\text{plastic}}}{\varphi} = \frac{4.4 \times 10^{-7} C}{2.5 kV} = 1.76 \times 10^{-7} F \quad (8)$$

$$Q_{2,\text{aer}} = C_0 U = 0.22 \times 10^{-6} F \times 0.74 V = 1.628 \times 10^{-7} C \quad (9)$$

$$C_{2,\text{aer}} = \frac{Q_{2,\text{aer}}}{\varphi} = \frac{1.628 \times 10^{-7} C}{2.5 kV} = 0.6512 \times 10^{-7} F \quad (10)$$

$$\epsilon_{r2} = \frac{C_{2,\text{plastic}}}{C_{2,\text{aer}}} = \frac{1.76 \times 10^{-7} F}{0.6512 \times 10^{-7} F} \approx 2.70 \quad (11)$$

4 Concluzii

În urma experimentelor, am demonstrat că $C \sim \frac{1}{d}$, am calculat valorile capacităților electrice pentru diferite distanțe și am determinat constantele dielectrice ale izolatorilor folosiți, obținând valori de aproximativ 2.15 și 2.70 pentru plastic.