

Fundamentals of Electrical Engineerings

**WEEK 1 - THE ESSENCE AND FUNCTION OF DISCIPLINE.
ELECTRICAL CIRCUITS. ELEMENTS OF AN ELECTRICAL CIRCUIT
AND THEIR PROPERTIES. VOLTAGE AND CURRENT SOURCES
Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi**

**Lecturer
(Saidjon Ismoilov)**

**МОҲИЯТ ВА ВАЗИФАИ ФАН. ЗАНЧИРҲОИ ЭЛЕКТРИКӢ.
ЭЛЕМЕНТҲОИ ЗАНЧИРҲОИ ЭЛЕКТРИКӢ ВА ХОСИЯТҲОИ ОНҲО.
МАНБАҲОИ ҚЭҲ ВА ЦАРАӢН**

Мундариҷаи лексия:

1. Моҳият ва вазифаи фан.
2. Занҷирҳои электрикӣ ва ҳосиятҳои онҳо.
3. Элементҳои занҷирҳои электрикӣ.
4. Манбаҳои ҚЭҲ ва ҷараён.
5. Мафҳумҳои топологии занҷири электрикӣ
6. Адабиёт.

Моҳият ва вазифаи фан. *Асосҳои назарияи электротехника* фанни назариявие мебошад, ки дар он ба тариқи умумӣ назария ва усулҳои ҳисоби ҳодисаҳои гуногуни электромагнитӣ дида баромада мешаванд.

Электротехника – соҳаи илм ва техника, ки бо тадбиқи ҳодисаҳои электрикӣ ва магнитӣ барои табдили энергия, коркарди масолах, интиқоли энергия ё иттилоот вобаста буда, масъалаҳои ҳосил, табдил ва истеъмоли энергияи электрикиро дар фаъолияти амалии инсон дар бар мегирад.

Мақсади омӯзиши фан. Ба муҳандисони оянда додани дониши мукаммали усулҳои таҳқиқ, ҳисоб ва истифодаи амалии ҳодисаҳои электромагнитӣ ва табдилдиҳии энергия ва тайёр намудани таҳкурсии барои омӯзиши ояндаи фанҳои таҳассусӣ мебошад. Дар давоми омӯзиши фанни электротехника ва электроника донишҷуён бояд назарияи ҳодисаҳои физикие, ки асоси сохт ва амалиёти таҷҳизоти гуногуни электротехникиро ташкил медиҳанд омӯхта, соҳиби малакаи амалии истифодаи усулҳои таҳлил ва ҳисоби занҷирҳои электрӣ ва магнитӣ гарданд.

Донишҷуён дар рафти омӯзиши фанни мазкур бояд усулҳои асосии таҳқиқ ва ҳисоби занҷирҳои электрии ҳатӣ ва ғайриҳаттии ҷараёни доимӣ, ҷараёни синусоидалӣ тағйирёбанда ва занҷирҳои сефазаро аз худ намоянд.

Занҷирҳои электрикӣ ва ҳосиятҳои онҳо. *Занҷири электрикӣ* – чамъбасти созаҳои гуногун ва симҳои онҳоро пайваस्तкунанда, ки аз онҳо ҷараёни электрикӣ ҷорӣ мешавад [1]. Занҷири электрикӣ аз манбаъ, бори

электрикӣ, хати нақл ва аппаратҳои коммутатсионӣ иборат аст. Қисмҳои таркибии занҷири электрикиро ба 2-гурӯҳ тақсим мекунанд:

- Манбаҳои энергияи электрикӣ;
- Қабулкунакҳо (борҳои электрикӣ)

Манбаҳои энергияи электрикӣ – ин элементҳои галванӣ, аккумуляторҳо, батареяҳои офтобӣ, гидрогенераторҳо, термобатареяҳо ва ғайра шуда метавонанд.

Қабулкунакҳои (борҳо) – энергияи электрикӣ ин элементҳои занҷири электрикие, ки дар он энергияи электрикӣ ба дигар намудҳои энергия табдил меёбад ва инчунин захира карда мешавад. Борҳои энергияи электрикӣ инҳоянд:

- муҳаррикҳои электрикӣ,
- лампаҳо;
- транзисторҳо;
- конденсаторҳо;
- ғалтаки индуктивӣ;
- резисторҳо ва ғ.

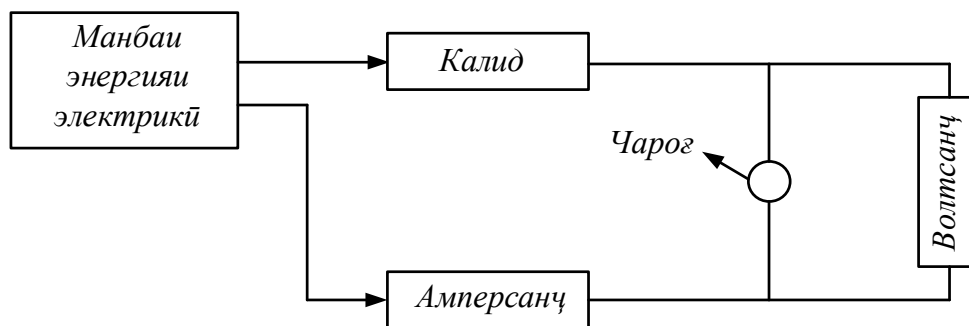
Барои пайвасти кардан ба қисми боқимондаи занҷир ҳар як элемент дорои бандак мебошад ва онро қутб (зажим) меноманд. Вобаста аз шумораи бандакҳои элементҳо дуқутба, чорқутба ва бисёрқутба шуда метавонанд.

Аппаратҳои коммутатсионӣ – ноқилҳои васлкунанда, асбобҳои санҷишӣ барои интиқоли энергияи электрикӣ тақсим намудани байни қабулкунакҳо, санҷиши речаи кории таҷҳизотҳои электротехникӣ хизмат мекунанд.

Нақшаи занҷири электрикӣ – ин тасвири графики шартии занҷири электрикӣ мебошад. Дар электротехника намудҳои гуногуни схемаи занҷири электрикӣ мавҷуд аст:

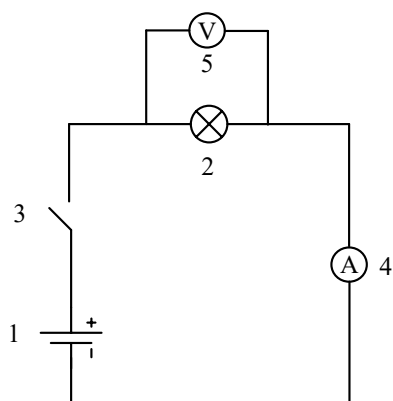
- Сохторӣ (структурная система);
- Принципиалӣ ;
- Бадалӣ;

Нақшаи сохтори занҷирӣ электрикӣ – ин тасвири графики шартии занҷири ҳақиқӣ, ки танҳо қисмҳои амалкунандаи муҳими занҷир ва алоқаҳои асосии байни онҳоро инъикос менамояд.



Расми 1 – Нақшаи сохтори занҷири электрикӣ

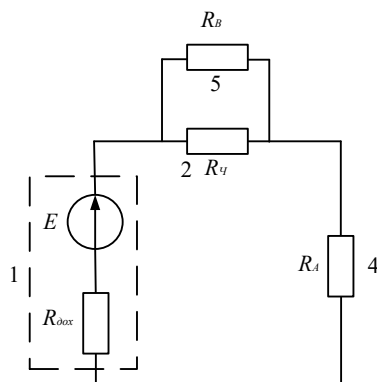
Нақшаи принципиалии занҷири электрикӣ – ин тасвири графики шартии занҷири ҳақиқӣ мебошад, ки дар он бо ёрии аломатҳои шартӣ ҳамаи элементҳои занҷир ва васли онҳо ишорат карда мешавад.



- 1 - Манбаъ;
- 2 - Чароғ;
- 3 - Калид;
- 4 - Амперсанч;
- 5 - Волтсанч;

Расми 2 – Нақшаи принципиалии занҷири электрикӣ

Нақшаи бадалии занҷири электрикӣ – ин тасвири графики шартии занҷири моделиронидашаванда мебошад, ки элементҳои идеалии он занҷири ҳақиқиро ишғол менамояд.



Расми 3 – Нақшаи бадалии занҷири электрикӣ

Занҷирҳои электрикӣ ба намудҳои зерин тақсим мешаванд:

1. Занҷирҳои электрӣ вобаста ба шумораи манбаҳои дар таркибашон ҷойдошта ба занҷирҳои *сода ва мураккаб* тақсим мешаванд. Занҷир сода номида мешавад, агар дорои танҳо як манбаъ бошад. Занҷири электрие, ки дорои 2 ва зиёда манбаҳо мебошад, занҷири мураккаб номида мешавад.

2. *Сершоха ва ғайрисершоха*. Занҷири электрӣ ғайрисершоха номида мешавад, агар дорои танҳо як шоха буда, аз тамоми ҷузъҳои он як ҷараён ҷорӣ гардад. Агар занҷири электрӣ дорои ду ва зиёда шохаҳо бошад, занҷир сершоха номида мешавад.

3. *Хаттӣ ва ғайрихаттӣ*. Занҷири электрие, ки дорои танҳо элементҳои хаттӣ мебошад, занҷири хаттӣ номида мешавад. Занҷири электрикӣ ғайрихаттӣ номида мешавад, агар дар таркибаш ақаллан як элементи ғайрихаттӣ дошта бошад. Элементи занҷири электрӣ, ки муқовиматаш аз ҷараёни аз он ҷоришаванда вобаста нест, элементи хаттӣ номида мешавад (дорои тавсифоти волт-амперии хаттӣ мебошад). Хусусияти асосии элементҳои ғайрихаттӣ (ЭҒ) дар он аст, ки муқовимати онҳо аз ҷараёни аз элемент ҷоришаванда вобаста аст (дорои тавсифоти волт-амперии ғайрихаттӣ мебошад).

Аз руи намуди ҷараён занҷирҳои электрӣ ба намудҳои зерин тақсим мегарданд:

4. *Ҷараёни доимӣ ва ҷараёни тағйирёбанда*. Ҷараён доимӣ номида мешавад, агар дар давоми вақт тағйир наёбад. Ҷараёни тағйирёбанда гуфта, ҷараёнеро меноманд, ки бо мурури замон ҳам аз руи бузургӣ ва ҳам аз руи самт тағйир меёбад. Ин тағйиротҳо пас аз фосилаи муайяни вақт такрор мегарданд, яъне тағйиротҳо даврӣ мебошанд.

5. *Синусоидалӣ ва ғайрисинусоидалӣ*. Занҷирҳои электрие, ки самт ва бузургии ҷараён, шиддат ва ҚЭХ-и онҳо аз руи қонуни синусоидалӣ тағйир меёбанд, занҷирҳои синусоидалӣ номида мешаванд. Занҷир ғайрисинусоидалӣ номида мешавад, агар шиддат ва ҷараёнҳо дар шохаҳои он хосияти ғайрисинусоидалӣ дошта бошад.

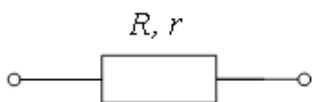
6. *Якфаза ва бисёрфаза.* Занчири электрии якфаза занчирест, ки дар таркибаш як ё якчанд манбаҳои дорои басомад ва фазаҳои ибтидоии якхела дорад. Занчири бисёрфаза - маҷмуи ду ва зиёда занчирҳои электрии дорои манбаҳои басомадашон якхела, ва нисбат ба ҳамдигар аз руи фазаи ибтидоӣ фарқкунанда, ки аз тарафи як генератор ҳосил карда шудааст. *Қувваи электроҳаракатдиҳанда (ҚЭХ)* –ададан баробар аст ба нисбати кори қувваҳои ғайр (ғайриэлектрикӣ), бар заряди нуқтавӣ (озмоишӣ), ки ин зарядро аз як нуқтаи занчир ба дигараш мекуҷонад [2].

Элементҳои занчири электрикӣ.

Элементҳои занчири электрикӣ шартан ба ду гурӯҳ ҷаъол ва ғайриҷаъол ҷудо мешаванд.

Элементҳои ғайриҷаъол:

- Элементи резистивӣ (резистор);



$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{l}{\gamma S}$$

Резистор – элементи занчир, ки параметри асосии он муқовимати R буда, ҳосияти табдили энергияи электрикиро ба дигар намудҳои энергия (гармӣ, нур ва ғайра) дорост.

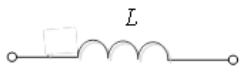
- Элементи ғунҷоишӣ (конденсатор);



$$C = \frac{q}{u}$$

Конденсатор ё *элементи ғунҷоишии электрикӣ* (воҳидаш F –Фарада) – тавсифи электрикии ноқил ё системаи ноқилҳо мебошад. Ғунҷоиш ба нисбати заряди электрикии ба ноқил додасаванда бар потенциали он баробар аст. Ғунҷоиш аз шакл, андозаи ноқил ва таъсирпазирии диэлектрикии муҳити атроф вобаста аст.

- Элементи индуктивӣ (ғалтаки индуктивӣ).



$$L = \frac{\Psi}{i}$$

Индуктивият (воҳидаш Н–Ҳенрӣ) тавсифи миқдории алоқаи байни сели майдони магнитии занҷири электрикӣ ва қувваи ҷараён мебошад. Индуктивият аз андоза ва шакли занҷири электрикӣ, нуфузпазирии магнитии ноқилҳои занҷир ва хосиятҳои магнитии муҳит вобаста аст.

Индуктивият (ё *галтаки индуктивӣ* L) – элементи занҷири электрикӣ буда, тавсифи миқдории алоқаи байни сели майдони магнитии занҷири электрикӣ ва қувваи ҷараён мебошад. Индуктивият аз андоза ва шакли занҷири электрикӣ, нуфузпазирии магнитии ноқилҳои занҷир ва хосиятҳои магнитии муҳит вобаста аст.

Қувваи электроҳаракатдиҳанда аз ҳисоби манбаи энергияи табиати ғайриэлектрикӣ дошта ба амал оварда мешавад (масалан, як қисми захираи энергияи потенциалии оби обанбор $\Delta A_{\text{ғайр}}$ дар гидрогенераторҳо ба энергияи электрикӣ табдил меёбад), ки барои ҷараёни электрикиро дар занҷир нигоҳ доштан зарур мебошад.

$$E = \frac{\Delta A_{\text{ғайр}}}{q_0};$$

Қиммати ҚЭҲи манбаъ E -ро бо вольтметр дар ҳолати ба занҷир пайваस्त набудани манбаъ чен мекунамд, воҳиди он V –Волт мебошад.

Ҷараёни электрикӣ – ҳаракати ботартиби равишдори зарядҳои электрикиро (зарра ё ҷисмҳои заряднок) дар зери таъсири майдони электрикӣ мебошад.

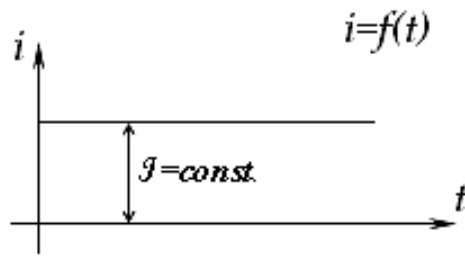
$$i(t) = \frac{dq}{dt};$$

i – ҷараёни электрикӣ, воҳидаш A –Ампер;

dq/dt – суръати кӯчиши зарядҳои электрикӣ дар воҳиди замон.

Ду намуди ҷараёни электрикиро фарқ менамоемд: *ҷараёни доимӣ* ва *ҷараёни тағйирёбанда* (синусодӣ).

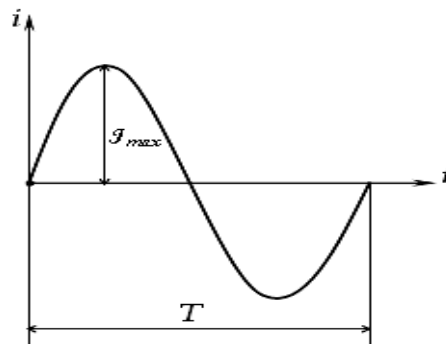
а) *Ҷараёни доимӣ* ($-I$) – дар мудати вақт тағйир намеёбад, яъне доимӣ мебошад $i=I=const$.



Расми 4 – Графикаи тағйирёбии ҷараёни доимӣ

б) Ҷараёни тағйирёбанда ($\sim I$) – қиммати лаҳзавии он дар мудати вақт аз рӯи қонуни махсус тағйир меёбад.

Дар электротехника қонуни синусоидаро қабул кардаанд, ки тағйирёбии қимати лаҳзавии ҷараёнро мефаҳмонад. $i = I_{max} \sin \omega t$.



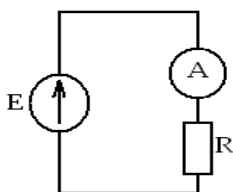
Расми 5 – Графикаи тағйирёбии ҷараёни тағйирёбанда

Дар ин ҷо: I_{max} – амплитудай ҷараён, [A]. (Амплитуда ин қимати максималии ҷараён мебошад); ωt – фаза лаппиш; T – даври аппиш, [s]; ω – басомади даврӣ ё ин ки басомади сиклӣ

$$\omega = 2\pi f \text{ [rad/s]}.$$

Миқдори лаппиш дар воҳиди вақт басомад номида мешавад ва онро басомади ҳагтӣ ҳам мегӯянд f . Воҳиди басомад Гертс [Hz] мебошад.

$$f = \frac{1}{T} \text{ [Hz]}.$$



Қиммати ҷараёнро бо асбоби “Амперметр” чен мекунанд ва онро дар занҷири электрикӣ пайдарпай васл менамоянд.

Потенсиали электрикӣ – бузургии сколяри буда, тавсифи (характеристикаи) энергетикӣ майдони электростатикӣ мебошад ва

ба нисбати энергияи потенциалии нуқтаи додашудаи майдон W_P бар заряди электрикии озмоишии q_0 (ки дар ҳамин нуқтаи додашудаи майдон ҷойгир аст) барбар аст.

$$\varphi = \frac{W_P}{q_0} \left(\frac{\text{Ҷоул}}{\text{Кулон}} = \frac{J}{C} = V(\text{Волт}) \right)$$

Фарқи потенциал – ададан ба нисбати кори қувваҳои кулонӣ $A_{\text{кулон}}$ бар заряди нуқтавии озмоишӣ q_0 , ки зарядро аз як нуқтаи якуми майдон ба нуқтаи дуюмаш мекӯҷонад, баробар аст.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A_{\text{кулон}}}{q_0} \text{ ва ё } \varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 \vec{E}_{\text{кул}} \cdot d\vec{l}$$

Шиддат - байни ду нуқтаи занҷири электрикӣ ададан ба нисбати кори қувваҳои кулонӣ $A_{\text{кулон}}$ ва кори қувваҳои ғайр бар заряди нуқтавӣ (озмоишӣ), ки ин зарядро аз як нуқтаи занҷир ба дигараш мекӯҷонад баробар аст, воҳидаш V -Волт.

Қиммати шиддатро бо асбоби ченкунии вольтметр чен мекунамд, ва он дар занҷири электрики паралел васл карда мешавад.



Расми 6 – Нақшаи пайвасти элементҳои занҷир

Бузургии ҷараёни шоха байни гиреҳҳои 1 ва 2 бо формулаи Ом ҳисоб карда мешавад

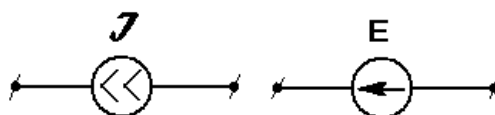
$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + E_1 - E_2}{R_1 + R_2}$$

Аз ин ҷо: $U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 + E_1 - E_2 = I(R_1 + R_2)$

Шиддат байни гиреҳҳои 1 ва 2 U_{12} баробари фарқи потенциалҳои $\phi_1 - \phi_2$ мешавад, агар қувваҳои ғайр E_1 ва E_2 набошанд ($E_1 = E_2 = 0$).

Манбаҳои ҚЭХ ва ҷараён. Дар электротехника 2 намуди манбаро фарқ менамоянд:

1. манбаи қувваи электроҳаракатдиҳанда (ҚЭХ)
2. манбаи ҷараён

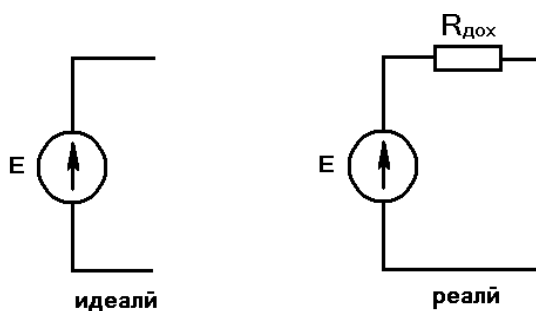


Ҳар дуи ин манбаъҳо метавонанд идеалӣ ва реалӣ бошанд.

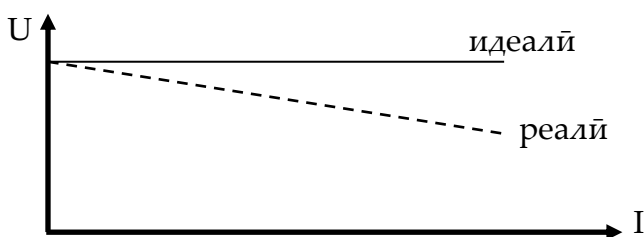
Манбаи ҚЭХ идеалӣ номида мешавад, агар шиддат дар бандакҳои он аз ҷараён вобаста набошад.

$$U \neq f(I)$$

Муқовимати дохилии чунин манбаъ ба 0 баробар аст. $R_{дох} = 0$



Тавсиф (характеристика)-и волт-амперӣ:

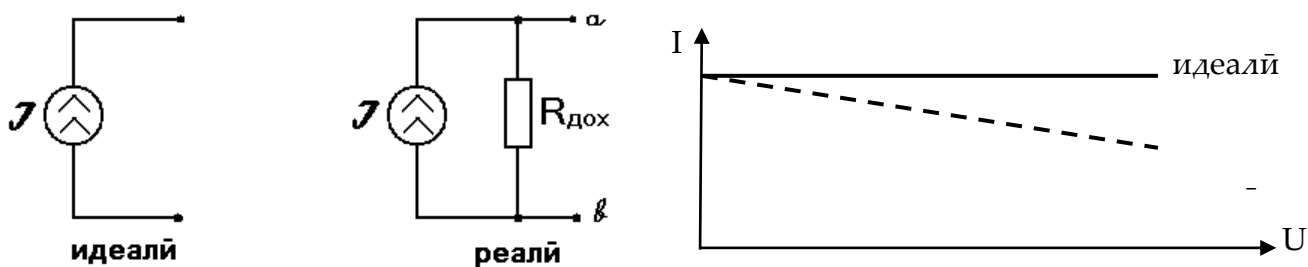


Расми 7 – Тавсифоти волт-амперии манбаи ҚЭХ

Манбаи ҷараён идеалӣ номида мешавад, агар ҷараёни манбаъ аз шиддат дар бандакҳои он вобаста набошад.

$$I \neq f(U)$$

Муқовимати дохилии чунин манбаъ беохир калон аст. $R_{дох} = \infty$



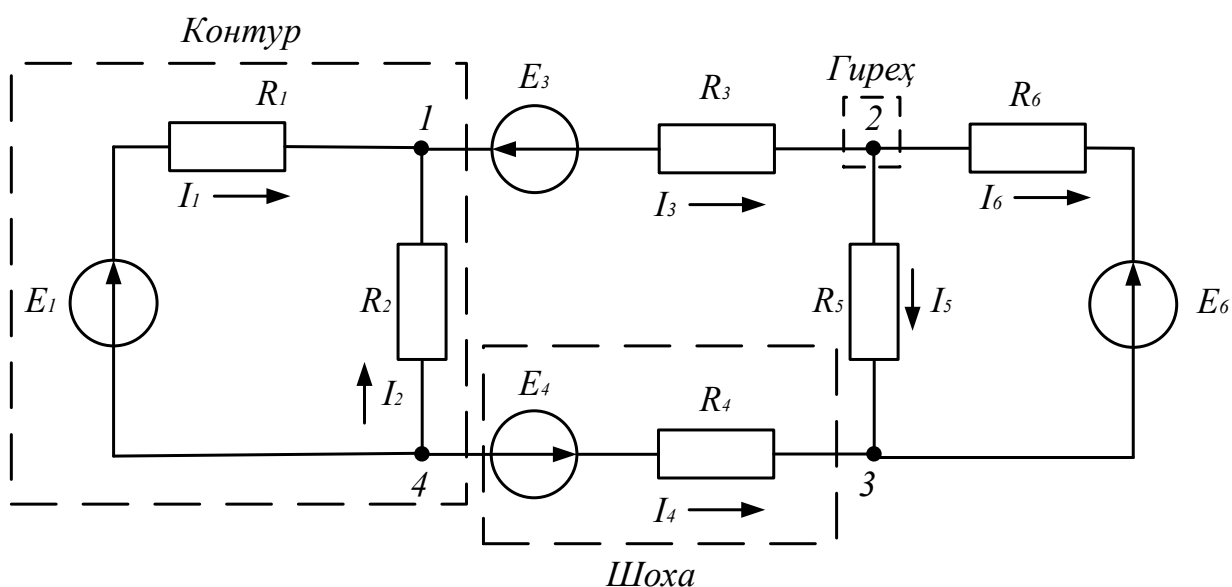
Расми 8 – Нақша ва тавсифи волт-амперии ианбаи ҷараён

Мафҳумҳои топологии занҷири электрикӣ

1. *Шоха* – қисми занчири электрикие мебошад, ки байни ду гиреҳ ҷойгир буда аз тамоми элементҳои пайдарпай пайваस्तшудаи он ҷараёни бузургиаш якхела ҷорӣ мешавад.
2. *Гиреҳ* – нуқтаи васли се ва аз он зиёда шохаҳо мебошад.
3. *Контур* – қисми сарбастии занчири электрикӣ мебошад. Байни контурҳои вобаста ва новобаста фарқиат дида мешавад.

Контуре новобаста номида мешавад, ки ақалан як шоҳаи он ба дигар контурҳо тааллуқ надошта бошад.

Дар расми 9 занчири электрикие дида мешавад, ки иборат аст аз 4 *гиреҳ*, 6 *шоҳа*, 3 *контуре новобаста*.



Расми 9 – Нақша бадалии занчири мураккаби сершоҳа.

Адабиёт:

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Воспитаи таълимӣ – Москва: Высшая школа, 1996, 529 с.
2. Ҷӯраев Ш.Ҷ., Исмоилов С.Т. Электротехника (қисми 2). Занҷирҳои электрикӣ якфаза ва сефазаи ҷараёни синусоидалӣ. Воспитаи таълимӣ – Душанбе: ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, 2021, 196 саҳ.