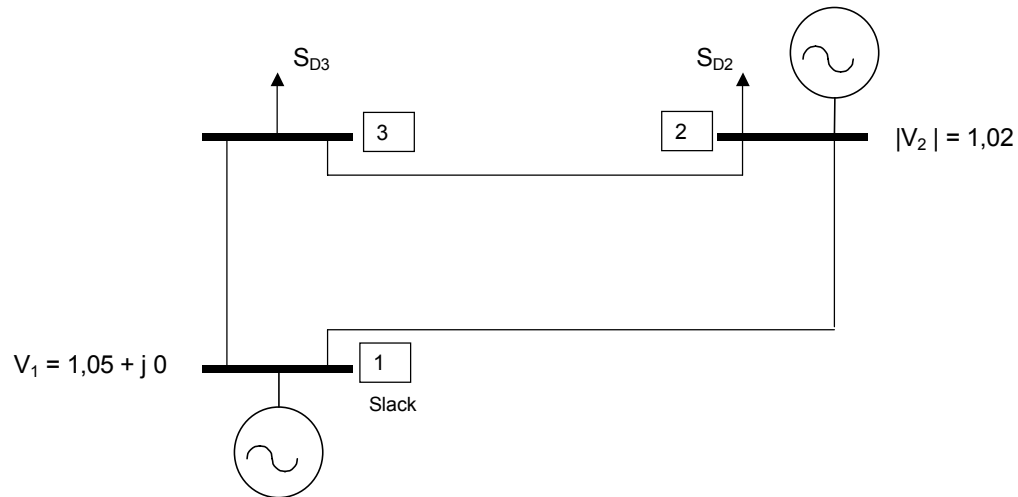


En la figura se muestra el diagrama unifilar de un sistema de potencia de tres barras (nudos) en el que se ha considerado una potencia base de 100 MVA y una tensión base de 100 kV. El nudo “2” mantiene su nivel de tensión mediante la adecuada inyección de reactiva.



Línea	R (pu)	X (pu)
1 – 2	0,05	0,25
1 – 3	0,03	0,15
2 – 3	0,04	0,20

S (MVA)	P (MW)	Q (MVar)
S_{G2}	25	Q_{G2}
S_{D2}	50	25
S_{D3}	60	30

Mediante Gauss-Seidel obtener hasta la 4ª iteración inclusive, la tensión en el nudo “3” (NUDO DE CONSUMO) y la potencia reactiva “ Q_{G2} ” en el nudo “2” (NUDO DE TENSIÓN CONTROLADA). Además, determinar lo siguiente:

- Pérdidas en el transporte.
- Intensidades y Flujos en las líneas.
- Pérdidas en las líneas.

ALGORITMO GAUSS - SEIDEL (ELGERD)

$$j := \sqrt{-1}$$

$$UB := 100 \quad \text{kV} \quad SB := 100 \quad \text{MVA} \quad IB := \frac{SB \cdot 10^3}{(\sqrt{3} \cdot UB)} \quad \text{A} \quad ZB := \frac{UB^2}{SB} \quad \Omega \quad YB := \left(\frac{1}{ZB} \right) \quad \text{S}$$

* * IMPEDANCIAS Y ADMITANCIAS DE LAS LÍNEAS *

*

$$Z_{pi12} := 0.05 + j \cdot 0.25$$

$$Y_{pi12} := 0.0 + j \cdot 0.0$$

$$Z_{pi13} := 0.03 + j \cdot 0.15$$

$$Y_{pi13} := 0.0 + j \cdot 0.0$$

$$Z_{pi23} := 0.04 + j \cdot 0.20$$

$$Y_{pi23} := 0.0 + j \cdot 0.0$$

* * MATRIZ DE ADMITANCIAS DE NUDOS * *

$$\text{ORIGIN} := 1$$

$$y_{1,1} := \left(\frac{1}{Z_{pi12}} + Y_{pi12} \right) + \left(\frac{1}{Z_{pi13}} + Y_{pi13} \right) \quad y_{1,2} := \left(\frac{-1}{Z_{pi12}} \right) \quad y_{1,3} := \left(\frac{-1}{Z_{pi13}} \right)$$

$$y_{2,1} := y_{1,2} \quad y_{2,2} := \left(\frac{1}{Z_{pi12}} + Y_{pi12} \right) + \left(\frac{1}{Z_{pi23}} + Y_{pi23} \right) \quad y_{2,3} := \left(\frac{-1}{Z_{pi23}} \right)$$

$$y_{3,1} := y_{1,3} \quad y_{3,2} := y_{2,3} \quad y_{3,3} := \left(\frac{1}{Z_{pi13}} + Y_{pi13} \right) + \left(\frac{1}{Z_{pi23}} + Y_{pi23} \right)$$

$$Y := \begin{bmatrix} y_{1,1} & y_{1,2} & y_{1,3} \\ y_{2,1} & y_{2,2} & y_{2,3} \\ y_{3,1} & y_{3,2} & y_{3,3} \end{bmatrix}$$

$$G := \text{Re}(Y)$$

$$B := \text{Im}(Y)$$

$$Y = \begin{bmatrix} 2.0513 - 10.2564j - 0.7692 + 3.8462j & -1.2821 + 6.4103j \\ -0.7692 + 3.8462j & 1.7308 - 8.6538j - 0.9615 + 4.8077j \\ -1.2821 + 6.4103j & -0.9615 + 4.8077j & 2.2436 - 11.2179j \end{bmatrix}$$

$$G = \begin{bmatrix} 2.0513 & -0.7692 & -1.2821 \\ -0.7692 & 1.7308 & -0.9615 \\ -1.2821 & -0.9615 & 2.2436 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} -10.2564 & 3.8462 & 6.4103 \\ 3.8462 & -8.6538 & 4.8077 \\ 6.4103 & 4.8077 & -11.2179 \end{bmatrix}$$

**** VALORES ANTES DE LA 1ª ITERACIÓN ****

**** Nudo 1 es SLACK, Nudo 2 es PV y Nudo 3 es PQ.-** $k := 1..3$ nº de nudos del sistema

*** Tensiones en los NUDOS .-**

$$V0 := \begin{bmatrix} 1.05 + j \cdot 0.00 \\ 1.02 + j \cdot 0.00 \\ 1.00 + j \cdot 0.00 \end{bmatrix}$$

(NOTA: $V0_i$ = Tensión del Nudo i-ésimo antes de la 1ª iteración)

$$\theta0 := \begin{bmatrix} \arg(V0_1) \\ \arg(V0_2) \\ \arg(V0_3) \end{bmatrix}$$

$$V0_1 = 1.05$$

$$V0_2 = 1.02$$

$$V0_3 = 1$$

$$\theta0_1 = 0$$

$$\theta0_2 = 0$$

$$\theta0_3 = 0$$

En el cálculo de la tensión de un Nudo PV (Nudo 2 en este problema), la potencia a usar en la iteración "k-ésima" es igual a la potencia calculada con datos de la iteración "k-ésima menos uno".

*** Potencias en el NUDO 2.-**

$$S0_2 := V0_2 \cdot \left[\sum_k \left(\overline{Y_{2,k}} \right) \cdot \overline{V0_k} \right]$$

$$S0_2 = -0.0039 - 0.0196j$$

Cambiamos al valor de consigna la activa del nudo 2 (PV).

$$P0_2 := 0.25 - 0.50$$

$$Q0_2 := \text{Im} \left[V0_2 \cdot \left[\sum_k \left(\overline{Y_{2,k}} \right) \cdot \overline{V0_k} \right] \right]$$

$$Q0_2 = -0.0196$$

$$S0_2 := P0_2 + j \cdot Q0_2$$

$$S0_2 = -0.25 - 0.0196j$$

*** Potencias en el NUDO 3.-**

$$P0_3 := -0.6$$

$$Q0_3 := -0.3$$

$$S0_3 := P0_3 + j \cdot Q0_3$$

$$S0_3 = -0.6 - 0.3j$$

**** VALORES PARA LA 1ª ITERACION ****

(NOTA: V_{1i} = Tensión del Nudo i-ésimo en la 1ª iteración)

- * TENSION del Nudo 1 en la 1ª ITERACION. Nudo 1 es un nudo SLACK .- $V_{1_1} := V_{0_1}$

$$V_{1_1} = 1.05 \qquad \arg(V_{1_1}) = 0$$

- * TENSION del Nudo 2 en la 1ª ITERACION. Nudo 2 es un nudo PV .- $S_{1_2} := S_{0_2}$

$$V_{1_2} := \left(\frac{1}{Y_{2,2}} \right) \cdot \left[\frac{\overline{S_{1_2}}}{\overline{V_{0_2}}} - (Y_{2,1} \cdot V_{1_1}) - (Y_{2,3} \cdot V_{0_3}) \right] \qquad \overline{S_{1_2}} = -0.25 + 0.0196j$$

$$V_{1_2} = 1.0146 - 0.0268j \qquad |V_{1_2}| = 1.015 \qquad \arg(V_{1_2}) = -0.0264 \quad \text{rad}$$

$$\theta_{1_2} := \arg(V_{1_2}) \qquad \text{grados} := \theta_{1_2} \cdot \frac{180}{\pi} \qquad \text{grados} = -1.5133 \quad \text{grados}$$

Mantenemos módulo tensión Nudo 2 y actualizamos su ángulo $V_{1_2} := 1.02e^{(j \cdot \theta_{1_2})}$

$$V_{1_2} = 1.0196 - 0.0269j \qquad |V_{1_2}| = 1.02 \qquad \arg(V_{1_2}) = -0.0264 \quad \text{rad}$$

Actualizamos el valor de la reactiva del nudo 2 (PV) $P_{1_2} := 0.25 - 0.50$

$$Q_{1_2} := \text{Im} \left[V_{1_2} \cdot \left[\sum_{k=1}^2 \overline{Y_{2,k}} \cdot \overline{V_{1_k}} \right] + \overline{Y_{2,3}} \cdot \overline{V_{0_3}} \right] \qquad Q_{1_2} = 0.0312$$

$$S_{1_2} := P_{1_2} + j \cdot Q_{1_2} \qquad S_{1_2} = -0.25 + 0.0312j$$

- * TENSION del Nudo 3 en la 1ª ITERACION. Nudo 3 es un nudo PQ .- $S_{1_3} := S_{0_3}$

$$V_{1_3} := \left(\frac{1}{Y_{3,3}} \right) \cdot \left[\frac{\overline{S_{1_3}}}{\overline{V_{0_3}}} - (Y_{3,1} \cdot V_{1_1}) - (Y_{3,2} \cdot V_{1_2}) \right] \qquad \overline{S_{1_3}} = -0.6 + 0.3j$$

$$V_{1_3} = 1.001 - 0.0578j \qquad |V_{1_3}| = 1.0027 \qquad \arg(V_{1_3}) = -0.0577 \quad \text{rad}$$

$$\theta_{1_3} := \arg(V_{1_3}) \qquad \text{grados} := \theta_{1_3} \cdot \frac{180}{\pi} \qquad \text{grados} = -3.3065 \quad \text{grados}$$

- * ERRORES en los cálculos de la 1ª ITERACIÓN .-

$$|V_{1_3}| = 1.0027 \qquad V_{0_3} = 1 \qquad \text{errorV} := |V_{1_3}| - |V_{0_3}| \qquad \text{errorV} = 0.0027$$

$$Q_{1_2} = 0.0312 \qquad Q_{0_2} = -0.0196 \qquad \text{errorQ} := Q_{1_2} - Q_{0_2} \qquad \text{errorQ} = 0.0508$$

**** VALORES PARA LA 2ª ITERACION ****

(NOTA: V_{2i} = Tensión del Nudo i-ésimo en la 2ª iteración)

- * TENSION del Nudo 1 en la 2ª ITERACION. Nudo 1 es un nudo SLACK .- $V_{21} := V_{01}$

$$V_{21} = 1.05 \quad \arg(V_{21}) = 0$$

- * TENSION del Nudo 2 en la 2ª ITERACION. Nudo 2 es un nudo PV .- $S_{22} := S_{12}$

$$V_{22} := \left(\frac{1}{Y_{2,2}} \right) \cdot \left[\left(\frac{\overline{S_{22}}}{V_{12}} \right) - (Y_{2,1} \cdot V_{21}) - (Y_{2,3} \cdot V_{13}) \right] \quad \overline{S_{22}} = -0.25 - 0.0312j$$

$$V_{22} = 1.02 - 0.06j \quad |V_{22}| = 1.0217 \quad \arg(V_{22}) = -0.0587 \quad \text{rad}$$

$$\theta_{22} := \arg(V_{22}) \quad \text{grados} := \theta_{22} \cdot \frac{180}{\pi} \quad \text{grados} = -3.3652 \quad \text{grados}$$

Mantenemos módulo tensión Nudo 2 y actualizamos su ángulo $V_{22} := 1.02 \cdot e^{(j \cdot \theta_{22})}$

$$V_{22} = 1.0182 - 0.0599j \quad |V_{22}| = 1.02 \quad \arg(V_{22}) = -0.0587 \quad \text{rad}$$

Actualizamos el valor de la reactiva del nudo 2 (PV) $P_{22} := 0.25 - 0.50$

$$Q_{22} := \text{Im} \left[V_{22} \cdot \left[\left(\sum_{k=1}^2 \overline{Y_{2,k}} \cdot \overline{V_{2k}} \right) + \overline{Y_{2,3}} \cdot \overline{V_{13}} \right] \right] \quad Q_{22} = 0.0238$$

$$S_{22} := P_{22} + j \cdot Q_{22} \quad S_{22} = -0.25 + 0.0238j$$

- * TENSION del Nudo 3 en la 2ª ITERACION. Nudo 3 es un nudo PQ: $S_{23} := S_{03}$

$$V_{23} := \left(\frac{1}{Y_{3,3}} \right) \cdot \left[\left(\frac{\overline{S_{23}}}{V_{13}} \right) - (Y_{3,1} \cdot V_{21}) - (Y_{3,2} \cdot V_{22}) \right] \quad \overline{S_{23}} = -0.6 + 0.3j$$

$$V_{23} = 0.9979 - 0.0697j \quad |V_{23}| = 1.0003 \quad \arg(V_{23}) = -0.0697 \quad \text{rad}$$

$$\theta_{23} := \arg(V_{23}) \quad \text{grados} := \theta_{23} \cdot \frac{180}{\pi} \quad \text{grados} = -3.9941 \quad \text{grados}$$

- * ERRORES en los cálculos de la 2ª ITERACIÓN:

$$|V_{23}| = 1.0003 \quad V_{13} = 1.001 - 0.0578j \quad \text{errorV} := |V_{23}| - |V_{13}| \quad \text{errorV} = -0.0023$$

$$Q_{22} = 0.0238 \quad Q_{12} = 0.0312 \quad \text{errorQ} := Q_{22} - Q_{12} \quad \text{errorQ} = -0.0074$$

**** VALORES PARA LA 3ª ITERACION ****

(NOTA: V_{3i} = Tensión del Nudo i-ésimo en la 3ª iteración)

- * TENSION del Nudo 1 en la 3ª ITERACION. Nudo 1 es un nudo SLACK .- $V_{3_1} := V_{0_1}$

$$V_{3_1} = 1.05 \qquad \arg(V_{3_1}) = 0$$

- * TENSION del Nudo 2 en la 3ª ITERACION. Nudo 2 es un nudo PV .- $S_{3_2} := S_{2_2}$

$$V_{3_2} := \left(\frac{1}{Y_{2,2}} \right) \cdot \left[\frac{\overline{S_{3_2}}}{\overline{V_{2_2}}} - (Y_{2,1} \cdot V_{3_1}) - (Y_{2,3} \cdot V_{2_3}) \right] \qquad \overline{S_{3_2}} = -0.25 - 0.0238j$$

$$V_{3_2} = 1.0166 - 0.0662j \qquad |V_{3_2}| = 1.0187 \qquad \arg(V_{3_2}) = -0.0651 \quad \text{rad}$$

$$\theta_{3_2} := \arg(V_{3_2}) \qquad \text{grados} := \theta_{3_2} \cdot \frac{180}{\pi} \qquad \text{grados} = -3.7284 \quad \text{grados}$$

Mantenemos módulo tensión Nudo 2 y actualizamos su ángulo $V_{3_2} := 1.02 \cdot e^{(j \cdot \theta_{3_2})}$

$$V_{3_2} = 1.0178 - 0.0663j \qquad |V_{3_2}| = 1.02 \qquad \arg(V_{3_2}) = -0.0651 \quad \text{rad}$$

Actualizamos el valor de la reactiva del nudo 2 (PV) $P_{3_2} := 0.25 - 0.50$

$$Q_{3_2} := \text{Im} \left[V_{3_2} \cdot \left[\left(\sum_{k=1}^2 \overline{Y_{2,k}} \cdot \overline{V_{3_k}} \right) + \overline{Y_{2,3}} \cdot \overline{V_{2_3}} \right] \right] \qquad Q_{3_2} = 0.0367$$

$$S_{3_2} := P_{3_2} + j \cdot Q_{3_2} \qquad S_{3_2} = -0.25 + 0.0367j$$

- * TENSION del Nudo 3 en la 3ª ITERACION. Nudo 3 es un nudo PQ .- $S_{3_3} := S_{0_3}$

$$V_{3_3} := \left(\frac{1}{Y_{3,3}} \right) \cdot \left[\frac{\overline{S_{3_3}}}{\overline{V_{2_3}}} - (Y_{3,1} \cdot V_{3_1}) - (Y_{3,2} \cdot V_{3_2}) \right] \qquad \overline{S_{3_3}} = -0.6 + 0.3j$$

$$V_{3_3} = 0.9971 - 0.0721j \qquad |V_{3_3}| = 0.9997 \qquad \arg(V_{3_3}) = -0.0722 \quad \text{rad}$$

$$\text{grados} := \arg(V_{3_3}) \cdot \frac{180}{\pi} \qquad \text{grados} = -4.1346 \quad \text{grados}$$

- * ERRORES en los cálculos de la 3ª ITERACIÓN .-

$$|V_{3_3}| = 0.9997 \qquad V_{2_3} = 0.9979 - 0.0697j \qquad \text{errorV} := |V_{3_3}| - |V_{2_3}| \qquad \text{errorV} = -0.0006$$

$$Q_{3_2} = 0.0367 \qquad Q_{2_2} = 0.0238 \qquad \text{errorQ} := Q_{3_2} - Q_{2_2} \qquad \text{errorQ} = 0.0128$$

**** VALORES PARA LA 4ª ITERACION ****

(NOTA: V_{4i} = Tensión del Nudo i-ésimo en la 4ª iteración)

- * TENSION del Nudo 1 en la 4ª ITERACION. Nudo 1 es un nudo SLACK .- $V_{4_1} := V_{0_1}$

$$V_{4_1} = 1.05 \quad \arg(V_{4_1}) = 0$$

- * TENSION del Nudo 2 en la 4ª ITERACION. Nudo 2 es un nudo PV .- $S_{4_2} := S_{3_2}$

$$V_{4_2} := \left(\frac{1}{Y_{2,2}} \right) \cdot \left[\left(\frac{\overline{S_{4_2}}}{V_{3_2}} \right) - (Y_{2,1} \cdot V_{4_1}) - (Y_{2,3} \cdot V_{3_3}) \right] \quad \overline{S_{4_2}} = -0.25 - 0.0367j$$

$$V_{4_2} = 1.0173 - 0.0679j \quad |V_{4_2}| = 1.0196 \quad \arg(V_{4_2}) = -0.0667 \quad \text{rad}$$

$$\theta_{4_2} := \arg(V_{4_2}) \quad \text{grados} := \theta_{4_2} \cdot \frac{180}{\pi} \quad \text{grados} = -3.8196 \quad \text{grados}$$

Mantenemos módulo tensión Nudo 2 y actualizamos su ángulo $V_{4_2} := 1.02 \cdot e^{(j \cdot \theta_{4_2})}$

$$V_{4_2} = 1.0177 - 0.0679j \quad |V_{4_2}| = 1.02 \quad \arg(V_{4_2}) = -0.0667 \quad \text{rad}$$

Actualizamos el valor de la reactiva del nudo 2 (PV) $P_{4_2} := 0.25 - 0.50$

$$Q_{4_2} := \text{Im} \left[V_{4_2} \cdot \left[\left(\sum_{k=1}^2 \overline{Y_{2,k}} \cdot \overline{V_{4_k}} \right) + \overline{Y_{2,3}} \cdot \overline{V_{3_3}} \right] \right] \quad Q_{4_2} = 0.0406$$

$$S_{4_2} := P_{4_2} + j \cdot Q_{4_2} \quad S_{4_2} = -0.25 + 0.0406j$$

- * TENSION del Nudo 3 en la 4ª ITERACION. Nudo 3 es un nudo PQ .- $S_{4_3} := S_{0_3}$

$$V_{4_3} := \left(\frac{1}{Y_{3,3}} \right) \cdot \left[\left(\frac{\overline{S_{4_3}}}{V_{3_3}} \right) - (Y_{3,1} \cdot V_{4_1}) - (Y_{3,2} \cdot V_{4_2}) \right] \quad \overline{S_{4_3}} = -0.6 + 0.3j$$

$$V_{4_3} = 0.9969 - 0.0727j \quad |V_{4_3}| = 0.9996 \quad \arg(V_{4_3}) = -0.0728 \quad \text{rad}$$

$$\theta_{4_3} := \arg(V_{4_3}) \quad \text{grados} := \theta_{4_3} \cdot \frac{180}{\pi} \quad \text{grados} = -4.1711 \quad \text{grados}$$

- * ERRORES en los cálculos de la 4ª ITERACIÓN .-

$$|V_{4_3}| = 0.9996 \quad V_{3_3} = 0.9971 - 0.0721j \quad \text{errorV} := |V_{4_3}| - |V_{3_3}| \quad \text{errorV} = -0.0001$$

$$Q_{4_2} = 0.0406 \quad Q_{3_2} = 0.0367 \quad \text{errorQ} := Q_{4_2} - Q_{3_2} \quad \text{errorQ} = 0.0039$$

**** CALCULOS TRAS FINALIZAR LA 4ª ITERACION ****

$k := 1..3$ nº de nudos del sistema

*** TENSIONES DE LOS NUDOS .-**

$$\begin{array}{lll} V_1 = 1.05 & V_2 = 1.0177 - 0.0679j & V_3 = 0.9969 - 0.0727j \\ |V_1| = 1.05 & |V_2| = 1.02 & |V_3| = 0.9996 \end{array}$$

$$S_1 := \left[V_1 \cdot \left[\sum_k \left(\overline{Y_{1,k}} \right) \cdot \overline{V_k} \right] \right] \quad S_1 = 0.8613 + 0.3348j$$

$$P_1 := 100 \operatorname{Re}(S_1) \quad P_1 = 86.1277 \quad \text{MW}$$

$$Q_1 := 100 \operatorname{Im}(S_1) \quad Q_1 = 33.4846 \quad \text{MVar}$$

$$S_1 := P_1 + j \cdot Q_1 \quad S_1 = 86.1277 + 33.4846j$$

$$\operatorname{mod} S_1 := |S_1| \quad \operatorname{mod} S_1 = 92.4078 \quad \text{MVA}$$

*** POTENCIA NETA INYECTADA en el NUDO 2. El Nudo 2 es un nudoPV .-**

$$S_2 := \left[V_2 \cdot \left[\sum_k \left(\overline{Y_{2,k}} \right) \cdot \overline{V_k} \right] \right] \quad S_2 = -0.246 + 0.0406j$$

La potencia activa generada por G2 es dato del problema y son 25 MW. Por ello, fijamos la potencia activa del Nudo 2.

$$P_2 := 100 \cdot (0.25 - 0.50) \quad P_2 = -25 \quad \text{MW}$$

$$Q_2 := 100 \operatorname{Im}(S_2) \quad Q_2 = 4.0633 \quad \text{MVar}$$

$$S_2 := P_2 + j \cdot Q_2 \quad S_2 = -25 + 4.0633j$$

$$\operatorname{mod} S_2 := |S_2| \quad \operatorname{mod} S_2 = 25.3281 \quad \text{MVA}$$

Calculamos la potencia reactiva generada por G2

$$Q_{G_2} := 25 + Q_2 \quad Q_{G_2} = 29.0633 \quad \text{MVar}$$

* PÉRDIDAS EN TRANSPORTE:

$$P_{\text{loss}} := (P_1 + 25) - (60 + 50)$$

$$P_{\text{loss}} = 1.1277$$

MW

$$Q_{\text{loss}} := (Q_1 + Q_{G_2}) - (30 + 25)$$

$$Q_{\text{loss}} = 7.5479$$

MVar

* INTENSIDADES Y FLUJOS DE POTENCIA EN LAS LÍNEAS: IB = 577.3503

$$I_{1,2} := (V_4 - V_2) \cdot \left(\frac{1}{Z_{pi12}} \right) + V_4 \cdot Y_{pi12} \quad I_{1,2} = 0.2862 - 0.0718j \quad |I_{1,2}| \cdot IB = 170.3395 \quad A$$

$$I_{2,1} := (V_4 - V_1) \cdot \left(\frac{1}{Z_{pi12}} \right) + V_4 \cdot Y_{pi12} \quad I_{2,1} = -0.2862 + 0.0718j \quad |I_{2,1}| \cdot IB = 170.3395 \quad A$$

$$I_{1,3} := (V_4 - V_3) \cdot \left(\frac{1}{Z_{pi13}} \right) + V_4 \cdot Y_{pi13} \quad I_{1,3} = 0.5341 - 0.2471j \quad |I_{1,3}| \cdot IB = 339.7604 \quad A$$

$$I_{3,1} := (V_4 - V_1) \cdot \left(\frac{1}{Z_{pi13}} \right) + V_4 \cdot Y_{pi13} \quad I_{3,1} = -0.5341 + 0.2471j \quad |I_{3,1}| \cdot IB = 339.7604 \quad A$$

$$I_{2,3} := (V_4 - V_3) \cdot \left(\frac{1}{Z_{pi23}} \right) + V_4 \cdot Y_{pi23} \quad I_{2,3} = 0.0429 - 0.0955j \quad |I_{2,3}| \cdot IB = 60.4471 \quad A$$

$$I_{3,2} := (V_4 - V_2) \cdot \left(\frac{1}{Z_{pi23}} \right) + V_4 \cdot Y_{pi23} \quad I_{3,2} = -0.0429 + 0.0955j \quad |I_{3,2}| \cdot IB = 60.4471 \quad A$$

$$S_{1,2} := (V_4 \cdot \overline{I_{1,2}}) \cdot 100 \quad S_{1,2} = 30.0467 + 7.5423j \quad P_{1,2} := \text{Re}(S_{1,2}) \quad Q_{1,2} := \text{Im}(S_{1,2})$$

$$S_{2,1} := (V_4 \cdot \overline{I_{2,1}}) \cdot 100 \quad S_{2,1} = -29.6115 - 5.3661j \quad P_{2,1} := \text{Re}(S_{2,1}) \quad Q_{2,1} := \text{Im}(S_{2,1})$$

$$S_{1,3} := (V_4 \cdot \overline{I_{1,3}}) \cdot 100 \quad S_{1,3} = 56.081 + 25.9424j \quad P_{1,3} := \text{Re}(S_{1,3}) \quad Q_{1,3} := \text{Im}(S_{1,3})$$

$$S_{3,1} := (V_4 \cdot \overline{I_{3,1}}) \cdot 100 \quad S_{3,1} = -55.042 - 20.7477j \quad P_{3,1} := \text{Re}(S_{3,1}) \quad Q_{3,1} := \text{Im}(S_{3,1})$$

$$S_{2,3} := (V_4 \cdot \overline{I_{2,3}}) \cdot 100 \quad S_{2,3} = 5.013 + 9.4294j \quad P_{2,3} := \text{Re}(S_{2,3}) \quad Q_{2,3} := \text{Im}(S_{2,3})$$

$$S_{3,2} := (V_4 \cdot \overline{I_{3,2}}) \cdot 100 \quad S_{3,2} = -4.9692 - 9.2102j \quad P_{3,2} := \text{Re}(S_{3,2}) \quad Q_{3,2} := \text{Im}(S_{3,2})$$

* PERDIDAS EN LAS LÍNEAS:

$$P_{\text{Lloss}} := P_{1,2} + P_{2,1} + P_{1,3} + P_{3,1} + P_{2,3} + P_{3,2}$$

$$P_{\text{Lloss}} = 1.518$$

MW

$$Q_{\text{Lloss}} := Q_{1,2} + Q_{2,1} + Q_{1,3} + Q_{3,1} + Q_{2,3} + Q_{3,2}$$

$$Q_{\text{Lloss}} = 7.5901$$

MVar