

LUCRAREA NR.3
STUDIUL CIRCUITELOR ELECTRICE LINIARE DE CURENT CONTINUU

1. SCOPUL LUCRĂRII

Verificarea pe cale experimentală a unor teoreme utilizate în rezolvarea circuitelor de c.c.: teoremele lui Kirchhoff, teorema superpoziției, teorema generatorului echivalent de tensiune (Thévenin), teorema generatorului echivalent de curent (Norton) într-un circuit electric liniar de c.c.

2. CONSIDERAȚII TEORETICE

Un circuit liniar de c.c. are ca elemente active surse de energie (tensiune, curent – independente (ideale sau reale), sau comandate) și ca elemente pasive, rezistoare.

2.1 Teoremele lui Kirchhoff (TK)

Prima teoremă a lui Kirchhoff (TK I)

Se referă la intensitățile curenților și se aplică în noduri.

Enunț: Suma algebrică a intensității curenților laturilor dintr-un nod de rețea este nulă.

Obs. Se iau cu semnul plus curenții care ies din nod și cu semnul minus curenții care intră în nod.

$$\sum_{k \in q} \pm I_k = 0 \quad (2.1)$$

A doua teoremă a lui Kirchhoff (TK II)

Se referă la tensiuni și se aplică pe ochiurile circuitului.

Enunț: Suma algebrică a tensiunilor electromotoare ale surselor în lungul unui ochi de rețea este egală cu suma algebrică a căderilor de tensiune din laturile ochiului.

$$\sum_{k \in O} \pm E_k = \sum_{k \in O} \pm R_k I_k + \sum_{k \in O} \pm U_{gk} \quad (2.2)$$

U_{gk} - tensiunea la bornele surselor de curent

Obs. În această sumă algebrică se ia semnul *plus* dacă sensul de parcurgere al ochiului coincide cu sensul surselor de tensiune electromotoare și cu sensul căderilor de tensiune (sau a intensităților curenților din laturile circuitului) și semnul *minus* în caz contrar.

2.2 Teorema superpoziției (a suprapunerii efectelor)

Enunț: Curentul electric dintr-o latură a unui circuit, în care există mai multe surse, este egal cu suma algebrică a curenților produși în acea latură de fiecare sursă în parte, dacă ar acționa singură în circuit, celelalte fiind scurtcircuitate sau înlocuite cu rezistența lor interioară ($r_i \neq 0$).

$$I_j = \sum_{k=1}^l \pm I_{jk}, \quad j = \overline{1, l} \quad (2.3)$$

Obs. Se ia semnul (+) dacă sensul curentului I_{jk} , $j = \overline{1, l}$ coincide cu cel al curentului I_j și (-) în caz contrar.

2.3 Metode de rezolvare a circuitelor de c.c. cu obținerea răspunsului pe o singură latură

Foarte frecvent, în circuitele electrice complexe, interesează determinarea curentului sau a tensiunii numai pe o singură latură sau la bornele unei singure laturi a circuitului.

Pentru aceasta se recurge la metode care determină numai un curent sau numai o tensiune din circuit, aceste metode fiind bazate pe teoremele generatoarelor echivalente (de tensiune – Thévenin sau de curent – Norton).

a. Teorema generatorului echivalent de tensiune (Thévenin)

Enunț: Intensitatea curentului dintr-o latură pasivă de circuit este egală cu raportul dintre tensiunea de la bornele laturii la mers în gol și suma dintre rezistența laturii și rezistența circuitului pasivizat.

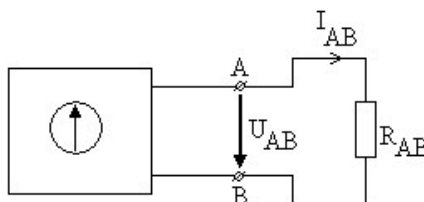


Fig. 2.1 Circuit electric cu o latură pasivă

$$I_{AB} = \frac{U_{AB_0}}{R_{AB} + R_{AB_0}} \quad (2.4)$$

R_{AB} - rezistența laturii; R_{AB_0} - rezistența rețelei pasivizate

U_{AB_0} - tensiunea între bornele A și B în ipoteza că $R_{AB} \rightarrow \infty$.

b) Teorema generatorului echivalent de curent (Teorema lui Norton)

Enunț: Tensiunea la bornele unei laturi pasive de circuit este egală cu raportul dintre intensitatea curentului de scurtcircuit din acea latură și suma dintre conductanța laturii și conductanța circuitului pasivizat.

$$U_{AB} = \frac{I_{AB}^s}{G_{AB} + G_{AB_0}}$$

$$I_{AB}^s = I_{AB} \Big|_{R_{AB} = 0} = \frac{U_{AB_0}}{R_{AB_0}}$$

$$G_{AB} = \frac{1}{R_{AB}}, \quad G_{AB_0} = \frac{1}{R_{AB_0}}$$

Se consideră circuitul electric liniar de c.c. din fig. 2.1 pentru care se cunosc: $R_1 = \dots\dots\dots \Omega$, $R_2 = \dots\dots\dots \Omega$, $R_3 = \dots\dots\dots \Omega$, $E_1 = \dots\dots\dots V$ și $E_2 = \dots\dots\dots V$.

Circuitul are: $n=2$ noduri, $l=3$ laturi și $o=2$ ochiuri fundamentale.

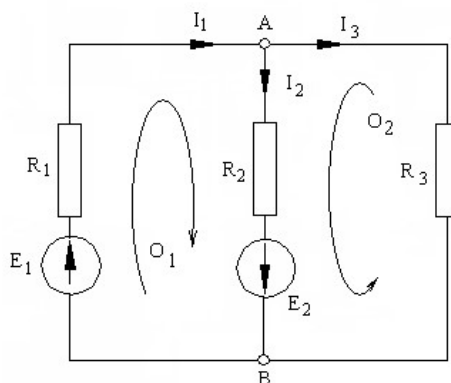


Fig. 2.2 Schema electrică a circuitului studiat

3. MONTAJUL ȘI APARATURA NECESARĂ

Se va realiza montajul din fig. 2.3 care cuprinde:

E_1, E_2 - surse de tensiune de c.c. stabilizate între 0-40 V;

R_1, R_2, R_3 - rezistoare;

A_1, A_2, A_3 - ampermetre de c.c.;

V_1, V_2, V_3, V - voltmetre de c.c.;

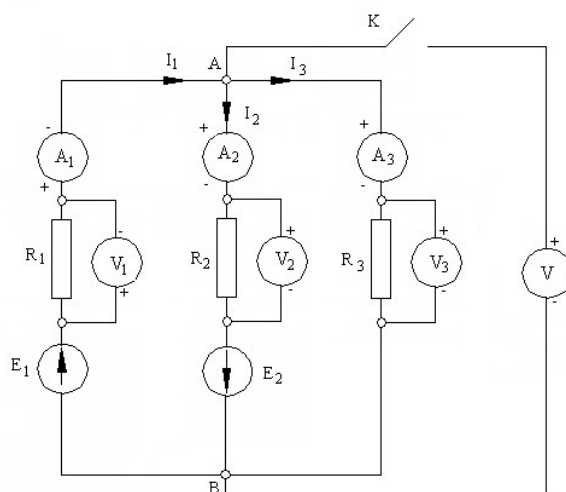


Fig. 2.3 Schema de montaj pentru studiul circuitelor electrice liniare de c.c.

4. DESFĂȘURAREA LUCRĂRII

Se realizează schema de montaj din fig. 2.3. Valorile curenților I_1, I_2, I_3 citite la ampermetre se vor trece în tabelele 2.1 și 2.2, iar curentul I_3 se va trece și în tabelul 2.3.

Valorile tensiunilor U_1, U_2, U_3 citite la voltmetre se vor trece în tabelul 2.2, iar tensiunea U_{AB} se va trece în tabelul 2.3.

Pentru fiecare montaj în parte se va determina U_{ABO} (în gol, lăsând latura cu R_3 neconectată) și $I_{AB\ sc.}$ (în scurtcircuit, legând în paralel cu R_3 un fir conductor) și se vor trece în tabelul 2.3. Se pasivizează în final circuitul și se măsoară rezistența echivalentă a circuitului pasivizat R_{ABO} , care se trece în tabelul 2.3.

UNST POLITEHNICA București, Centrul Universitar Pitești – FECC
SUPORT SCRIS LABORATOR
Studiul circuitelor electrice liniare de curent continuu

Tabelul 2.1 – Verificarea TK I și TS

Cazul studiat	E ₁	E ₂	I ₁	I ₂	I ₃	Verificare T.K.I (pe linii) $\sum_{k \in q} \pm I_k = 0$
	[V]	[V]	[mA]	[mA]	[mA]	
E ₁ , E ₂ generatoare			I ₁	I ₂	I ₃	-I ₁ + I ₂ + I ₃ = 0
E ₁ = generator, E ₂ = 0			I ₁₁	I ₂₁	I ₃₁	-I ₁₁ + I ₂₁ + I ₃₁ = 0
E ₁ = 0, E ₂ generator			I ₁₂	I ₂₂	I ₃₂	-I ₁₂ + I ₂₂ + I ₃₂ = 0
Verificarea T.S. (pe coloane) $I_j = \sum_{k=1}^2 \pm I_{jk}, \quad j = \overline{1,3}$	X	X	I ₁ = I ₁₁ + I ₁₂	I ₂ = I ₂₁ + I ₂₂	I ₃ = I ₃₁ + I ₃₂	X

Tabelul 2.2 – Verificarea TK II

Valori măsurate											Valori calculate		
E ₁	E ₂	R ₁	R ₂	R ₃	I ₁	I ₂	I ₃	U ₁	U ₂	U ₃	U ₁ = R ₁ I ₁	U ₂ = R ₂ I ₂	U ₃ = R ₃ I ₃
[V]	[V]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[A]	[A]	[A]	[V]	[V]	[V]	[V]	[V]	[V]
Verif. T.K.II, val. măsurate pentru căderile de tensiune	$E_1+E_2=U_1+U_2$						Verif. T.K.II, val. măsurate pentru curenți și calculate pentru căderile de tensiune	$E_1+E_2=R_1I_1+R_2I_2$					
					
	$E_2=U_2-U_3$							$E_2=R_2I_2-R_3I_3$					
					

UNST POLITEHNICA București, Centrul Universitar Pitești – FECC
SUPORT SCRIS LABORATOR
Studiul circuitelor electrice liniare de curent continuu

Tabelul 2.3 – Verificarea teoremelor generatoarelor echivalente

Cazul studiat	Valori măsurate					Valori calculate					
	U_{AB}	$I_{AB}=I_3$	U_{AB0}	$I_{AB\ sc.}$	R_{AB0}	R_{AB}	G_{AB}	R_{AB0}	G_{AB0}	I_{AB}	U_{AB}
	[V]	[mA]	în gol [V]	în scurt [mA]	[Ω]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[mA]	[V]
$E_1 = \dots V$											
$E_2 = \dots V$											
$E_1 = \dots V$											
$E_2 = 0\ V$											
$E_1 = 0\ V$											
$E_2 = \dots V$											

!!! Atenție la unitățile de măsură ale mărimilor precizate în tabele (în relațiile de calcul se utilizează numai unități fundamentale).

Valori calculate: $R_{AB} = \frac{U_{AB}}{I_{AB}}$, $G_{AB} = \frac{1}{R_{AB}}$, $R_{AB0} = \frac{U_{AB0}}{I_{ABsc}}$, $G_{AB0} = \frac{1}{R_{AB0}}$, $I_{AB} = \frac{U_{AB0}}{R_{AB} + R_{AB0}}$ și

$$U_{AB} = \frac{I_{ABsc}}{G_{AB} + G_{AB0}}.$$

Erori: $\varepsilon_T = \frac{I_{ABcalc} - I_{ABmas}}{I_{ABmas}} \cdot 100 [\%]$ și $\varepsilon_N = \frac{U_{ABcalc} - U_{ABmas}}{U_{ABmas}} \cdot 100 [\%]$

5. CONȚINUTUL REFERATULUI

5.1 Se va desena schema de montaj și se vor preciza teoremele verificate.

5.2 Se vor completa tabelele de mai sus, se vor face observații și interpretări asupra valorilor mărimilor măsurate, și se vor calcula erorile.