METODA POTENCJAŁÓW WĘZŁOWYCH:

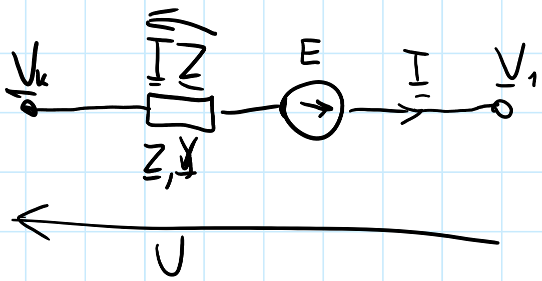
Związek między potencjałami w węzłach i napięciami na gałęziach można zapisać w postaci:

$$[A]^T[\underline{V}]=[\underline{U}]$$

$$[\underline{V}] = \begin{bmatrix} \underline{V}_1 \\ \vdots \\ \underline{V}_j \\ \vdots \\ \underline{V}_{w-1} \end{bmatrix} \qquad \underline{V}_w = 0$$

Macierz kolumnowa potencjałów nie uwzględnia węzła zależnego (w-tego) co jest równoznaczne z przyjęciem, że jego potencjał wynosi 0.

Dla gałęzi obowiązuje związek:



$$\underline{V}_k - \underline{V}_l = \underline{Z}\underline{I} - \underline{E} \rightarrow \underline{I} = \underline{Y}(\underline{V}_k - \underline{V}_l + \underline{E})$$

czyli $\underline{I} = \underline{Y}(\underline{U} + \underline{E})$

czyli $\underline{\underline{I}} = \underline{Y}(\underline{U} + \underline{E})$

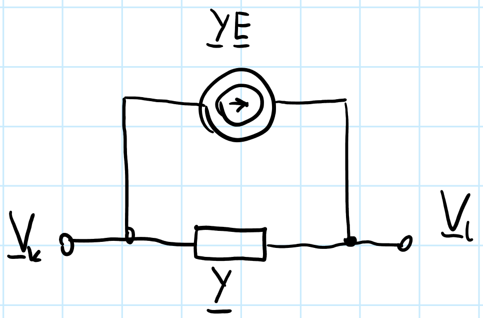
W zapisie macierzowym:

$$[\underline{I}] = [\underline{Y}]_{n \times n} ([\underline{U}] + [\underline{E}]) \quad \text{gdzie} \quad [\underline{Y}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} \underline{Y}_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cdot & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \underline{Y}_j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{Y}_n \end{bmatrix}$$

lub $[\underline{I}] = [\underline{Y}][\underline{U}] + [\underline{Y}][\underline{E}]$

Macierz admitancji gałęziowych: $[\underline{Y}]$

$$[\underline{Y}][\underline{E}] = \begin{bmatrix} \underline{Y}_1 \underline{E}_1 \\ \cdots \\ \underline{Y}_n \underline{E}_n \end{bmatrix} \leftarrow \text{macierz prądów źródłowych gałęzi}$$



uwzględniając, że $[A][\underline{I}] = [0]$ oraz $[\underline{U}] = [A]^T[\underline{V}]$

uzyskamy: $[0] = [A][\underline{I}] = [A][\underline{Y}][A]^T[\underline{V}] + [A][\underline{Y}][\underline{E}]$

$$[A][\underline{Y}][A]^T[\underline{V}] = -[A][\underline{Y}][\underline{E}]$$

minus, gdyż przyjęliśmy w gałęzi j-tej $\underline{E}_j$ strzałkowanie zgodnie z prądem $\underline{I}_j$

Równanie możemy zapisać:

$$[\underline{Y}]_w[\underline{V}] = [\underline{I}]_w \quad \text{gdzie} \quad [\underline{Y}]_w = [A][\underline{Y}][A]^T$$

$$[\underline{I}]_w = -[A][\underline{Y}][\underline{E}]$$

$[\underline{Y}]_w$ - macierz admitancyjna węzłowa

$[\underline{I}]_w$ – macierz prądów źródłowych węzłowych

Stąd rozwiązanie równania:

$$[\underline{V}] = [[\underline{Y}]_w]^{-1}[\underline{I}]_w = [[A][\underline{Y}][A]^T]^{-1}[-[A][\underline{Y}][\underline{E}]]$$

oraz

$$[\underline{I}] = [\underline{Y}][[\underline{U}]+[\underline{E}]] = [\underline{Y}][A^T][\underline{V}]$$

$$[\underline{Y}]_w = [\underline{Y}_{kl}]$$

$$\underline{Y}_{kk} = \sum_{k\text{-ty węzeł}} \underline{Y}_{kj}$$ - suma admitancji wszystkich gałęzi zbiegających się w węźle k-tym

$$\underline{Y}_{kl_{k\neq l}} = \underline{Y}_{lk} = \sum_{\substack{\text{węzeł k-ty} \\ \text{l-ty}}} -\underline{Y}_{klj}$$ - admitancja gałęzi wzajemnych węzła k-tego z l-tym, macierz symetryczna

$$\sum_{\text{węzeł k-ty}} \underline{E}_{kj}\underline{Y}_{kj}$$ - prąd. źr. węzł. węzła k-tego, suma algebraiczna iloczynów admitancji i sił elektromotorycznych gałęzi zbiegających się

węzła k-ty

algebraiczna iloczynów admitancji i sił elektromotorycznych gałęzi zbiegających się w węźle k-tym + gdy SEM skierowane w stronę węzła k-tego - gdy SEM od węzła

Rozwiązaniem są potencjały $\underline{V}_1, \underline{V}_2 \ldots \underline{V}_{w-1}$

Po rozwiązaniu kolejno prądy w gałęziach:

$$\underline{I} = \underline{Y}(\underline{U} + \underline{E}) = \underline{Y}(\underline{V}_k - \underline{V}_l + \underline{E})$$