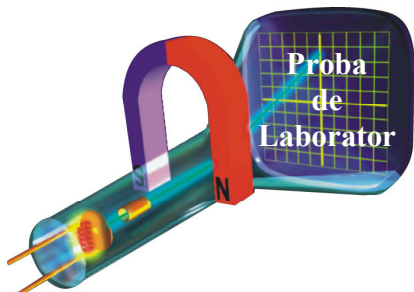


OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Rm. Vâlcea, 1 - 6 februarie 2009



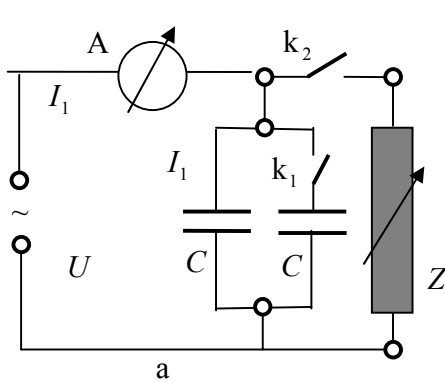
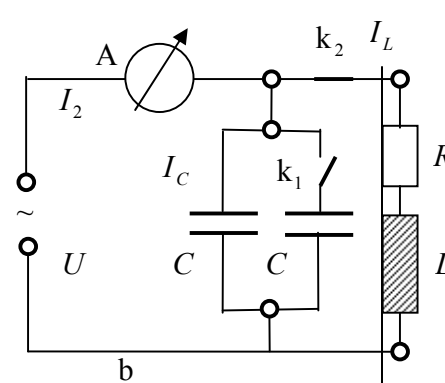
2 februarie 2009

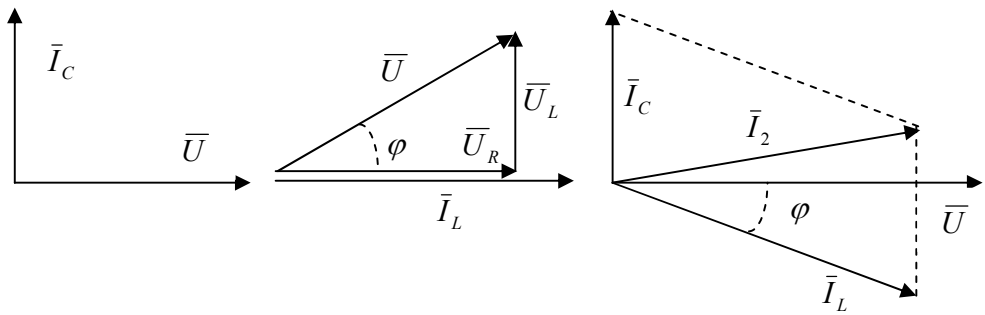
XII

Lucrarea B

Determinarea inductanței și a rezistenței ohmice ale unei bobine cu miez feromagnetic

Barem de notare

Lucrarea B	Parțial	Punctaj
B. Barem de notare - Lucrarea B		10
a) Determinarea inductanței L a bobinei, cu miezul feromagnetic în interiorul bobinei		4,00
1) Cu întrerupătoarele k_1 și respectiv k_2 deschise, corespunzător schemei a din figura 1, indicația I_1 a ampermetrului A este dată de expresia: $I_1 = \frac{U}{X_C} = U\omega C.$ $I_1 = \frac{U}{X_C} = U\omega C.$  a  b Fig. 1	0,50	

2) Întrerupătorul k_1 rămâne deschis, iar întrerupătorul k_2 se închide, așa cum indică schema b din figura 1. Utilizând diagramele fazoriale din figura 2, rezultă că indicația I_2 a ampermetrului este dată de expresia: $\bar{I}_2 = \bar{I}_C + \bar{I}_L;$ unde $\bar{I}_2$, $\bar{I}_C$ și $\bar{I}_L$ sunt fazorii asociați valorilor efective ale intensităților curenților din laturile rețelei; $I_2^2 = I_C^2 + I_L^2 + 2I_C I_L \cos(90^\circ + \varphi);$ $I_L = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}};$ $\sin \varphi = \frac{U_L}{U} = \frac{I_L X_L}{I_L \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{X_L}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}.$  Fig. 2	1,00	
3) Se deplasează foarte lent miezul feromagnetic al bobinei, în interiorul acesteia, până în momentul când indicația ampermetrului A este aceeași, indiferent de poziția închis sau deschis a întrerupătorului k_2. Dacă este cazul se reglează tensiunea sursei în așa fel încât valoarea acesteia să fie egală cu cea inițială, U. În aceste condiții, rezultă: $I_2 = I_1; I_C = \frac{U}{X_C} = I_1; I_2 = I_1 = I_C;$ $I_2^2 = I_1^2 + I_L^2 - 2I_1 I_L \sin \varphi;$ $I_1^2 = I_1^2 + I_L^2 - 2I_1 I_L \sin \varphi;$ $I_L = 2I_1 \sin \varphi;$ $\frac{U}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = 2 \frac{U}{X_C} \frac{X_L}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}};$ $2X_L = X_C;$ $2\omega L = \frac{U}{I_1}; L = \frac{U}{2\omega I_1} = \frac{U}{4\pi \nu I_1}.$	1,00	
4) Se repetă experimentul pentru diferite valori ale tensiunii U, realizând de fiecare dată un reglaj foarte mic al miezului feromagnetic, astfel	1,50	

încât indicația ampermetrului să fie aceeași, indiferent de poziția întrerupătorului k_2 . Se completează tabelul alăturat.						
Nr. det.	U (V)	I_1 (mA)	L (H)	L_{mediu} (H)		
1	1,00	3,2	0,4976	0,49407		
2	2,00	6,6	0,4825			
3	3,00	9,7	0,4924			
4	4,00	12,8	0,4976			
5	5,00	15,8	0,5039			
6	6,00	19,3	0,4950			
7	7,00	22,6	0,4932			
8	8,00	25,5	0,4995			
9	9,00	28,8	0,4976			
10	10,00	32,4	0,4914			
b) Justificare fenomenologică Intensitatea curentului prin spirele bobinei fiind variabilă, în miezul feromagnetic al bobinei apar curenți suplimentari, numiți curenți turbionari Foucault, ale căror câmpuri magnetice contribuie la fluxul magnetic propriu al bobinei, astfel încât, în aceste condiții, inductanța L a bobinei se schimbă, depinzând nu numai de caracteristicile bobinei. Pentru a compensa variațiile inductanței bobinei, datorită efectului curenților Foucault, trebuie realizată deplasarea miezului feromagnetic din interiorul bobinei, asigurând astfel constanța inductanței bobinei.					1,00	1,00
c) Determinarea rezistenței ohmice a bobinei						4,00
1) Închiderea întrerupătorului k_1 conectează cele două condensatoare în paralel, așa cum indică figura 3, astfel încât capacitatea lor echivalentă este $C'=2C$. Ca urmare, indicația ampermetrului A (a cărei rezistență internă este neglijabilă), când întrerupătorul k_2 rămâne deschis se va dubla față de situația anterioară, la aceeași valoare a tensiunii și va fi: $I_1' = \frac{U}{X_e} = \frac{U}{\frac{1}{\omega C_e}} = U\omega C_e = 2U\omega C \approx 2I_1.$					0,50	

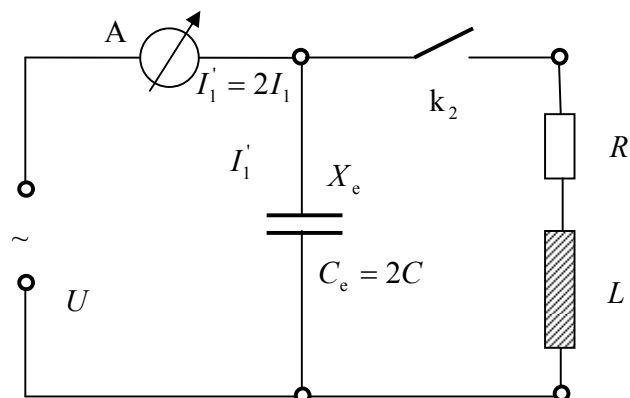


Fig. 3

2) Se închide și întrerupătorul k_2 , așa cum indică schema a din figura 4 și se citește indicația I'_2 a ampermetrului A.

1,50

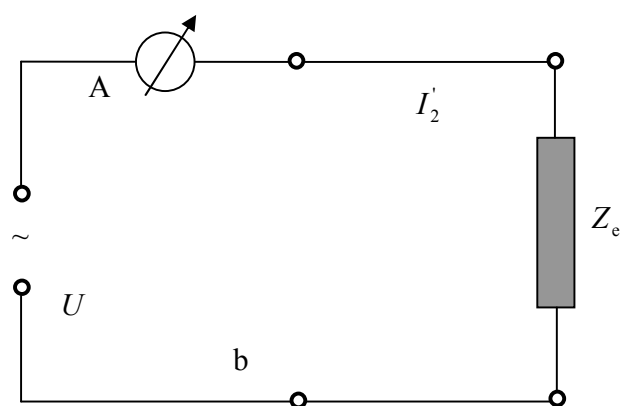
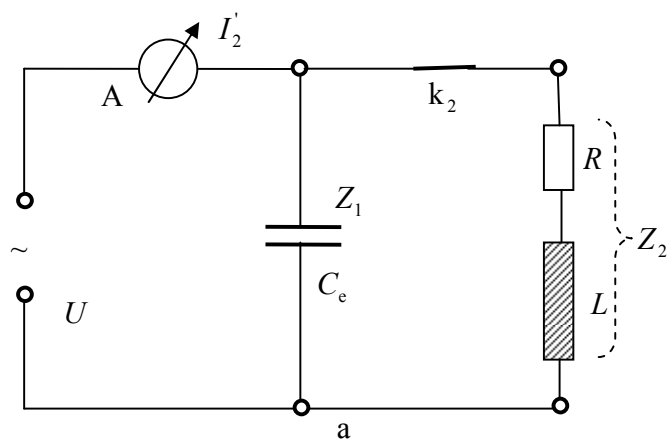


Fig. 4

Dacă impedanțelor reale ale elementelor rețelei li se asociază, după reguli cunoscute, impedanțe complexe, utilizând și schema echivalentă b din figura 4, rezultă:

$\bar{Z}_e = \frac{\bar{Z}_1 \bar{Z}_2}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2};$ $\bar{Z}_1 = -jX_e; \bar{Z}_2 = R + jX_L;$ $\bar{Z}_e = \frac{-jX_e(R + jX_L)}{-jX_e + R + jX_L} = \frac{X_e X_L - jRX_e}{R + j(X_L - X_e)};$ $\bar{Z}_e = \frac{RX_e^2 - jX_e[R^2 + X_L(X_L - X_e)]}{R^2 + (X_L - X_e)^2};$ $X_e = \frac{1}{\omega C_e} = \frac{1}{2\omega C} = \frac{X_C}{2} = \frac{2X_L}{2};$ $X_e = X_L;$ $\bar{Z}_e = \frac{X_L^2}{R} - jX_L;$ $Z_e = \frac{U}{I_2'};$ $Z_e^2 = \frac{X_L^4}{R^2} + X_L^2 = \frac{U^2}{I_2'^2};$ $\frac{X_L^4}{R^2} = \frac{U^2}{I_2'^2} - X_L^2;$ $R = \frac{X_L^2}{\sqrt{\left(\frac{U}{I_2'}\right)^2 - X_L^2}};$ $R = \frac{\omega^2 L^2}{\sqrt{\left(\frac{U}{I_2'}\right)^2 - \omega^2 L^2}}; 2\omega L = \frac{U}{I_1}; \omega L = \frac{U}{2I_1};$ $R = \frac{\left(\frac{U}{2I_1}\right)^2}{\sqrt{\left(\frac{U}{I_2'}\right)^2 - \left(\frac{U}{2I_1}\right)^2}}; R = \frac{\left(\frac{U}{I_1'}\right)^2}{\sqrt{\left(\frac{U}{I_2'}\right)^2 - \left(\frac{U}{I_1'}\right)^2}}.$																				
3) Se repetă experimentul pentru diferite valori ale lui U, aceleași cu cele anterioare. Se completează tabelele alăturate. Tabelul 2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr. det.</th><th>U (V)</th><th>I_1 (mA)</th><th>$I_1' \approx 2I_1$ (mA)</th><th>I_2' (mA)</th><th>$\left(\frac{U}{I_1'}\right)^2$</th><th>$\left(\frac{U}{I_2'}\right)^2$</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>1,00</td><td>3,2</td><td>6,5</td><td>4,5</td><td>23.668,63</td><td>49.382,71</td></tr> </tbody> </table>							Nr. det.	U (V)	I_1 (mA)	$I_1' \approx 2I_1$ (mA)	I_2' (mA)	$\left(\frac{U}{I_1'}\right)^2$	$\left(\frac{U}{I_2'}\right)^2$	1	1,00	3,2	6,5	4,5	23.668,63	49.382,71
Nr. det.	U (V)	I_1 (mA)	$I_1' \approx 2I_1$ (mA)	I_2' (mA)	$\left(\frac{U}{I_1'}\right)^2$	$\left(\frac{U}{I_2'}\right)^2$														
1	1,00	3,2	6,5	4,5	23.668,63	49.382,71														

2	2,00	6,5	13,4	9,3	22.276,67	46.248,12
3	3,00	9,6	19,3	13,1	24.161,72	52.444,49
4	4,00	12,8	25,7	17,3	24.224,43	53.459,85
5	5,00	16,1	32,4	21,6	23.814,96	53.583,67
6	6,00	19,2	38,3	25,7	24.541,71	54.504,98
7	7,00	22,4	44,2	30,4	25.081,38	53.021,12
8	8,00	26,2	52,4	35,5	23.308,66	50.783,57
9	9,00	29,2	58,7	39,4	23.507,62	52.178,61
10	10,00	32,5	65,2	44,4	23.523,65	50.726,40

Tabelul 3

Nr. det.	$\sqrt{\left(\frac{U}{I_2'}\right)^2 - \left(\frac{U}{I_1'}\right)^2}$	$R = \frac{\left(\frac{U}{I_1'}\right)^2}{\sqrt{\left(\frac{U}{I_2'}\right)^2 - \left(\frac{U}{I_1'}\right)^2}}$	$R_{\text{mediu}} (\Omega)$
1	160,35 V/A	147,60 Ω	142,864 Ω
2	154,94	143,77	
3	168,17	143,67	
4	170,98	141,67	
5	172,53	138,03	
6	173,09	141,78	
7	167,15	150,05	
8	165,75	140,62	
9	169,32	138,83	
10	164,93	142,62	

Oficiu

1,00

