

## **Fundamentals of Electrical Engineerings**

### **WEEK 2 - THE BASIC LAWS OF ELECTRICAL CIRCUITS: THE LAWS OF OHM AND KIRCHHOFF. POWER IN ELECTRICAL CIRCUITS. THE POWER BALANCE EQUATION.**

**Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi**

**Lecturer**

**(Saidjon Ismoilov)**

**ҚОНУНҲОИ АСОСИИ ЗАНЧИРҲОИ ЭЛЕКТРИКӢ: ҚОНУНҲОИ ОМ  
ВА КИРХГОФ. ИҚТИДОР ДАР ЗАНЧИРҲОИ ЭЛЕКТРИКӢ.  
МУОДИЛАИ ТАВОЗУНИИ ИҚТИДОРҲО**

## Мундариҷаи лексия:

1. Қонунҳои асосии занҷирҳои электрикӣ;
2. Қонунҳои Кирхгоф;
3. Иқтидор ва энергияи электрикӣ;
4. Адабиёт.

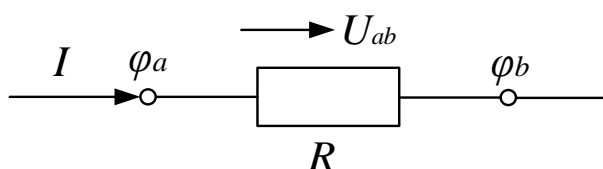
## Қонунҳои асосии занҷирҳои электрикӣ

*Қонуни Ом барои қитъаи занҷире, ки манбаи ҚЭҲ надорад*

Қонуни Ом. Ба шиддати нӯғҳои қитъаи занҷир ва муқовимати ин қитъа вобаста будани қувваи ҷараёнро қонуни Ом меноманд. Агар ба истилоҳи дигар ғӯем қувваи ҷараёни қитъаи занҷир ба шиддати ин қитъа мутаносиби роста буда ба муқовимати он мутаносиби чаппа мебошад (ифодаи 1).

Қонуни мазкур аз тарафи олими олмонӣ Георг Ом соли 1827 кашф шудааст.

Қонуни Ом барои қитъаи занҷире, ки манбаи ҚЭҲ надорад алоқа байни ҷараён ва шиддат дар ҳамин қитъаи занҷир робита барпо мекунад.



Расми 2.1 – Схемай қитъаи занҷире, ки манбаи ҚЭҲ надорад.

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = I \cdot R$$

$$\varphi_a = \varphi_b + I \cdot R$$

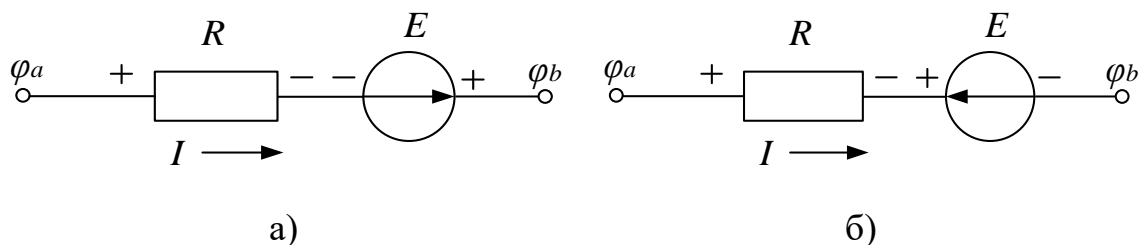
$$U_{ab} = I \cdot R$$

$$I = \frac{U_{ab}}{R} \quad (2.1)$$

Формулаи 1 формулаи Қонуни Ом барои қитъаи занҷире, ки манбаи ҚЭҲ надорад.

*Қонуни Ом барои қитъаи занҷире, ки дорои манбаи ҚЭҲ аст*

Қонуни Ом барои қитъаи занцире, ки дорои манбаи ҚЭҲ аст, имконият медиҳад, ки бо муайян будани фарқи потенциал ( $\varphi_a - \varphi_b$ ) дар бандакҳои занҷир ва вуҷуд доштани ҚЭҲ дар занҷир, ҷараёни ҳамин қитъаро муайян кунад.



Расми 2.2 – Схемаи қитъаи занцире, ки дорои манбаи ҚЭҲ аст.

Формула барои схемаи расми 2а:

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = -E + I \cdot R$$

$$U_{ab} = -E + I \cdot R$$

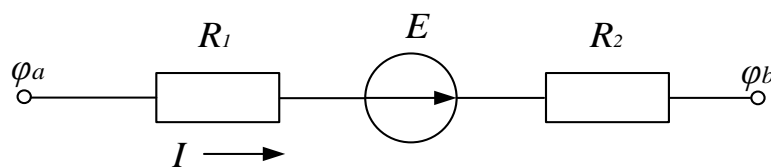
$$I = \frac{U_{ab} + E}{R} \quad (2.2)$$

Формула барои схемаи расми 2б:

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = E + I \cdot R$$

$$U_{ab} = E + I \cdot R$$

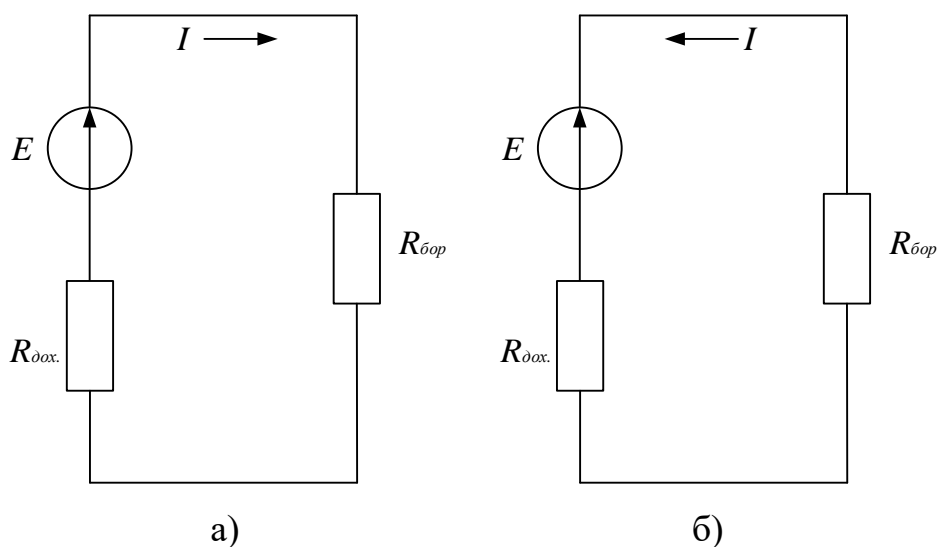
$$I = \frac{U_{ab} - E}{R} \quad (2.3)$$



Расми 2.3 – Схемаи қитъаи занцире, ки дорои манбаи ҚЭҲ ва ду муқовимат аст.

$$I = \frac{U_{ab} + E}{R_1 + R_2}$$

Қонуни Ом барои занҷири сарбаст:



Расми 2.4 – Схемай қитъаи занҷири сарбаст, ки дорои манбаи ҚЭҲ аст.

Формула барои схемай расми 4 а:

$$I = \frac{E}{R_{дох} + R_{бор}} \quad (2.4)$$

Формула барои схемай расми 4б:

$$I = \frac{-E}{R_{дох} + R_{бор}} \quad (2.5)$$

Формулаҳои 2.4 ва 2.5 формулаҳои қонуни Ом барои занҷири сарбаст.

Аз ифодаҳои 2.4 ва 2.5 бармеояд, ки қувваи ҷараён дар занҷири электрикӣ бо ҚЭҲ мутаносиби роста буда, ба муқовимати пурраи занҷир мутаносиби чаппа мебошад.

### **Қонунҳои Кирхгоф**

Дар электротехника қонунҳои якум ва дуҷуми Кирхгофро фарқ мекунанд. Ҳамаи занҷирҳои электрикӣ ба қонунҳои якум ва дуҷуми Кирхгоф итоат мекунанд.

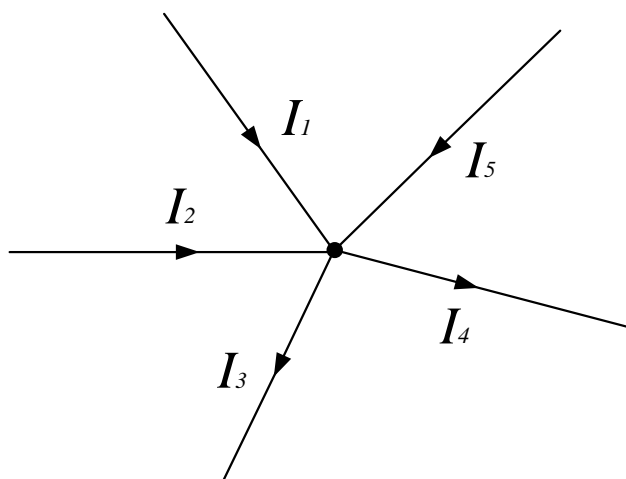
Қонуни якуми Кирхгофро бо ду роҳ таъриф додан мумкин аст:  
*суммаи алгебравии ҷараёнҳо дар дилҳоҳ гиреҳи занҷир ба сифр баробар аст;*

$$\sum_1^n I_i = 0 \quad (2.6)$$

дар ин ҷо:  $i$  – ҷараёни шоҳаи  $n$ ,  $n$  – шумораи умумии шоҳаҳои ба гиреҳ васлшуда.

суммаи алгебравии ҷараёнҳои ба гиреҳ дохилшаванда баробар аст ба суммаи ҷараёнҳои аз гиреҳ хориҷ шаванда.

Агар ҷараёнҳои ба гиреҳ дохилшавандаро мусбат « + » ҳисобем ва аз гиреҳ хориҷшавандаро манфӣ « - », пас аз рӯи баёни якум  $I_1 + I_2 - I_3 - I_4 + I_5 = 0$ , аз рӯи баёни дуюм  $I_3 + I_4 = I_1 + I_2 + I_5$  (расми 2.5).



Расми 2.5 – Схемаи ҷоришави ва хориҷшавии ҷараён аз гиреҳ.

Мазмуни физикии қонуни якуми Кирхгоф дар он аст, ки дар ягон гиреҳ ҷамъшавии заряд ба амал намеояд.

Қонуни дуюми Кирхгоф барои контур мебошад ва онро низ бо ду роҳ таъриф додан мумкин аст:

Суммаи алгебравии афтиши шиддат дар дилхоҳ контури сарбаст, баробар аст ба суммаи алгебравии ҚЭҲ – ҳои ҳамон контур;

$$\sum_1^n I_i \cdot R_i = \sum_1^n U_i = \sum_1^k E_i \quad (2.7)$$

дар ин ҷо:  $n$  – шумораи муқовиматҳо дар контур,  $k$  – шумораи ҚЭҲ дар контур.

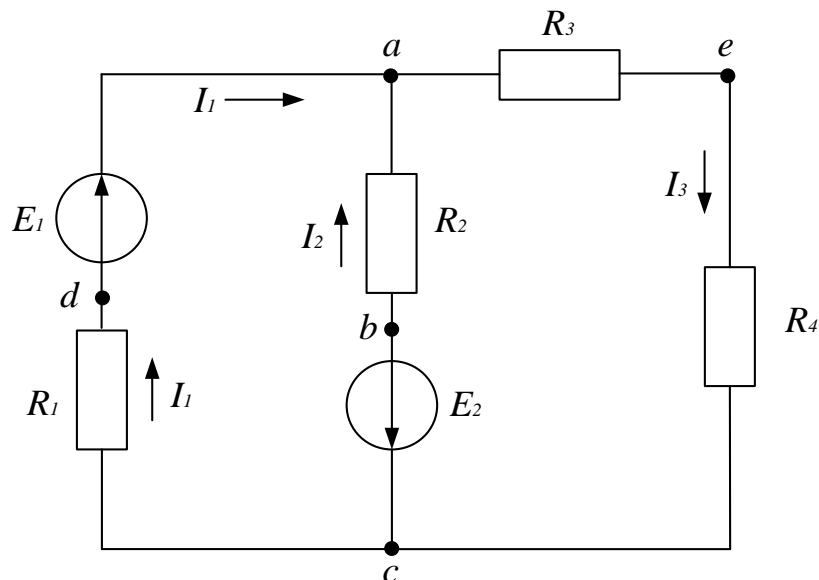
Агар самти ҚЭҲ ва шиддат дар элементҳо бо самти интихобнамудаи гардиши контур ҳамсамт бошанд, ҚЭҲ ва афтиши шиддатҳо бо аломати « + », ва дар акси ҳол бо аломати « - » навишта мешаванд.

Суммаи алгебравии шиддатҳо (на ин ки афтиши шиддат!) дар ҳар гуна контури сарбаст баробари сифр аст.

$$\sum_1^n U_i \quad (2.8)$$

Барои контури берунаи расми 6:

$$U_{da} + U_{ae} + U_{ec} + U_{cd} = 0$$



Расми 2.6 – Схемаи занҷири электрикие, ки аз ду контур иборат аст.

Қонунҳои Кирхгоф ҳам барои занҷирҳои хаттӣ ва ҳам ғайрихаттӣ, новобаста аз характери тағйирёбии ҷараёнҳо ва шиддатҳо аз вақт дуруст аст.

Пеш аз тартиб додани муодила аз рӯи қонуни дуҷуми Кирхгоф, самти гардиши контурро дилхоҳ интихоб кардан лозим аст. Агар самти ҚЭҶ ва ҷараёнҳо дар элементҳои (афтиши шиддатҳо) бо самти интихобнамудаи гардиши контур ҳамсамт бошанд, онгоҳ ҚЭҶ ва афтиши шиддатҳо бо аломати « + », ва дар акси ҳол бошад бо аломати « - » дар ифода навишта мешаванд.

### ***Иқтидор ва энергияи электрикӣ***

#### *а) Иқтидори электрикӣ*

Иқтидори электрикӣ ба кори дар воҳиди вақт иҷрошуда баробар аст, яъне:

$$P = \frac{A}{t} \quad (2.9)$$

Азбаски  $A = U \cdot I \cdot t$  аст, онгоҳ ҳосил мекунем:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I$$

$$P = U \cdot I \quad (2.10)$$

Иқтидор дар чараёни доимӣ дар қитъаи занҷир ба ҳосили зарби шиддат ба қувваи чараён баробар аст.

$$P = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$$

дар ин ҷо:  $U$ -шиддат,  $V$ ,  $I$ -қувваи чараён,  $A$ .

Воҳиди иқтидор – 1 ватт=1волт\*1 ампер.

### б) Энергияи электрикӣ

Энергияи электрикӣ – ин энергияест, ки тавассути чараёни электрикӣ истеҳсол карда мешавад. Маълум аст, ки ҳаёти оддии ҷомеаи муосир бидуни энергияи электрикӣ ғайриимкон аст. Онро тамоми асбобҳои барқии маишӣ истеъмол менамоянд.

Энергияи электрикӣ ин як намуди энергияи комилтарин ва универсалӣ аст, ки ба намудҳои дигари энергия табдил додан мумкин аст: механикӣ, гармӣ, кимиёвӣ ва ғайра.

Дар электротехника энергияи электрикиро аз рӯи ифодаи зерин муаян менамоянд:

$$W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

$$W = U \cdot I \cdot t \quad (2.11)$$

Воҳиди энергияи электрикӣ – 1 ватт\*соат=1волт\*1 ампер\*1 соат.

### в) Зариби кори ғоиданоки манбаи энергия

Ҳангоми табдили ҳар гуна намуди энергия ба намуди дигар талафоти энергия ба назар мерасад. Масалан, ҳангоми табдил додани энергияи электрикӣ ба механикӣ (дар муҳаррики электрикӣ) як қисми энергияи электрикӣ, ки аз ҷониби муҳаррики электрикӣ аз шабака истеъмол мешавад, барои гарм кардани муҳаррик, парҳез кардани подшипникҳо ва ғайра сарф карда мешавад.

Ин раванд бо зароби кори Ҷоиданок иҶода карда мешавад. Зароби кори Ҷоиданок гуфта ин таносуби байни иқтидори Ҷоиданок, ки мошини электрикӣ ба зербанди қувваи додашуда сарф мекунад.

$$\eta = \frac{P_{\text{Ҷоиданок}}}{P_{\text{додашуда}}} \quad (2.12)$$

г) Тавозуни иқтидорҳо дар занҷирҳои электрикӣ

Ҷангоми аз муқовимати Ҷаол ҷорӣ шудани қувваи ҷараён аз муқовимат гарми хориҷ мешавад. Дар асоси қонуни бақои энергия миқдори гармие, ки дар муддати вақти  $t$  аз муқовимат хориҷ мешавад, бояд ба энергияи манбаъ дар муддати ҳамон вақти  $t$  баробар мешавад. Аз ин рӯ гуфтан мумкин аст, ки муодилаи тавозунии иқтидорҳо ин тадбири қонуни бақои энергия барои занҷирҳои электрикӣ мебошад.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad (2.13)$$

Формулаи 13 формулаи қонуни Ҷоул Ленс мебошад.

Барои дилҳо занҷири электрикӣ суммаи алгебравии иқтидорҳои манбаъҳои энергияи электрикӣ ба суммаи алгебравии иқтидорҳои борҳои электрикӣ баробар аст.

$$\begin{aligned} \sum P_M &= \sum P_B \\ \sum E \cdot I &= \sum I^2 \cdot R \end{aligned}$$

дар ин ҷо:  $\sum E \cdot I$  - суммаи алгебравии иқтидорҳои манбаъҳои энергияи электрикӣ;

$\sum I^2 \cdot R$  - суммаи алгебравии иқтидорҳои борҳои электрикӣ.

Ҷангоми занҷири электрикӣ ба ғайр аз манбаҳои ҚЭҶ инчунин дорои манбаҳои ҷараён бошад, дар вақти тартиб додани муодилаи тавозуни иқтидорҳо бояд ҷараёни манбаро ва афтиши шиддатро ба назар бояд гирифт.

Бигузор ҷараёни  $J$  аз гиреҳи  $a$  ба  $b$  ҷорӣ мешавад ва тавоноии манбаи ҷараён ба  $U_{ab} \cdot J$  баробар бошад, онҳо муодилаи тавозуни иқтидорҳо намуди зеринро мегирад:

$$\sum E \cdot I = \sum I^2 \cdot R + \sum U_{ab} \cdot J$$

**Адабиёт:**

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Воситай таълимӣ – Москва: Высшая школа, 1996, 529 с.

2. Ҷӯраев Ш.Ҷ., Исмоилов С.Т. Электротехника (қисми 2). Занҷирҳои электрикии якфаза ва сефазаи ҷараёни синусоидалӣ. Воситай таълимӣ – Душанбе: ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, 2021, 196 саҳ.