



Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Кернеу бөлгіш және ток бөлгіш тізбектер. Түйін-кернеу әдісі

*PhD докторы ЭТжҒТ кафедрасының
қауымдастырылған профессоры
Хабай Анар
Email: a.khabay@satbayev.university*

Алматы қаласы, 2025 ж.



Дәріс №4. Кернеу бөлгіш және ток бөлгіш тізбектер. Түйін-кернеу әдісі

Дәрістің мақсаты:

Кернеу бөлгіш принципінің мәнін түсіндіру және оны есептерде қолдануды үйрету.

Ток бөлгіш принципін сипаттап, оның шектеулерін көрсету.

Түйін-кернеу әдісінің қадамдарын меңгерту (тірек түйін таңдау, түйін айнымалыларын белгілеу, теңдеулер жазу).



КЕРНЕУ БӨЛГІШ ПРИНЦИПІ (VOLTAGE DIVIDER)

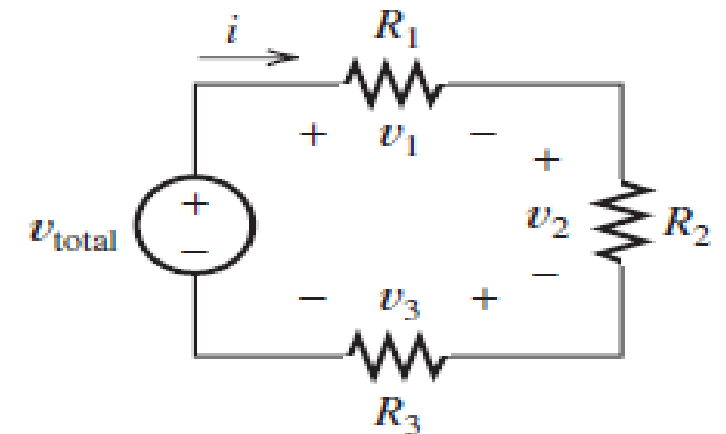
Анықтамасы:

- Кернеу бөлгіш принципі тізбектей қосылған кедергілерде қолданылады.
- Кернеу кедергілердің әрқайсысында бөлініп пайда болады.

Формула және Принцип:

- Тізбектей жалғаудан пайда болатын бөлік кернеуі (v_x), сол кедергінің (R_x) жалпы тізбекке (R_{eq}) қатынасы болып табылады:

$$v_3 = R_3 i = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} v_{жалпы}$$



ТОК БӨЛГІШ ПРИНЦИПІ (CURRENT DIVIDER)

Анықтамасы:

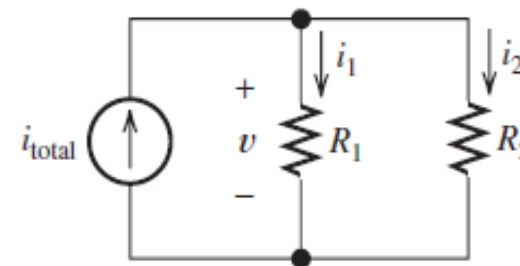
- Ток бөлгіш принципі параллель қосылған кедергілерге қатысты.
- Толық ток параллель комбинация арқылы бөлінеді.

Формула және Шектеулер:

- Токтың бір бөлігі (i_1) басқа кедергінің (R_2) аталған екі кедергі қосындыларының қатынасы арқылы анықталады:

$$i_2 = \frac{v}{R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} i_{\text{жалпы}}$$

- Маңызды шектеу: Бұл принцип тек екі параллель кедергі үшін қолданылады. Егер екіден көп кедергі болса, оларды біріктіріп, екі кедергіге келтіру қажет.
- Өткізгіштікпен жұмыс істеу (G) арқылы n өткізгіш үшін жалпылама формула қолдануға болады, ол кернеуді кедергілермен бөлу формуласына ұқсас.



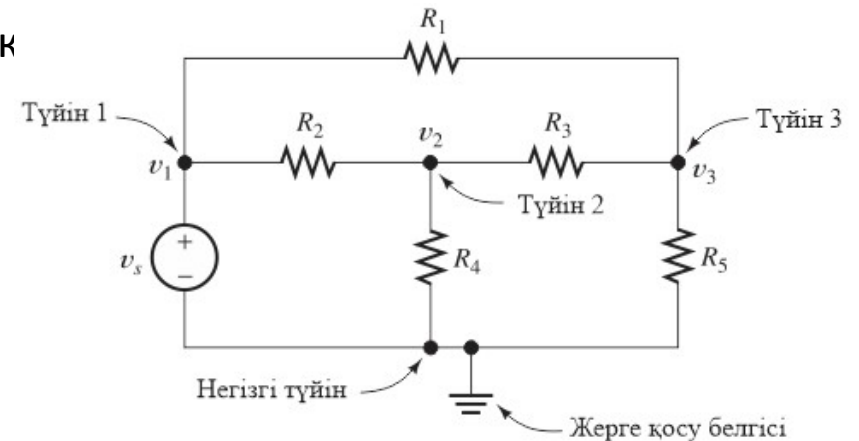
ТҮЙІН-КЕРНЕУ ӘДІСІНЕ КІРІСПЕ

Қажеттілік:

- Тізбектей және параллель эквиваленттер, сондай-ақ ток және кернеу бөлу қағидалары барлық тізбектерді шешу үшін жеткіліксіз.
- Түйін-кернеу әдісі кез келген күрделі тізбекке қолдануға мүмкіндік беретін жалпылама әдіс болып табылады.

Алғашқы Қадамдар:

1. Түйінді анықтау: Тізбектегі екі немесе одан да көп элементтердің қиылысқан нүктесі.
2. Тірек түйінін (Reference Node) таңдау: Түйіндердің кез келгенін таңдауға болады, бірақ соңғы кернеу көзінің теріс ұшын тірек түйіні ретінде таңдау шешімді жеңілдетеді.
3. Түйін кернеулерін белгілеу: Тірек түйінінен басқа әрбір түйіндегі v



ТҮЙІН-КЕРНЕУ ТЕҢДЕУЛЕРІН ЖАЗУ

Элемент Кернеулерін Анықтау:

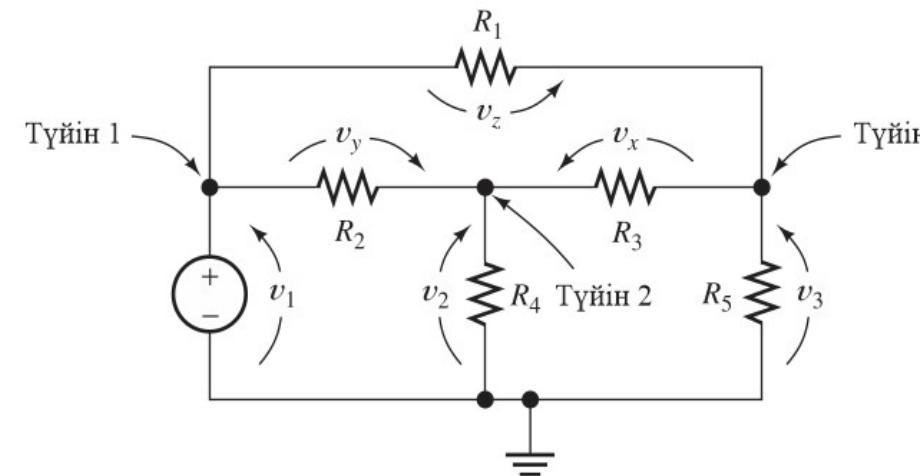
- Тізбектегі кез келген элемент арқылы өтетін кернеуді түйіндердің арасындағы кернеулер айырымы арқылы анықтауға болады.
- Мысалы, $v_x = v_n - v_k$
- Кернеу анықталған соң, әрбір элементтегі токты табу үшін Ом заңы қолданылады.

КТЗ (Кирхгофтың ток заңы) Теңдеулері:

- Әрбір белгісіз түйін үшін КТЗ теңдеуі жазылады (түйіннен шыққан токтардың қосындысы нөлге тең).
- n -нан k -ға қарай өтетін ток: $i_{nk} = R_{vn} - v_k$
- Егер элемент тірек түйінімен байланысқан болса: $i_n \rightarrow \text{тірек} = R_{vn}$

Стандартты және Матрицалық Форма:

- Теңдеулерді стандартты формаға келтіру: $G_{11}v_1 + G_{12}v_2 = i_1$, т.б..
- Матрицалық форма: $GV = I$.
- G матрицасының элементтері көбінесе өткізгіштікті (сименс бірлігімен) білдіреді.



ҚЫСҚА ЖОЛ ЖӘНЕ УИТСТОН КӨПІРІ

Матрицалық Теңдеулерді Жазудың Қысқа Жолы (Егер тек кедергілер және тәуелсіз ток көздері болса):

1. G Диагональ терімдері (G_{nn}): Сәйкес түйінге байланысқан өткізгіштердің суммасы.
2. G Диагональ емес терімдері (G_{nk}): Түйіндер арасындағы байланысқан өткізгіштің теріс мәні.
3. I Элементтері (I_n): Ток көздері арқылы сәйкес түйінге берілетін ток.

Қолданылуы: Уитстон көпірі

- Уитстон көпірі белгісіз кедергілерді (R_x) өлшеу үшін пайдаланылатын тізбек.
- Теңгерімділік шарты: Детектордағы ток (i_g) нөлге тең болғанда, көпір теңгерімді болып саналады ($i_g=0$ және $v_{ab}=0$).
- Белгісіз кедергі формуласы: Теңгерім кезінде: Матрицалық Теңдеулерді Жазудың Қысқа Жолы (Егер тек кедергілер және тәуелсіз ток көздері болса):

1. G Диагональ терімдері (G_{nn}): Сәйкес түйінге байланысқан өткізгіштердің суммасы.
2. G Диагональ емес терімдері (G_{nk}): Түйіндер арасындағы байланысқан өткізгіштің теріс мәні.
3. I Элементтері (I_n): Ток көздері арқылы сәйкес түйінге берілетін ток.

Қолданылуы: Уитстон көпірі

- Уитстон көпірі белгісіз кедергілерді (R_x) өлшеу үшін пайдаланылатын тізбек.
- Теңгерімділік шарты: Детектордағы ток (i_g) нөлге тең болғанда, көпір теңгерімді болып саналады ($i_g=0$ және $v_{ab}=0$).
- Белгісіз кедергі формуласы: Теңгерім кезінде:

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} R_3$$

Қорытынды

- ✓ Кернеу бөлгіш: Тізбектей жалғанған кедергілерде кернеуді бөлу үшін қолданылады. Кернеу үлесі кедергілердің қатынасына пропорционал.
- ✓ Ток бөлгіш: Параллель жалғанған кедергілерде токты бөлу үшін қолданылады, бірақ негізгі формула тек екі кедергі үшін жарамды.
- ✓ Түйін-кернеу әдісі: Ең жалпылама талдау әдісі. Кез келген күрделі тізбекті, оның ішінде тізбектей/параллель комбинацияға келтіру мүмкін емес тізбектерді талдауға мүмкіндік береді.
- ✓ Талдау қадамдары: Тірек түйінін таңдау, КТЗ теңдеулерін түйін кернеулері арқылы жазу, матрицалық жүйені ($GV=I$) шешу.
- ✓ Қолданысы: Уитстон көпірі сияқты құрылғылар дәлдікті өлшеуде кернеу бөлу принципін пайдаланады.

Қайталау сұрақтары

1. Кернеу бөлгіш принципінің формуласы қандай және ол қай жағдайда қолданылады?
2. Ток бөлгіш принципінің формуласы қандай? Ол не себепті тек екі параллель кедергі үшін қолданылады?
3. Егер тізбекте үш параллель резистор болса, ток бөлгіш принципін қалай қолдануға болады?
4. Түйін дегеніміз не және тірек түйіні қалай таңдалады?
5. Түйін-кернеу әдісінде КТЗ (Кирхгоффың ток заңы) қалай пайдаланылады?
6. Неліктен түйін-кернеу әдісі кез келген күрделі тізбектерді шешуге жарамды болып есептеледі?
7. MATLAB бағдарламасы түйін-кернеу теңдеулерін шешуде қалай қолданылады?
8. Супер түйін дегеніміз не және ол қандай жағдайларда қолданылады?
9. Тәуелді және тәуелсіз генераторлардың айырмашылығы неде?
10. Нәтижені тексеру үшін қандай шарттар орындалуы керек (қуат балансы, КТЗ, ККЗ)

Назарларыңызға рақмет!