

## LABORATOR 3

### Simularea de curent continuu. Circuite cu surse comandate în curent continuu

#### 1. Introducere în sursele comandate

Cele patru tipuri de surse comandate generează multipli ai tensiunii sau ai curentului de comandă. Se pot însă modela și surse comandate care să fie funcții neliniare mai complicate de mai multe tensiuni și/sau curenți de comandă. În continuare ne vom concentra însă numai asupra surselor de bază comandate liniar.

Pentru identificarea laturilor de comandă ale surselor comandate în curent, se introduc surse ideale independente de tensiune cu valorile tensiunii electromotoare egale cu 0. Această tensiune se pune pe latura curentului de comandă, în sens invers curentului de comandă. Această sursă reprezintă un element în plus, deci va determina apariția unui nod suplimentar. Dacă totuși se întâmplă ca în latura de comandă să avem deja o sursă de tensiune independentă, o putem folosi în locul sursei suplimentare.

Circuitele cu surse comandate nu respectă teorema reciprocității și de aceea se numesc și nereciproce.

#### **Teorema reciprocității:**

*Curentul electric produs într-o latură  $j$  a unei rețele electrice liniare de o sursă de tensiune situată într-o latură  $k$ , fără să mai existe alte surse în rețea, este egal cu curentul pe care l-ar produce în latura  $k$  aceeași sursă de tensiune, situată în latura  $j$ , rezistențele laturilor rămânând neschimbate.*

#### 2. Sursa de tensiune comandată în tensiune

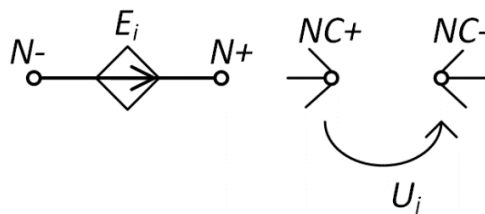


Fig. 2.1. Sursa de tensiune comandată în tensiune (latura comandată în stânga și latura de comandă în dreapta) – simbolizare conform standardului european

Ecuția de funcționare a acestei surse este:  $E_i = A * U_j$ , unde  $A$  este factorul de amplificare în tensiune (adimensional).

Iată cum se declară în Spice o astfel de sursă:

**E\_ nume N+ N- NC+ NC- valoare**

Prima literă din descrierea sursei de tensiune comandată în tensiune este "E". Aceasta este litera care trebuie să apară în prima coloană a fișierului \*.CIR unde se descrie componenta.

**N+ , N-** sunt nodurile între care este conectată sursa de tensiune (a laturii comandate).

**NC+ , NC-** sunt nodurile de conexiune ale tensiunii de comandă (latura de comandă).

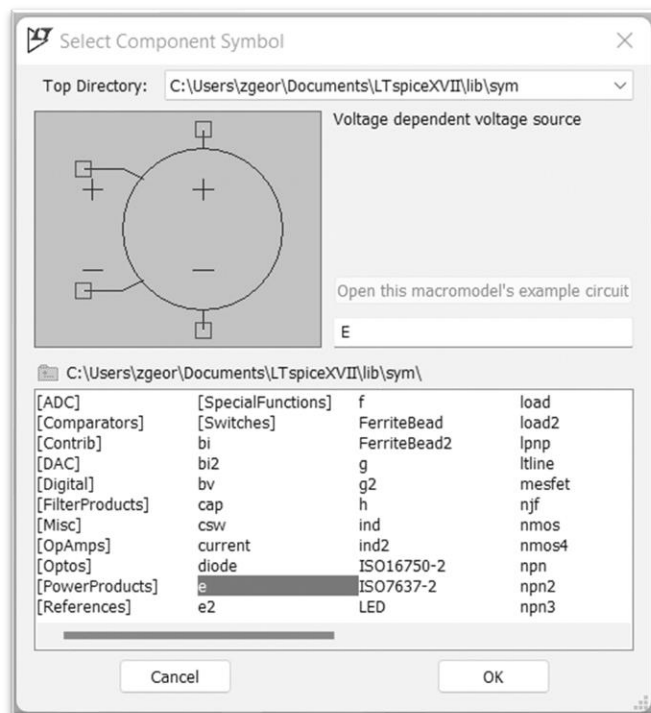


Fig. 2.2. Sursa de tensiune comandată în tensiune în LTSpice

În continuare sunt date câteva exemple de declarații de astfel de surse:

```
E1 12 14 21 13 14.0; factorul de amplificare este 14
E2 5 3 14 7 20
E2 5 3 7 14 -20; același lucru ca mai sus
E2 3 5 14 7 -20; același lucru ca mai sus
E2 3 5 7 14 20; același lucru ca mai sus
```

### 3. Sursa de tensiune comandată în curent

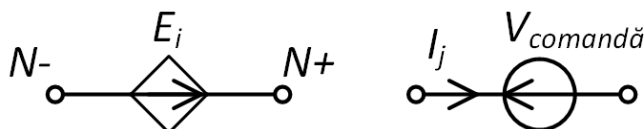


Fig. 2.3. Sursa de tensiune comandată în curent (latura comandată în stânga și latura de comandă în dreapta) – simbolizare conform standardului european

Ecuția de funcționare a acestei surse este:  $E_i = R_t * I_j$ , unde  $R_t$  este rezistența de transfer.

Sursa de tensiune comandată în curent generează o tensiune proporțională cu curentul  $I_j$  dintr-o ramură diferită a rețelei. Rezistența de transfer  $R_t$  măsurată în ohmi este multiplicată cu  $I_j$  măsurat în amperi pentru a genera tensiunea sursei comandate măsurată în volți. Ramura de comandă nu se poate specifica prin nodurile sale. De aceea, așa cum s-a menționat și în observația din introducere, trebuie introdusă o sursă de tensiune independentă de valoare 0, în serie cu ramura ce conține curentul de comandă astfel încât curentul de comandă să fie în sens invers față de sursă. Dacă totuși se întâmplă ca în latura de comandă să existe deja o sursă de tensiune independentă, ea poate fi folosită în locul sursei suplimentare (dacă este necesar, se poate folosi un semn minus pentru a obține polaritatea corectă).

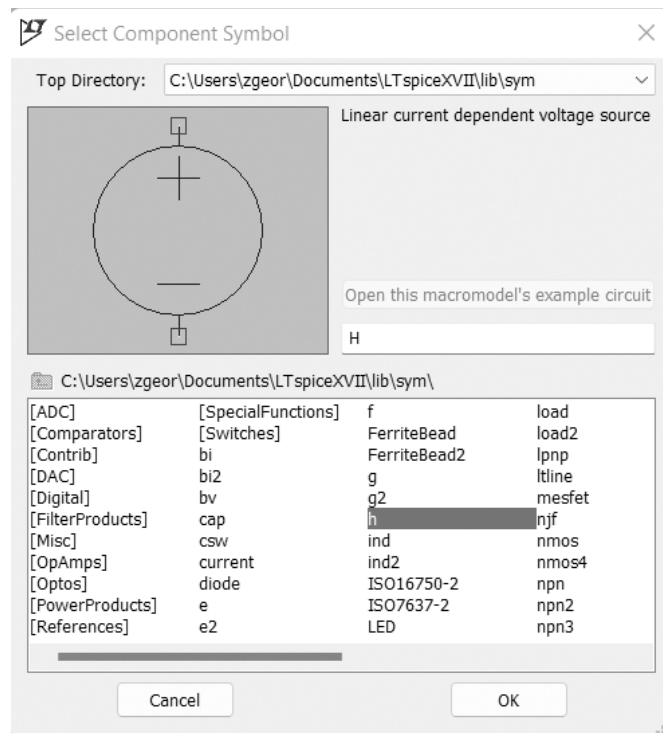


Fig. 2.4. Sursa de tensiune comandată în curent în LTSpice

Iată cum se declară în Spice o astfel de sursă:

```
H_ume N+ N- V_comandă valoare
```

Prima literă din descrierea sursei de tensiune comandată în tensiune este "H". Aceasta este litera care trebuie să apară în prima coloană a fișierului \*.CIR unde se descrie componenta.

**N+**, **N-** sunt nodurile între care este conectată sursa de tensiune (a laturii comandate).

**V\_comandă** este sursa ideală de tensiune care identifică latura de comandă, al cărei curent comandă sursa de tensiune **H\_ume**.

**valoare** - este valoarea rezistenței de transfer  $R_t$ .

În continuare sunt date câteva exemple de declarații de astfel de surse:

```
Hvx 10 6 Vhx 25
Vhx 70 56 0V; comandă sursa Hvx
Hab 5 0 V20 125
```

```

V20 7 2 0V; comandă sursa Hab
HAL 10 6 V_3 10
V_3 3 5 20; sursa reală (diferită de 0) ce comandă sursa HAL

```

#### 4. Sursa de curent comandată în tensiune

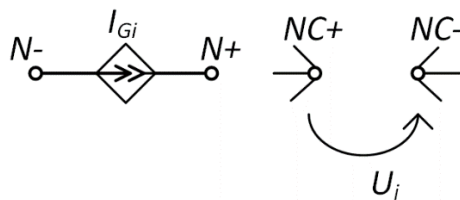


Fig. 2.5. Sursa de curent comandată în tensiune (latura comandată în stânga și latura de comandă în dreapta) – simbolizare conform standardului european

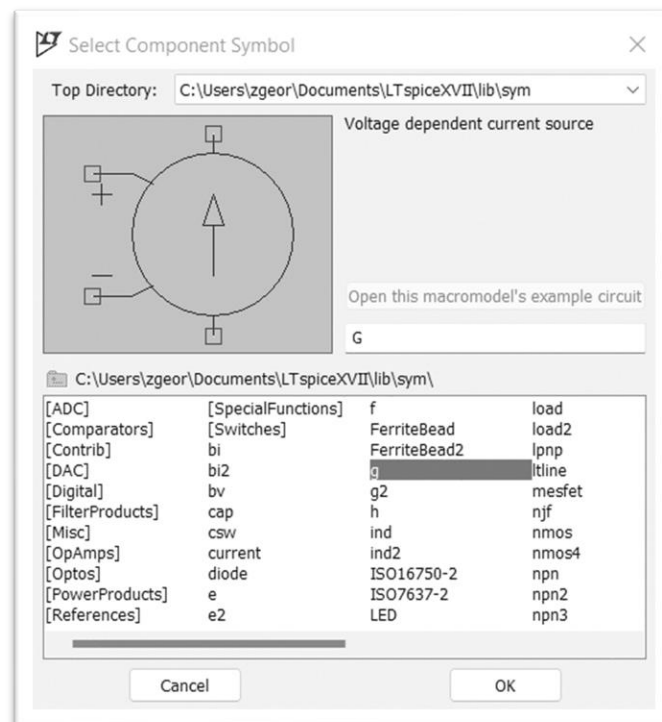


Fig. 2.6. Sursa de curent comandată în tensiune în LTSpice

Ecuția de funcționare a acestei surse este:  $I_{Gi} = G_t * U_j$ , unde  $G_t$  este conductanța de transfer și în Spice se declară astfel:

```

G_nume N- N+ NC+ NC- valoare

```

Prima literă din descrierea sursei de tensiune comandată în tensiune este "G". Aceasta este litera care trebuie să apară în prima coloană a fișierului \*.CIR unde se descrie componenta.

**N+**, **N-** sunt nodurile între care este conectată sursa de curent (a laturii comandate).

**NC+**, **NC-** sunt nodurile tensiunii de comanda.

**valoare** - este valoarea conductanței de transfer  $G_t$ .

În continuare sunt date câteva exemple de declarații de astfel de surse:

```
Glab 23 17 8 3 2.5
G1 12 9 1 0 4E-2
Grad 19 40 6 99 0.65
Grad 19 40 99 6 -0.65; același lucru ca mai sus
Grad 40 19 99 6 0.65; același lucru ca mai sus
```

## 5. Sursa de curent comandată în curent

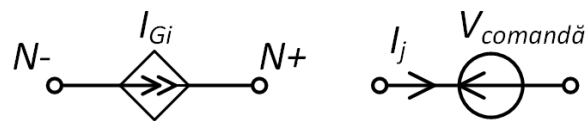


Fig. 2.7. Sursa de curent comandată în curent (latura comandată în stânga și latura de comandă în dreapta) – simbolizare conform standardului european

Ecuția de funcționare a acestei surse este:  $I_{gi} = B \cdot I_j$ , unde  $B$  este factorul de amplificare în curent (adimensional).

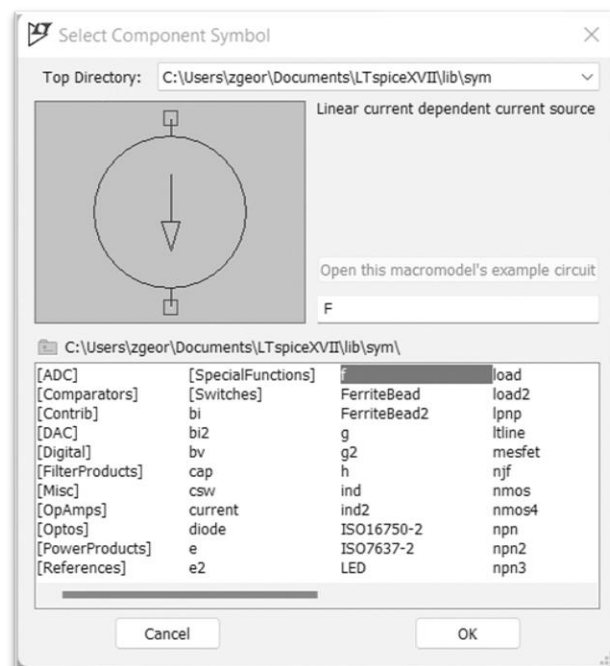


Fig. 2.8. Sursa de curent comandată în curent în LTSpice

Ramura de comandă nu se poate specifica prin nodurile sale. De aceea, așa cum s-a menționat și în observația din introducere, trebuie introdusă o sursă de tensiune independentă de valoare 0, în serie cu ramura ce conține curentul de comandă astfel încât curentul de comandă să fie în sens invers față de sursă. Dacă totuși se întâmplă ca în latura de comandă să

---

existe deja o sursă de tensiune independentă, ea poate fi folosită în locul sursei suplimentare (dacă este necesar, se poate folosi un semn minus pentru a obține polaritatea corectă).

Iată cum se declară în Spice o astfel de sursă:

```
F_nume N- N+ V_comandă valoare
```

Prima literă din descrierea sursei de tensiune comandată în tensiune este "F". Aceasta este litera care trebuie să apară în prima coloană a fișierului \*.CIR unde se descrie componenta.

**N+**, **N-** sunt nodurile între care este conectată sursa de curent (a laturii comandate).

**V\_comandă** este sursa ideală de tensiune care identifică latura de comandă, al cărei curent comandă sursa de curent **F\_nume**.

**valoare** - este valoarea factorului de amplificare în curent B.

În continuare sunt date câteva exemple de declarații de astfel de surse:

```
Ftrn 81 19 Vctl 50.0  
Vctl 23 12 0; controlează Ftrn  
Fcrt 63 48 Vx 20.0  
Vx 33 71 0; controlează Fcrt  
F3 2 0 15.0  
V1 3 1 0; controlează F3
```

## 6. Probleme cu surse comandate

Să se afle folosind LTSpice curenții prin laturile următoarelor circuite (se vor folosi comenzile .DC și .PRINT DC ca în capitolul anterior):

a). Se dau:  $R_1=R_5=R_{21}=2\Omega$ ,  $R_2=1\Omega$ ,  $R_3=4\Omega$ ,  $J_4=4A$ ,  $E_1=12V$ ,  $E_3=4V$ ,  $E_2=R_{21}*I_1$

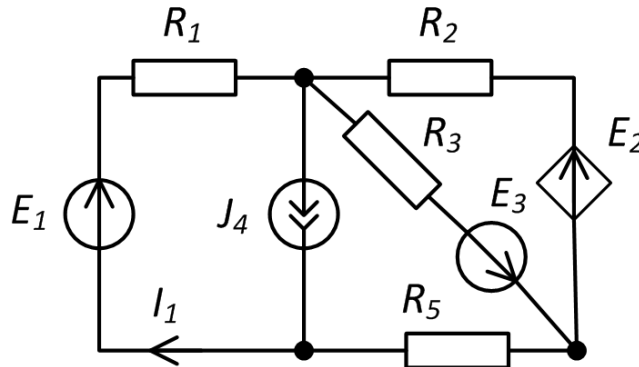


Fig. 2.9. Exercițiul 1

b). Se dau:  $R_1=5\Omega$ ,  $R_3=4\Omega$ ,  $R_4=3\Omega$ ,  $R_5=2\Omega$ ,  $E_1=78V$ ,  $J_2=6A$ ,  $E_3=0.5*U_{g2}$ ,  $J_5=0.5*I_4$

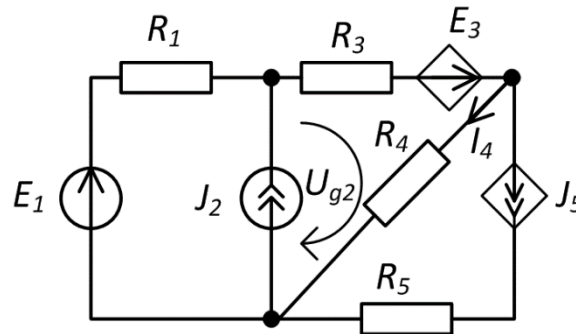


Fig. 2.10. Exercițiul 2

c). Se dau:  $R_1=R_2=R_3=R_4=2\Omega$ ,  $E_1=12V$ ,  $E_2=6V$ ,  $J_5=1*U_1$

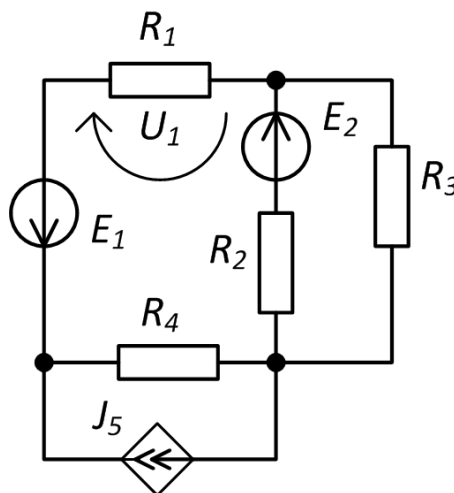


Fig. 2.11. Exercițiul 3