

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Құттыбай Н.Б.

Электроника негіздері

«Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар», «Өндірістік электроника және басқару жүйелері» мамандықтары бойынша білім алушы студенттерге арналған

Алматы

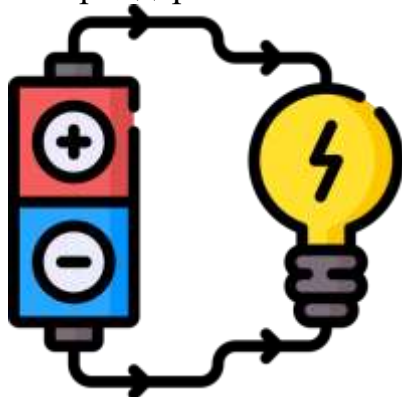
2 Дәріс. Электр тогы негізі. Ток, кернеу және кедергі. Ом және Кирхгоф заңы.

Дәрістің мақсаты: Электр тогының физикалық мәнін, оның пайда болу шарттарын түсіндіру; ток, кернеу және кедергі арасындағы байланысты талдап, Ом және Кирхгоф заңдарының негізінде қарапайым электр тізбектерін талдауға дағдыландыру.

1. Электр тогының негізі

Электр тогы – бұл зарядталған бөлшектердің (мысалы, электрондар немесе иондар) белгілі бір бағытта қозғалысы. Бұл қозғалыс өткізгіш ортада (мысалы, металдарда, электролиттерде, плазмада немесе жартылай өткізгіштерде) жүреді.

Көп жағдайда электр тогы металдық өткізгіштермен қарастырылады, себебі олар электр тізбектерінің негізгі бөлігі болып табылады. Металдарда электр тогын еркін электрондар тасымалдайды – бұл сыртқы электр өрісінің әсерінен қозғалуға қабілетті электрондар.



Электр тогының пайда болуы үшін келесі үш негізгі шарт орындалуы керек:

1) Еркін заряд тасымалдаушылардың болуы

Электр тогы болу үшін алдымен өткізгіш ортада еркін қозғалатын заряд тасымалдаушылар болуы қажет. Өртүрлі ортада бұл тасымалдаушылар әртүрлі:

- ❖ Металдарда – бұл еркін электрондар, олар металл торының ішінде еркін қозғалады;

- ❖ Электролиттерде – оң және теріс иондар;

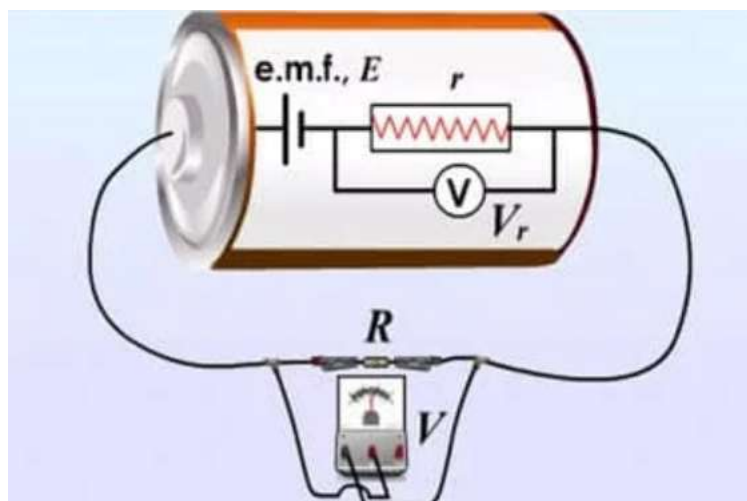
- ❖ Газдарда және плазмада – иондалған молекулалар мен электрондар;

- ❖ Жартылай өткізгіштерде – электрондар мен "тесіктер".

2) Электр өрісінің немесе кернеу көзінің болуы

Тек еркін тасымалдаушылардың болуы жеткіліксіз. Оларды қозғалысқа түсіретін электр өрісі қажет. Бұл өріс тізбекке кернеу көзі (мысалы, батарея, аккумулятор, генератор) жалғанғанда пайда болады.

Кернеу көзі заряд тасымалдаушыларды бір бағытта жылжуға мәжбүрлейді, яғни электр қозғаушы күшін (ЭҚК) тудырады. ЭҚК – бұл ток тудыратын энергия көзі. Ол зарядты бір нүктеден екінші нүктеге қарсы күшке қарамастан тасымалдауға жұмсалатын энергияны сипаттайды.



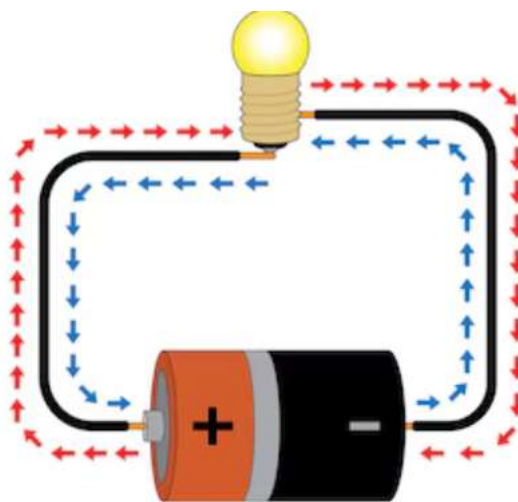
3) Тұйық электр тізбегі

Электр тогының үздіксіз жүруі үшін тұйық тізбек қажет. Бұл дегеніміз – ток өтетін жол толық жабық болуы тиіс, яғни зарядтар электр көзі арқылы қайта айналып келе алатындай. Егер тізбек ашық болса (мысалы, ажыратқыш қосылмаған болса), онда ток жүрмейді.

Ток бағыты

Электр тогының бағыты – тарихи түрде шартты түрде алынған. Ғалымдар бастапқыда токты оң зарядтардың қозғалысы ретінде қарастырды, яғни электр тогы плюс полюстен минус полюске қарай ағады деп келісті.

Шын мәнінде, металдарда токты теріс зарядтар – электрондар тасымалдайды, және олар минус полюстен плюс полюске қарай қозғалады. Бірақ шартты ток бағыты ретінде бұрынғы дәстүр сақталып, ток бағыты плюс → минус деп есептеледі.



Қарапайым мысал ретінде қалта фонарін алайық. Ол ішіндегі батарея арқылы жарық диодына (LED) ток береді:

- ❖ Батареяның ішінде химиялық реакция арқылы ЭҚК пайда болады;
- ❖ Бұл ЭҚК токты бастайды – электрондар сымдармен диодқа жетеді;
- ❖ Жарық диодта энергия жарық түрінде бөлініп шығады;
- ❖ Зарядтар батареяға қайтып оралады – тұйық тізбек қамтамасыз етіледі.

2. Электр тогының негізгі шамалары

Электр тізбектерін түсіну үшін бізге үш негізгі физикалық шама маңызды: ток күші (I), кернеу (U) және кедергі (R). Бұл шамалар өзара тығыз байланысты және кез келген электр тізбегінің жұмысын сипаттауда негізгі рөл атқарады.

Ток күші (I)

Ток күші – бұл уақыт бірлігінде өткізгіштің көлденең қимасы арқылы өтетін электр зарядының мөлшері. Ол электр тогының "қарқындылығын" сипаттайды: өткізгішпен қаншалықты көп заряд өтсе – ток күші соғұрлым үлкен болады.

Формуласы:

$$I = q/t$$

Мұндағы:

I – ток күші, өлшем бірлігі ампер (А);

q – заряд, өлшем бірлігі кулон (Кл);

t – уақыт, секундпен (с) өлшенеді.

Мысал:

Егер 10 секунд ішінде өткізгіш арқылы 20 кулон заряд өтсе, ток күші:

$$I = 20 \text{ Кл} / 10 \text{ с} = 2 \text{ А}$$

Түсініктеме:

1 ампер ток дегеніміз – 1 секундта өткізгіштің көлденең қимасы арқылы 1 кулон заряд өткен жағдай.

Электр кернеуі (U)

Кернеу – электр өрісінің зарядты орын ауыстыруға жұмсайтын жұмысын сипаттайды. Кернеу болмайынша зарядтар қозғалмайды, яғни ток жүрмейді. Бұл – тізбектегі "итермелеуші күш".

Формуласы:

$$U = A/q$$

Мұндағы:

U – кернеу, өлшем бірлігі вольт (В);

A – жұмыс, джоульмен (Дж) өлшенеді;

q – заряд, кулонмен (Кл) өлшенеді.

Мысал:

Егер 2 кулон зарядты орын ауыстыру үшін 10 джоуль жұмыс жасалса, кернеу:

$$U = 10 \text{ Дж} / 2 \text{ Кл} = 5 \text{ В}$$

Түсініктеме:

1 вольт дегеніміз – 1 кулон зарядты орын ауыстыру үшін 1 джоуль жұмыс істелетін жағдай.

Электр кедергісі (R)

Кедергі – бұл өткізгіштің ішкі қасиеті, ол токтың өтуіне қарсы тұрады. Барлық материалдарда (тіпті жақсы өткізгіштерде де) белгілі бір кедергі болады.

Неғұрлым кедергі үлкен болса – токтың өтуі соғұрлым қиын болады;

Кедергіні арнайы резисторлар арқылы реттеуге болады;
Электрлік энергияның бір бөлігі кедергілерде жылу түрінде таратылады (мысалы, үтік, шәйнек, плиталар жұмыс принципі осыған негізделген).

Өлшем бірлігі: Ом (Ω)

Материалдың меншікті кедергісі:

Кедергі әр материалда әртүрлі және оның геометриялық өлшемдеріне (ұзындығы мен көлденең ауданына) байланысты.

Меншікті кедергі формуласы:

$$R = (\rho \cdot l) / S$$

Мұндағы:

R – өткізгіштің кедергісі, Ом;

ρ – материалдың меншікті кедергісі (Ом·м);

l – өткізгіш ұзындығы (м);

S – көлденең қимасының ауданы (m^2).

Мысал:

Ұзындығы 2 м, көлденең ауданы 1 мм² болатын мыс сымның кедергісін табу үшін мыс үшін $\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$:

$$R = (1.7 \times 10^{-8} \cdot 2) / 1 \times 10^{-6} = 0.034 \Omega$$

3. Ом заңы

Ом заңы – электр тогының негізгі заңдарының бірі. Бұл заң өткізгіштегі кернеу (U), ток күші (I) және кедергі (R) арасындағы байланысты сипаттайды.

Ом заңының анықтамасы:

Тұрақты температура жағдайында өткізгіштің ұштарындағы кернеу, сол өткізгіш арқылы өтетін ток күшіне тура пропорционал болады.

Яғни, ток неғұрлым күшті болса – соғұрлым үлкен кернеу қажет. Бұл байланысты алғаш рет 1827 жылы неміс ғалымы Георг Ом ашқан.

Формуласы:

$$I = U / R$$

немесе кернеу мен кедергіні табуға арналған түрлері:

$$U = I \cdot R$$

$$R = U / I$$

Түсініктеме:

Егер кедергі тұрақты болса, кернеу артқанда – ток күші де артады.

Егер кернеу тұрақты болса, кедергі артқанда – ток күші азаяды.

Мұны күнделікті өмірден де байқауға болады. Мысалы, бір шамды қуатты аккумуляторға қоссаңыз – шам қатты жанады (кернеу жоғары → ток жоғары). Ал егер кедергісі көп болса – шам күңгірт жанады (ток аз).

Мысал есеп:

Берілген:

Кернеу: $U = 12 \text{ В}$

Кедергі: $R = 4 \Omega$

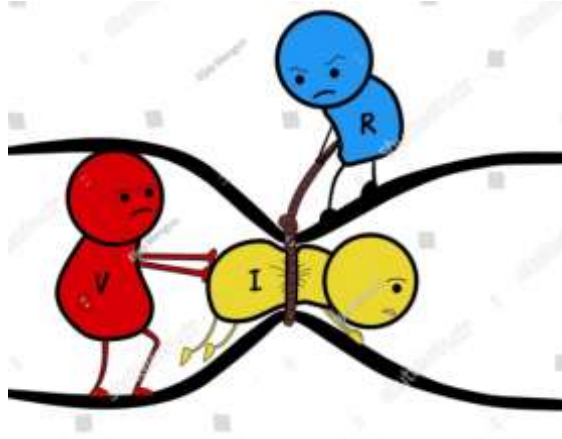
Табу керек: ток күші I

Формула бойынша:

$$I = U / R = 12 / 4 = 3 \text{ А}$$

Ом заңының практикалық маңызы:

- ❖ Қарапайым электр тізбектерін есептеуге мүмкіндік береді;
- ❖ Қажетті токты алу үшін қандай кернеу мен кедергі керек екенін анықтайды;
- ❖ Электр құрылғыларының дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз етеді;
- ❖ Артық токтан қорғау үшін резисторлар мен сақтандырғыштар қолданылады.



4. Кирхгоф заңдары

Күрделі электр тізбектерін талдауда Ом заңы жеткіліксіз болуы мүмкін. Бұл жағдайда неміс физигі Густав Кирхгоф (1824–1887) ұсынған екі негізгі заң қолданылады. Бұл заңдар электр тізбегінің түйіндері мен түйық контурларындағы ток пен кернеудің таралуын сипаттайды.

1-ші Кирхгоф заңы – Токтар заңы (Түйін ережесі)

Электр тізбегіндегі кез келген түйінде (желі торабында) тоғы кіретін және шығатын барлық токтардың алгебралық қосындысы нөлге тең болады.

Формуласы:

$$\sum I_{\text{кір}} = \sum I_{\text{шығ}} \text{ немесе } \sum I = 0$$

Физикалық мағынасы:

Зарядтың сақталу заңы: бір түйінде ешқандай заряд "жоғалмайды" және "пайда болмайды". Яғни, түйінге қанша ток кірсе, дәл сонша ток одан шығуы тиіс.

Түсіндіру:

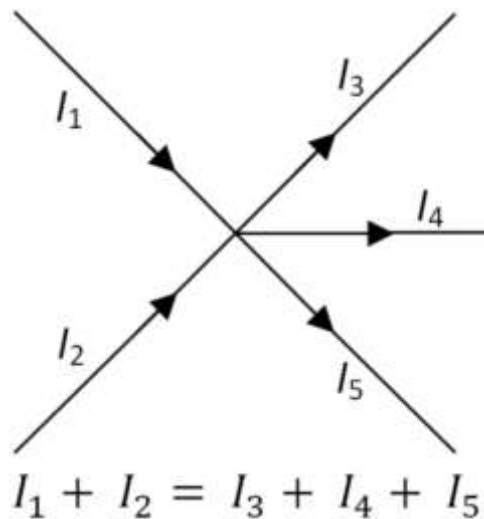
Егер 3 сым бір түйінге қосылса және:

$I_1 = 5 \text{ A}$ кіріп жатса,

$I_2 = 2 \text{ A}$ шығып жатса,

онда үшінші ток I_3 қандай болар еді?

$$I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow 5 = 2 + I_3 \Rightarrow I_3 = 3 \text{ A}$$



2-ші Кирхгоф заңы – Кернеулер заңы (Контур ережесі)

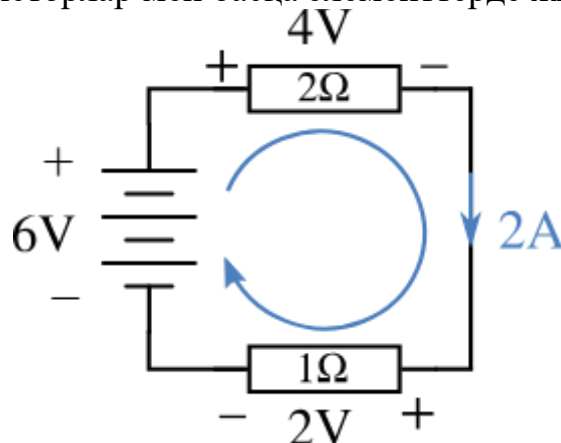
Электр тізбегінің кез келген тұйық контурында барлық кернеулердің алгебралық қосындысы нөлге тең.

Формуласы:

$$\sum U = 0$$

Физикалық мағынасы:

Энергияның сақталу заңы: тұйық контур бойымен қозғалатын заряд белгілі бір мөлшерде энергия алады (мысалы, ток көзінен – ЭҚК), және сол энергия толығымен резисторлар мен басқа элементтерде жұмсалады.



Қорытынды

Бұл лекцияда біз электр тогының табиғатын, оның пайда болу шарттарын және негізгі сипаттамаларын қарастырдық. Ток күші, кернеу және кедергі ұғымдары арқылы электр тізбегіндегі процестерді сандық тұрғыдан сипаттауға болады. Ом заңы ток, кернеу мен кедергінің арасындағы байланысты анықтаса, Кирхгоф заңдары күрделі тізбектерді талдауға мүмкіндік береді. Осы білімдер электротехниканың іргетасы болып саналады және болашақта электрлік жүйелерді түсіну мен талдау үшін маңызды негіз қалайды.

Әдебиеттер тізімі:

1. К.А. Кәсіпқалиұлы. Электротехника және электроника негіздері. – Алматы: Білім, 2018.

2. В.А. Киселёв. Основы электротехники и электроники. – М.: Академия, 2020.
3. Мельников В.А. Электротехника. Учебник для вузов. – М.: Энергия, 2019.
4. И.С. Гольдман. Электрические цепи. Теория и анализ. – М.: Лань, 2021.
5. Райымқұлов Е.Қ. Электр тізбектерін талдау негіздері. – Алматы: Қазақ университеті, 2017.
6. Sedra A., Smith K. Microelectronic Circuits. – Oxford University Press, 2020.
7. Alexander C.K., Sadiku M.N.O. Fundamentals of Electric Circuits. – McGraw-Hill, 2021.
8. Электротехника және физика бойынша ашық дереккөздер:
 - www.electronics-tutorials.ws
 - www.khanacademy.org