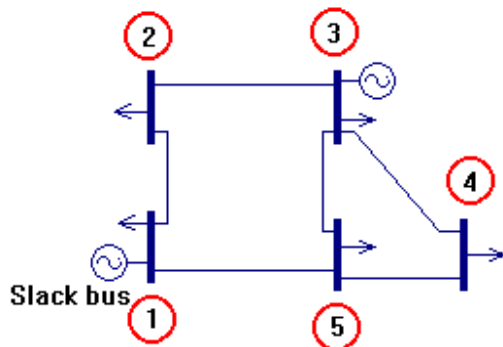


## Calculul circulației de puteri în SEE

### Etape de programare în mediu Mathcad

- I. Se inițializează indicii elementelor din tablourile de date de la valoarea 1:  
 $ORIGIN \equiv 1$
- II. Se consideră sistemul cu 5 noduri din figura de mai jos (Fig. 1).  
 Datele elementelor de sistem vor fi introduse compact sub formă de matrici.



**Fig. 1. Sistemul test**

Cu următoarele date:

1 – nod de echilibru:  $\underline{S}_{C1}=0,65+j0,30$

3 – nod generator:  $P_{G3}=1,8$ ;  $\underline{S}_{C3}=0,7+j0,4$

2, 4, 5 – noduri consumator:  $\underline{S}_{C2}=1,15+j0,60$ ;  $\underline{S}_{C4}=0,70+j0,30$ ;  $\underline{S}_{C5}=0,85+j0,40$ .

Legătura între nodurile sistemului este realizată cu linii electrice cu următorii parametri:

$\underline{Z}_{12}=0,042+j0,168$ ;  $\underline{Z}_{15}=0,031+j0,126=\underline{Z}_{23}$ ;  $\underline{Z}_{34}=0,084+j0,336$ ;  $\underline{Z}_{35}=0,053+j0,210$ ;

$\underline{Z}_{45}=0,063+j0,252$

$\underline{Y}_{12}=j0,004$ ;  $\underline{Y}_{15}=j0,028=\underline{Y}_{23}$ ;  $\underline{Y}_{34}=j0,08$ ;  $\underline{Y}_{35}=j0,048$ ;  $\underline{Y}_{45}=j0,12$ .

#### **Date linii și transformatoare**

Aceste date sunt introduse în tabloul (matricea) **Serie**. Fiecare transformator și linie ocupă în tablou câte o linie, pe coloane fiind repartizate următoarele valori:

**Nod plecare latură # = coloana 1**

**Nod sosire latură # = coloana 2**

**Impedanța longitudinală a elementului în u.r. = coloana 3**

**Admitanța transversală a elementului în u.r. = coloana 4**

Liniile electrice lungi sunt reprezentate cu ajutorul unor cuadripoli în schemă **Pi**.

Coloana 4 a tabloului **Serie** conține admitanța fiecărui element șunt Pi. În cazul transformatoarelor, această coloană reprezintă admitanța transversală sau poate fi neglijată (valoare 0).

Pentru rețeaua studiată matricea Serie va avea următoarea formă:

$$\text{Serie} := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0.042 + j \cdot 0.168 & j \cdot 0.020 \\ 1 & 5 & 0.031 + j \cdot 0.126 & j \cdot 0.014 \\ 2 & 3 & 0.031 + j \cdot 0.126 & j \cdot 0.014 \\ 3 & 4 & 0.084 + j \cdot 0.336 & j \cdot 0.04 \\ 3 & 5 & 0.053 + j \cdot 0.210 & j \cdot 0.024 \\ 4 & 5 & 0.063 + j \cdot 0.252 & j \cdot 0.06 \end{pmatrix}$$

### Date elemente șunt de rețea (ex. elemente reactive)

Sunt introduse într-un tablou **Shunt**. Coloanele acestei matrici corespund

**Nod # = coloana 1**

**Admitanța elementului în u.r. = coloana 2**

Dacă schema nu include elemente șunt, se va introduce orice număr de nod în prima coloană, iar pe cea de-a doua se va trece valoarea zero:  $\text{Shunt} := (1 \ 0)$

### Date noduri

Aceste date sunt introduse în tabloul **Nod**, fiecărui nod corespunzându-i câte o linie a acestei matrici, cu următoarele valori pe coloane:

	Nod#	$P_G$	$P_C$	$Q_C$	V	$\delta$	Tip nod
Coloana#							

unde

$P_G$  este puterea activă generată în nod [u.r.]

$P_C$  puterea activă consumată în nod [u.r.]

$Q_C$  puterea reactivă consumată în nod [u.r.]

V amplitudinea tensiunii în nod [u.r.]

Această mărime rămâne constantă pe durata procesului iterativ pentru nodul de echilibru și nodurile generator și i se alocă o valoare inițială pentru nodurile consumator.

$\delta$  argumentul tensiunii în nod [rad].

Este de obicei zero pentru nodul de echilibru. Valorile de pe această coloană sunt considerate inițial zero și pentru celelalte tipuri de noduri.

Pentru tipurile de noduri se alocă următoarele valori:

0 pentru nodul de echilibru, 1 pentru nodurile PV, 2 pentru nodurile PQ.

Primul nod introdus în matricea **Nod** este nodul de echilibru:

$$\text{Nod} := \begin{pmatrix} 1 & 0.0 & 0.65 & 0.30 & 1.04 & 0.0 & 0 \\ 2 & 0.0 & 1.15 & 0.6 & 0.961 & 0.0 & 2 \\ 3 & 1.80 & 0.70 & 0.40 & 1.02 & 0.0 & 1 \\ 4 & 0.0 & 0.70 & 0.3 & 0.92 & 0.0 & 2 \\ 5 & 0.0 & 0.85 & 0.40 & 0.968 & 0.0 & 2 \end{pmatrix}$$

III. Obținerea soluției problemei formulate presupune parcurgerea următorilor pași: inițializarea tablourilor asociate sistemului, a funcțiilor și indicilor, construirea matricii admitanțelor nodale, construirea și inversarea matricii Jacobian și obținerea iterativă a

soluției.

### III.1. Inițializare

Numărul de noduri:  $N\_nod := \text{rows}(\text{Nod})$

Numărul de elemente serie:  $N\_ser := \text{rows}(\text{Serie})$

Numărul de elemente șunt:  $N\_sh := \text{rows}(\text{Shunt})$

Se definesc tablouri auxiliare care includ terminalele laturilor și componentelor șunt ale sistemului și numărul și tipul fiecărui nod.

$I_s := \text{Re}(\text{Serie} \langle 1 \rangle)$

$J_s := \text{Re}(\text{Serie} \langle 2 \rangle)$

$I_{sh} := \text{Re}(\text{Shunt} \langle 1 \rangle)$

$I_t := \text{Re}(\text{Nod} \langle 7 \rangle)$

Se calculează injecțiile nete de putere în fiecare nod:

$i := 1 .. N\_nod$

$P_{ni} := \text{Nod}_{1,2} - \text{Nod}_{1,3}$

$Q_{ni} := -\text{Nod}_{1,4}$

Se inițializează vectorii de tensiune:

$V := \text{Nod} \langle 5 \rangle^T$

$V := V^T$

$\delta := \text{Nod} \langle 6 \rangle^T$

$\delta := \delta^T$

Se inițializează matricea Ynod.

$j := 1 .. N\_nod$

$Y_{nod_{i,j}} := 0.0$

### III.2. Construirea matricei Ynod

$m := 1 .. N\_ser$

Se adaugă elementele serie:

$$Y_{nod}(I_s, I_s) := Y_{nod}(I_s, I_s) + \text{Serie}_{m,4} + \frac{1}{\text{Serie}_{m,3}}$$

$$Y_{nod}(I_s, J_s) := Y_{nod}(I_s, J_s) - \frac{1}{\text{Serie}_{m,3}}$$

$$Y_{nod}(J_s, I_s) := Y_{nod}(J_s, I_s) - \frac{1}{\text{Serie}_{m,3}}$$

$$Y_{nod}(J_s, J_s) := Y_{nod}(J_s, J_s) + \text{Serie}_{m,4} + \frac{1}{\text{Serie}_{m,3}}$$

## PASE – Laborator 1

$m := 1 .. N\_sh$

Se adaugă elementele șunt:

$$Y_{nod}(I_{s_m}, I_{s_m}) := Y_{nod}(I_{s_m}, I_{s_m}) + Shunt_{m,2}$$

$$Y_{nod}(J_{s_m}, J_{s_m}) := Y_{nod}(J_{s_m}, J_{s_m}) + Shunt_{m,2}$$

Se definesc funcțiile pentru injectiile de putere:

$$f_p(k, x, y) := \sum_i x_k \cdot x_i \cdot |Y_{nod_{k,i}}| \cdot \cos(\arg(Y_{nod_{k,i}}) + y_i - y_k)$$

$$f_q(k, x, y) := -\left( \sum_i x_k \cdot x_i \cdot |Y_{nod_{k,i}}| \cdot \sin(\arg(Y_{nod_{k,i}}) + y_i - y_k) \right)$$