



Энергетикалық жүйелерді математикалық модельдеу



Дәріс-2 – Электр тізбектерін саралаудың формалды топологиялық әдістері



Дәрістің мақсаты

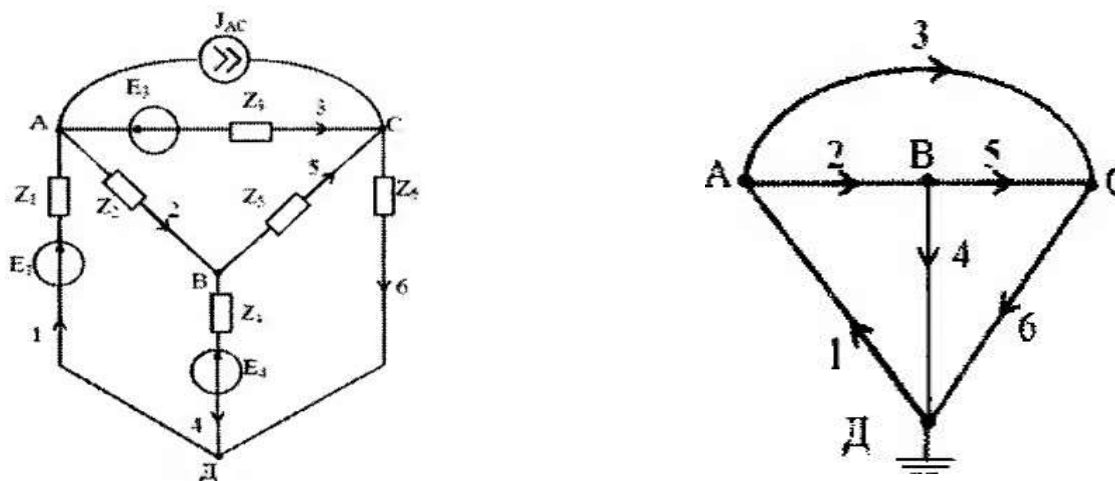


Электрэнергетикалық жүйенің алмастыру схемасын топологиялық әдістер көмегімен саралауда граф ұғымымен танысып, жалғау матрицасы мен контурлар матрицасын құрастырып үйрену.

Электр тізбегінің графы

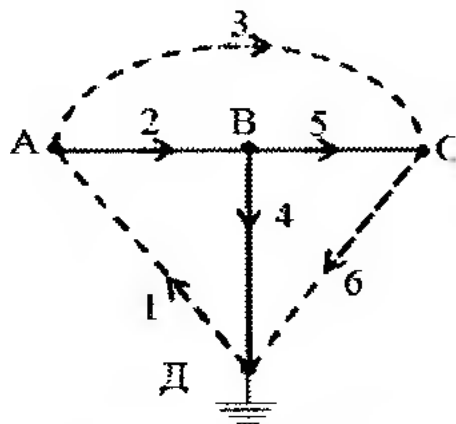
Электр тізбегінің структуралық схемасын, яғни оның түйіндері мен тармақтарының өзара байланысу тәсілін бағытталған **граф** түрінде көрсетеді, оның төбесі схеманың түйініне сәйкес, ал қырлары тармақтарына сәйкес келеді.

ЭҚК, ток көздері, кедергілер және тағы басқа элементтер көрсетілмейді, тек қана түйіндер мен олардың байланыстары ғана есепке алынады.



1- сурет. Электр тізбегі және оның графы

Графтың қырлары граф ағашы мен хордаға бөлінеді. Бір схема үшін бірнеше түрлі граф ағашы мен хордаларын салуға болады. Граф ағашы графтың барлық түйіндерін өзара жалғайды және тұйық контур құрамайды. Ағашқа кірмей қалған графтың қырлары хордалар деп аталады. Мысал 1.5 суретте келтірілген. Мұндағы (1,3,6)- тармақтар хорданы ал (2,4,5)- ағашты құрайды



2- сурет. Граф ағашы және хордалар



Жалғау матрицасы



Жалғау матрицасы P_0 дегеніміз – схеманың тармақтары мен түйіндері арасындағы байланысты сипаттайтын тіктөртбұрышты матрица. Қатарындағы элементтер түйіндерге сай, бағандағылар – бағытталған граф тармақтарына сай және де матрица элементтердәі мәні тармақ түйінге келетін болса «+1», тармақ түйіннен шығып жатса «-1» және тармақ түйінмен байланыспаған болса «0» болады

Құрылымы Құрастыру ережесі



Негізінен, көп жағдайда біз қысқартылған жалғау матрицасын аламыз. Оны әдетте P деп белгілейміз және бір базисті түйінді ескермейміз, яғни, n – түйін саны, m – тармақ саны десек – өшемі $[m, n-1]$.



Контурлар матрицасы

Контурлар матрицасы Γ – ол тармақтар мен тәуелсіз контурлар арасындағы байланысты сипаттайтын тіктөртбұрышты матрица, қатар саны тармақ санына тең, баған саны тәуелсіз контурлар санына тең.

Құрылымы Құрастыру ережесі

$$\Gamma = \begin{matrix} \text{т} \\ \text{а} \\ \text{р} \\ \text{т} \\ \text{м} \\ \text{а} \\ \text{қ} \end{matrix} \begin{pmatrix} j \text{ контур} \\ \vdots \\ \bullet \\ \vdots \\ g_{ij} \\ \vdots \end{pmatrix} \quad g_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{тармақ пен контур бағыты} \\ & \text{бағыттас келсе} \\ -1, & \text{тармақ пен контур бағыты} \\ & \text{қарама-қарсы болса} \\ 0, & \text{тармақ пен контур өзара} \\ & \text{байланыспаса} \end{cases} \quad \begin{matrix} \rightarrow \\ \leftarrow \end{matrix}$$

1.5 сурет – Контурлар матрицасы

Матрицалар арасында келесі қатынас орындалады:

$$\Pi \cdot \Gamma = 0 \quad (1.1)$$



Ток көзі матрицасы



Егер n – түйін саны, m – тармақ саны, ал L – тәуелсіз контурлар саны деп алатын болсақ, ток көзі векторы түйінге қатысты құрастырылады:

$$J = \begin{bmatrix} J_1 \\ J_2 \\ \vdots \\ J_n \end{bmatrix} \quad (1.2)$$

Ескере кететін жәйт – егер ток көзі бағыты түйінге бағытталса, ток мәні «+»- таңбасымен, ал түйіннен бағытталса, «-»- таңбасымен алынады.



Кедергілер матрицасы



Тармақтар кедергісінің матрицасы – шаршы матрицаны құрайды, қатар саны мен баған саны m - тармақ санына тең:

$$Z = \begin{bmatrix} Z_1 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & Z_2 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & \cdots & Z_m \end{bmatrix} = Y^{-1} \quad (1.3)$$

Мұндағы Y – өтімділіктер матрицасы



Ток және ЭҚК матрицасы



Тармақтар токтарының векторы:

$$I = \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_m \end{bmatrix} \quad (1.4)$$

Тармақтар ЭҚК-ның векторы:

$$E = \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ \vdots \\ E_m \end{bmatrix} \quad (1.5)$$