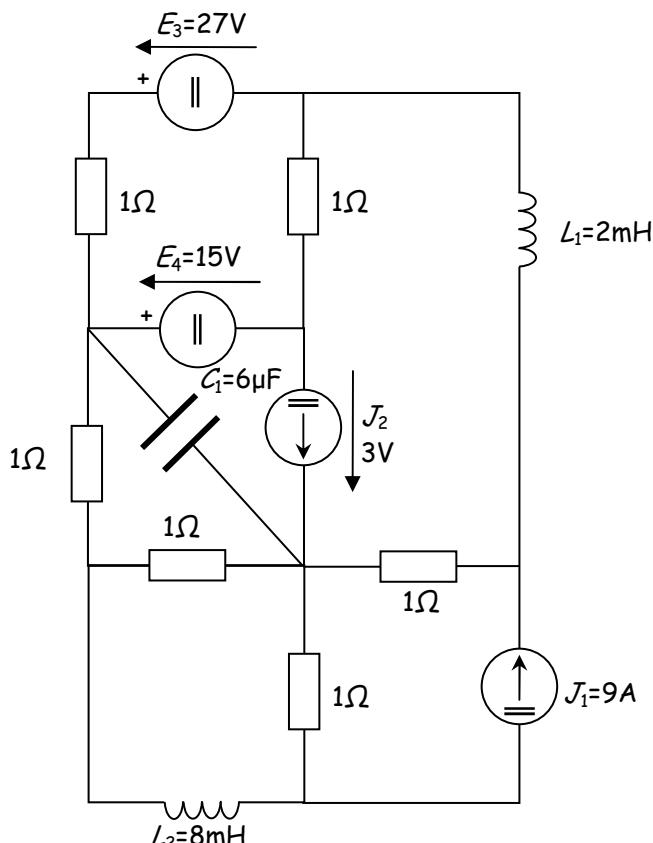


Korronte zuzena, 9. ariketa

Irudiko zirkuituan badakigu J_2 iturriaren borneen arteko tensioa 3V-koa dela.

Zehaztu:

- 1 Adar guztietako korronteak.
- 2 J_2 ez ezik gainontzeko iturrien izaera eta potentzia.
- 3 Harilei eta kondentsadoreari loturiko energia.
- 4 Potentziaren balantza.

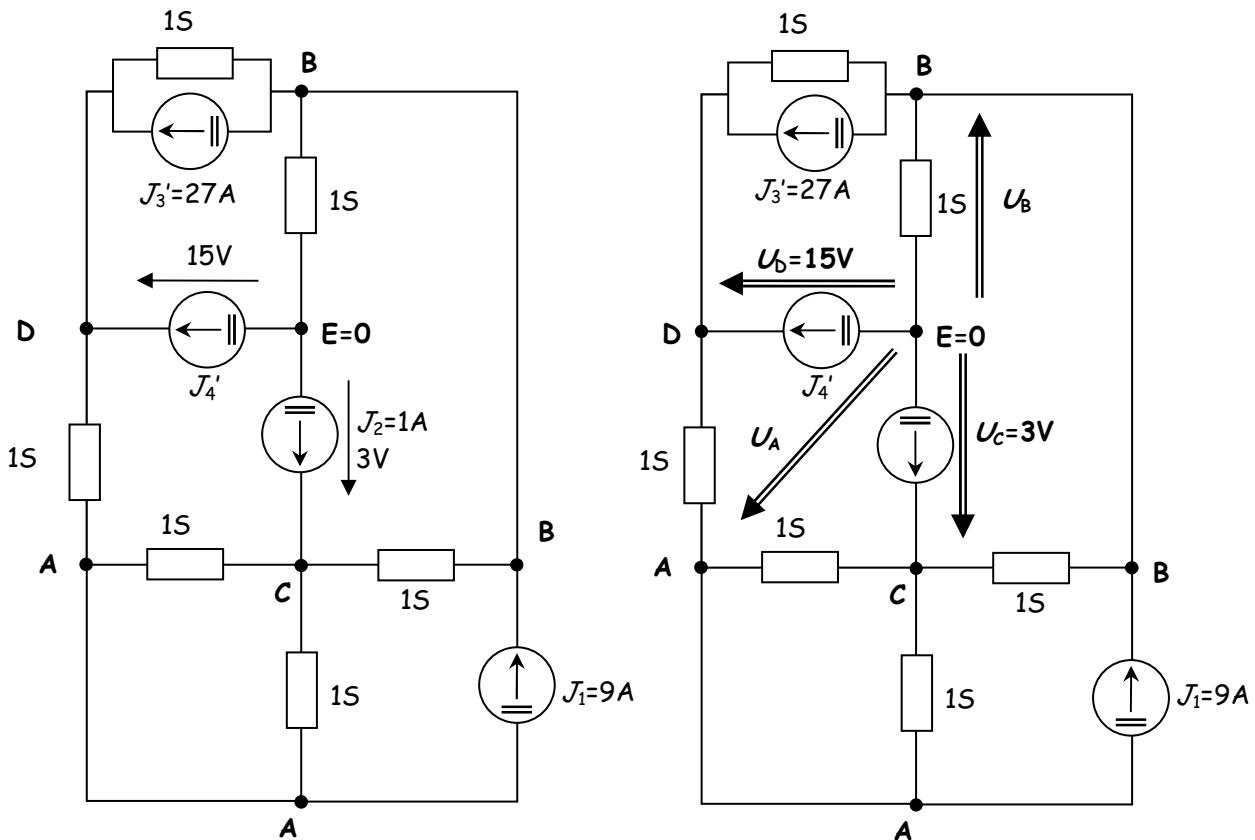


EBAZPENA:

Gauzak argiago ikustearren lehenengo zirkuituko elementu metatzaleak ezabatuko ditugu. **Korapiloen** metodoa erabiliko dugu zirkuitua ebazteko. Metodoa aplikatu ahal izateko, E_3 tensio-iturri erreala, J_3' , korronte-iturri erreal bihurtuko dugu. E_4 iturria ere korronte-iturri bihurtu beharko genuke, baina ideala denez, zirkuituaren geometria eraldatu beharko genuke, hori ekiditeko **ordezkarenaren erregela** aplikatuko dugu eta tensio-iturria balio ezezaguneko korronte-iturri ideal batez ordeztu, non bere tensioa ezaguna den: 15V.

J_2 iturriaren borneen arteko tensioa ezaguna da: 3V, eskeman duen polaritatearekin, noski.

Zirkuituak 5 korapilo ditu, eta E korapiloa, erreferentzia-korapilo gisa hartuko dugu U_{CE} eta U_{BE} ezagunak direlako. E korapiloa erreferentziakoa denez, aipatutako tensio horiek matrize-sisteman agertuko dira eta korronteak erraz ebatzi ahal izango ditugu, ikus dezagun:



Matrize-sistema:

$$\begin{bmatrix} 3 & 0 & -2 & -1 \\ 0 & 3 & -1 & -1 \\ -2 & -1 & 3 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C = 3 \\ U_D = 15 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -9 \\ 9 - 27 \\ J_2 \\ J_4 + 27 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -9 \\ -18 \\ J_2 \\ J_4 + 27 \end{bmatrix}$$

Ebazpen metodoa Cramer bada, 4×4 -ko determinanteak ebatzi beharko ditugu, eta ezingo dugu Sarrus erabili, adjuntuen bidez ebatzikorako determinante horiek.

$$\Delta Y = \begin{vmatrix} 3 & 0 & -2 & -1 \\ 0 & 3 & -1 & -1 \\ -2 & -1 & 3 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 2 \end{vmatrix} = 3 \begin{vmatrix} 3 & -1 & -1 \\ -1 & 3 & 0 \\ -1 & 0 & 2 \end{vmatrix} - 2 \begin{vmatrix} 0 & 3 & -1 \\ -2 & -1 & 0 \\ -1 & -1 & 2 \end{vmatrix} + 1 \begin{vmatrix} 0 & 3 & -1 \\ -2 & -1 & 3 \\ -1 & -1 & 0 \end{vmatrix} =$$

$$\Delta Y = 3(18 - 3 - 2) - 2(-2 + 1 + 12) + 1(-9 - 2 + 1) = 39 - 22 - 10 = 7$$

Tentsioen balio ezagunen ekuazioak planteatuko ditugu J_4 eta J_2 ebatzi ahal izateko. Bi ekuazio eta bi ezezaguneko sistema planteatuko dugu, ordezkapen metodoaz ebatzikoa.

U_D zehazteko ekuazioa planteatuko dugu:

$$U_D = 15 = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 0 & -2 & -9 \\ 0 & 3 & -1 & -18 \\ -2 & -1 & 3 & J_2 \\ -1 & -1 & 0 & J_4 + 27 \end{vmatrix}}{\Delta Y} = \frac{9 \begin{vmatrix} 0 & 3 & -1 \\ -2 & -1 & 3 \\ -1 & -1 & 0 \end{vmatrix} - 18 \begin{vmatrix} 3 & 0 & -2 \\ -2 & -1 & 3 \\ -1 & -1 & 0 \end{vmatrix} + (J_4 + 27) \begin{vmatrix} 3 & 0 & -2 \\ 0 & 3 & -1 \\ -1 & -1 & 0 \end{vmatrix}}{7} =$$

$$105 = 9(-9 - 2 + 1) - 18(-4 + 2 + 9) - J_2(-6 - 3) + (J_4 + 27)(27 - 12 - 3) = -90 - 126 + 9J_2 + 12J_4 + 324$$

$$-3 = 12J_4 + 9J_2$$

U_C -ren ekuazioa ere planteatuko dugu:

$$U_C = 3 = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 0 & -9 & -1 \\ 0 & 3 & -18 & -1 \\ -2 & -1 & J_2 & 0 \\ -1 & -1 & J_4 + 27 & 2 \end{vmatrix}}{\Delta Y} = \frac{-9 \begin{vmatrix} 0 & 3 & -1 \\ -2 & -1 & 0 \\ -1 & -1 & 2 \end{vmatrix} + 18 \begin{vmatrix} 3 & 0 & -1 \\ -2 & -1 & 0 \\ -1 & -1 & 2 \end{vmatrix} + J_2 \begin{vmatrix} 3 & 0 & -1 \\ 0 & 3 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{vmatrix} - (J_4 + 27) \begin{vmatrix} 3 & 0 & -1 \\ 0 & 3 & -1 \\ -2 & -1 & 0 \end{vmatrix}}{7} =$$

$$21 = -9(-2 + 1 + 12) + 18(-6 - 2 + 1) + J_2(18 - 3 - 3) - (J_4 + 27)(-6 - 3) = -99 - 126 + 12J_2 + 9J_4 + 243$$

$$3 = 9J_4 + 12J_2$$

Ebatzi beharreko sistema:

$$\begin{cases} -3 = 12J_4 + 9J_2 \\ 3 = 9J_4 + 12J_2 \end{cases} \rightarrow J_4 = \frac{3 - 12J_2}{9}$$

Lehen ekuazioan bigarren ekuaziotik lortu den J_4 -ren balioa ordeztuz, J_2 lortzen da:

$$-3 = 12 \cdot \frac{3 - 12J_2}{9} + 9J_2 = 4 - 16J_2 + 9J_2 = -7J_2 + 4 \rightarrow J_2 = \frac{-3 - 4}{-7} = 1A$$

$$J_4 = \frac{3 - 12 \cdot 1}{9} = -1A$$

J_4 -ren balio lortuko dugu azkenik.

$$J_4 = \frac{3 - 12 \cdot 1}{9} = -1A$$

Jarri oraindik lortu ez ditugun korapiloetako beste bi tentsioak zehaztuko ditugu:

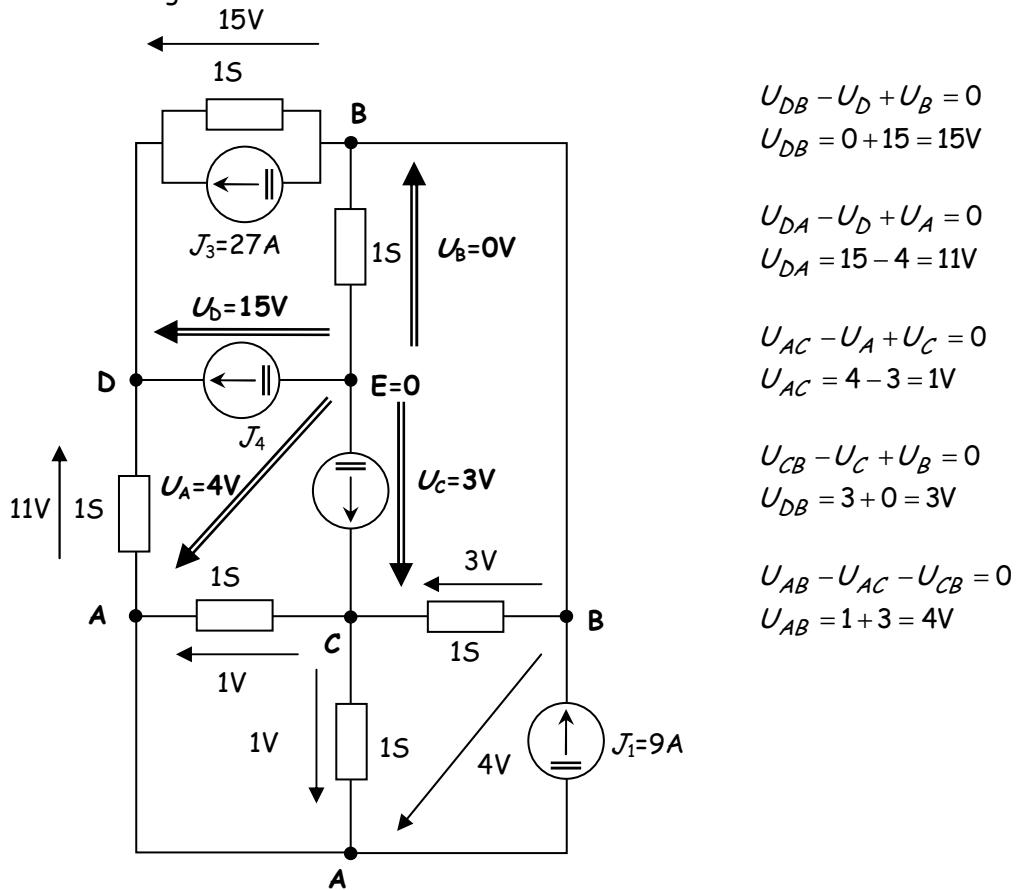
$$U_A = \frac{\begin{vmatrix} -9 & 0 & -2 & -1 \\ -18 & 3 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 3 & 0 \\ 26 & -1 & 0 & 2 \end{vmatrix}}{\Delta Y} = \frac{1 \begin{vmatrix} -18 & 3 & -1 \\ 26 & -1 & 0 \end{vmatrix} - 9 \begin{vmatrix} 0 & -2 \\ 26 & -1 \end{vmatrix} + 2 \begin{vmatrix} -9 & 0 & -2 \\ 26 & -1 & 0 \end{vmatrix}}{7} =$$

$$\frac{1(234 + 1 - 26 - 54) - 1(2 - 52 - 27) + 2(-81 - 36 + 6 + 9)}{7} = \frac{155 + 77 - 204}{7} = \frac{28}{7} = 4V$$

$$U_B = \frac{\begin{vmatrix} 3 & -9 & -2 & -1 \\ 0 & -18 & -1 & -1 \\ -2 & 1 & 3 & 0 \\ -1 & 26 & 0 & 2 \end{vmatrix}}{\Delta Y} = \frac{\begin{vmatrix} 0 & -18 & -1 \\ -2 & 1 & 3 \\ -1 & 26 & 0 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} 3 & -9 & -2 \\ -2 & 1 & 3 \\ -1 & 26 & 0 \end{vmatrix} + 2 \begin{vmatrix} 3 & -9 & -2 \\ 0 & -18 & -1 \\ -2 & 1 & 3 \end{vmatrix}}{7} =$$

$$\frac{1(54+52-1) - 1(27+104-2-234) + 2(-162-18+72+3)}{7} = 0V$$

Adar guztiako tensioak:



Sistema ebatzterako orduan Cramer erabili beharrean lerroak garatu izan bagenitu, askoz lan gutxiagorekin tentsioak eta korronteak ebatzi ahal izango genituen. Ikus dezagun:

$$\left[\begin{array}{cccc} 3 & 0 & -2 & -1 \\ 0 & 3 & -1 & -1 \\ -2 & -1 & 3 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 2 \end{array} \right] \cdot \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C = 3 \\ U_D = 15 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -9 \\ 9 - 27 \\ J_2 \\ J_4 + 27 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -9 \\ -18 \\ J_2 \\ J_4 + 27 \end{bmatrix}$$

LEHEN LERROA

$$3U_A - 2 \cdot 3 - 1 \cdot 15 = -9 \rightarrow U_A = \frac{-9 + 15 + 6}{3} = 4V$$

BIGARREN LERROA

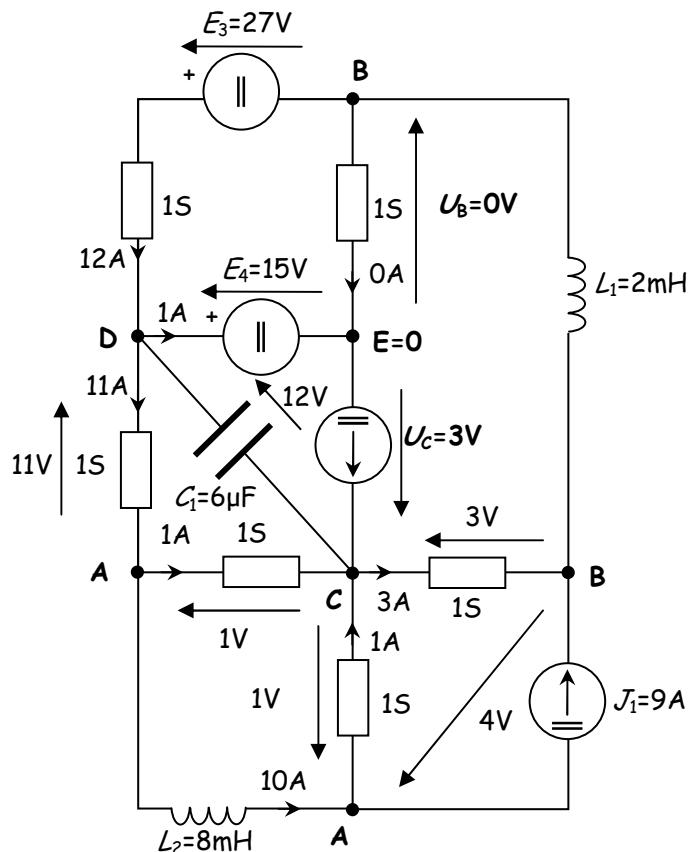
$$3U_B - 1 \cdot 3 - 1 \cdot 15 = -18 \rightarrow U_B = \frac{-18 + 15 + 3}{3} = 0V$$

HIRUGARREN LERROA

$$-2U_A - U_B + 3 \cdot 3 = J_2 \rightarrow -2 \cdot 4 - 0 + 9 = J_2 = 1A$$

LAUGARREN LERROA

$$-1U_A - 1U_B + 2 \cdot 15 = J_4 + 27; \quad -1 \cdot 4 + 2 \cdot 15 = J_4 + 27 \rightarrow J_4 = -4 + 30 - 27 = -1A$$

1 Adarretako korronteak:**2 Iturrien izaera eta potentzia totala.**

E_3 iturria SORGAILU gisa dihardu.

$$P_{E3} = 27 \cdot 12 = 324W$$

E_4 iturria HARGAILU gisa dihardu.

$$P_{E4} = 15 \cdot 1 = 15W$$

J_1 iturria HARGAILU gisa dihardu.

$$P_{J4} = 9 \cdot 4 = 36W$$

3 Kondensadore eta harilei loturiko energia.

$$W_{L1} = \frac{1}{2} L_1 \cdot I_{L1}^2 = \frac{1}{2} 2 \cdot 10^{-3} \cdot 12^2 = 144 \text{ mJ}$$

$$W_{L2} = \frac{1}{2} L_2 \cdot I_{L2}^2 = \frac{1}{2} 8 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 = 0,4 \text{ J}$$

$$W_C = \frac{1}{2} C \cdot U_{DC}^2 = \frac{1}{2} 6 \cdot 10^{-6} \cdot 12^2 = 432 \mu\text{J}$$

4 Potentzieng balantza.

Potentzia sortua: $P_{J1} + P_{E3} = 3 + 27 \cdot 12 = 3 + 324 = 327 \text{ W}$

Potentzia xahutua: $P_{J1} + P_{E4} + P_R = 9 \cdot 4 + 15 \cdot 1 + 12^2 + 11^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 = 327 \text{ W}$