

## O'zgarmas tok qonunlari.

### Reja:

1. Elektr toki va uning asosiy xarakteristiklari.
2. O'zgarmas tok.
3. Zanjirning bir qismi va butun qismi uchun Om qonuni.
4. Qarshilik va uning birligi.
5. Joul–Lens qonuni.
6. Kirxgof qoidalar. O'tkazgichlarni ulash.

**Tayanch iboralar:**Elektr toki, tok kuchi, tok zichligi. Om qonuni, qarshilik, Joul – Lens qonuni, Kirxgof qoidasi.

Zaryadli zarrachalarning ma'lum bir yo'nalishida tartibli harakati *elektr toki* deb ataladi. “Tok ” so'zining tarjimasini “oqim” bo'lib, elektr toki elektr zaryadlarining oqimidir. Elektr toki metallarda erkin elektronlarni, elektrolitlarda musbat va manfiy ionlarni, gazlarda musbat va manfiy ionlar hamda elektronlarning tartibli harakati hosil qiladi. O'tkazgichlardagi erkin elektronlarning elektr maydon ta'siridagi tartibli harakatiga *o'tkazuvchanlik toki* deyiladi.

Elektr tokining yo'nalishi qilib, shartli ravishda musbat zaryadlarni tartibli harakat yo'nalishi qabul qilingan. O'tkazgichdagi tokning mavjudligi uning ta'siri yoki hosil qilgan hodisalarga qarab quyidagicha aniqlanishi mumkin:

- 1) Tok o'tayotganda o'tkazgich qiziydi.
- 2) Tokning atrofida magnit maydoni hosil bo'ladi.
- 3) Elektr toki o'tganda moddaning kimyoviy tarkibi o'zgaradi.

Elektr tokini miqdor jihatdan xarakterlash uchun tok kuchi deb ataluvchi fizik kattalik kiritiladi.

O'tkazgichning ko'ndalang kesimi yuzasidan vaqt birligi ichida o'tgan zaryad miqdoriga – tok kuchi deb ataladi.

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (1) \text{ Bunda: } I - \text{ tok kuchi, } dt - \text{ vaqt, } dq - \text{ zaryad miqdori.}$$

Vaqt o'tishi bilan tokning yo'nalishi va kuchi o'zgarmaydigan tokka- o'zgarmas tok deyiladi.

O'zgarmas tok uchun tok kuchi:  $I = \frac{q}{t}$  (2) ko'rinishda yoziladi.

Tok kuchi birligi qilib, SI – sistemasida – 1 Amper (1A) qabul qilingan.

$$[I] = \left[ \frac{q}{t} \right] = \left[ \frac{1\text{Kl}}{1\text{c}} \right] = [1A] . \quad 1A = 3 \cdot 10^9 \text{ SGSE}_I \text{ ga teng.}$$

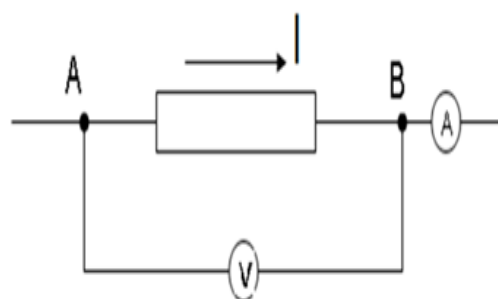
Tok kuchi **ampermetr** deb ataluvchi asbob yordamida o'lchanadi.

Ampermetr doimo elektr zanjiriga ketma – ket o'lanadi .

O'tkazgichning ko'ndalang kesimining xar hil nuqtalaridagi taqsimlanishini ifodalash uchun tok zichligi deb ataluvchi kattalik kiritiladi va u  $j$  – harfi bilan belgilanib

$$j = \frac{J}{S} \quad (3) \text{ ko'rinishda yoziladi.}$$

Zaryad tushuvchilarning harakat yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan birlik yuzaga to'g'ri keluvchi tok kuchiga – tok zichligi deb ataladi.

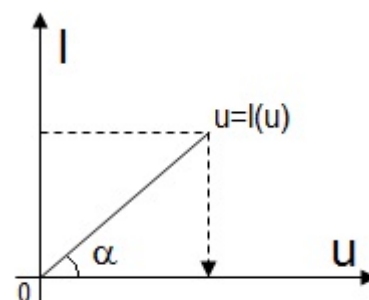


15.1-rasm.

O'tkazgichdagi elektr toki elektronlarning tartibli harakatidan iborat ekanligini tasdiqlovchi tajribani birinchi bo'lib, rus fiziklari L.I.Mandelshtam va N.D.Papaleksi 1913 – 1914 yilda kuzatishgan.

Om qonuni zanjirning bir qismidan o'tayotgan tok kuchini shu qism uchlaridagi kuchlanishga bog'liqligini ifodalaydi. Zanjirni tok manbai yoki E.YU.K. ta'sir etmaydigan qismi zanjirni bir qismi deb yuritiladi.

Zanjir qismidan o'tayotgan tok kuchini shu qism uchlaridagi kuchlanishga (potensiallar ayirmasiga) bog'lanishi, ya'ni o'tkazgichning vol't – amper xarakteristikasini 1826 – yili nemis fizigi Georg Simon Om tajriba yo'li bilan aniqlagan. Om qonuniga asosan o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi kuchlanishga proparsionaldir.



15.2-rasm.

$I = kU$  (4)  $k$  – proporsionallik koeffitsienti bo‘lib, o‘tkazgichning elektr o‘tkazuvchanligi deyiladi.

U o‘tkazgichning materialiga va geometrik o‘lchamlariga bog‘liq.

$$K = \frac{I}{U} \quad (5) \text{ teng bo‘lib,}$$

SI – sistemasida o‘tkazuvchanlik birligi qilib – 1 simens (1sm) qabul qilingan.  $1_{cm} = \frac{1A}{1B}$  ga teng. Odatda, amaliy hisoblashlarda elektr o‘tkazuvchanlikni teskari ifodasi bo‘lgan kattalikdan foydalaniladi. ***O‘tkazgichning zanjirda tok o‘tishiga qarshilik qilish xossasi elektr qarshilik deb ataladi va R harfi bilan belgilanadi.***

Elektr qarshilikning asosiy birligi qilib, fizikaga qarshilik tushunchasini kiritgan va elektr zanjirning asosiy qonunini kashf etgan nemis fizigi Georg Simon Om sharafiga om qabul qilingan.

Bu kattalik o‘tkazgichning elektr qarshiligi deb atalib,  $R = \frac{1}{K} \quad (6)$

ko‘rinishda yoziladi. Bunda  $R$  – o‘tkazgichni elektr qarshiligi bo‘lib, u o‘tkazgichdagi zaryadlarni tartibli harakatiga o‘tkazgichni ko‘rsatadigan ta’sirini ko‘rsatadi va elektr energiyani o‘tkazgich ichki energiyasiga aylanishini belgilaydi.

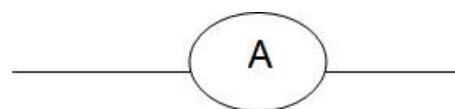
(6) ifodaga asosan (4) ifodani  $I = \frac{U}{R} \quad (7)$  ko‘rinishda yozish mumkin.

Bu ifodaga asosan zanjir qismi uchun Om qonuni quyidagicha ta’riflanadi: Zanjir qismidan o‘tayotgan tok kuchi o‘tkazgich uchlarida kuchlanishga to‘g‘ri, o‘tkazgichning elektr qarshiligiga teskari proporsionaldir. (7) ifodadan  $R = \frac{U}{I} \quad (8)$  bo‘ladi.

SI- sistemasida elektr qarshiligi birligi kilib- 1 Om qabul qilingan

$$[I] = \left[ \frac{U}{I} \right] = \left[ \frac{1B}{1A} \right] = [1Om] U = \frac{A}{q}$$

O‘tkazgichning elektr qarshiligini o‘tkazgichning qanday moddadan



tayyorlanganligi va uning geometrik o‘lchamlariga bog‘liqligini

$$R = \rho \frac{l}{S} \text{ (9) ifoda bilan aniqlanadi.}$$

Bunda  $l$  – o'tkazgich uzunligi,  $S$  – o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasi,  $\rho$  – o'tkazgich moddasining turiga bog'liq bo'lgan kattalik bo'lib, u o'tkazgichning solishtirma qarshiligi deb ataladi.

$$[\rho] = \left[ \frac{R \cdot S}{l} \right] = \left[ \frac{1 \Omega \cdot \text{m}^2}{\text{m}} \right] = [\Omega \cdot \text{m}]$$

Elektr zanjiri tarkibida tok manbai, ya'ni E.YU.K. mavjud bo'lsa, bunday zanjir uchun Om qonuni quyidagicha yoziladi.

15.3-rasm

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{ym}} = \frac{(U_A - U_B) + E_{AB}}{R + r} \quad (10) \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

Bunda:  $r$  – tok manbaini ichki qarshiligi

$R$  – tashqi qarshilik

$R+r$  – to'la qarshilik

$E_{AB}$  – tok manbai

E.YU.K qarshilik

Zanjirning bir qismi, ya'ni bir jinsli qismi uchun Om qonunining differensial ko'rinishi:

$$j = \sigma \cdot E \text{ (11) ko'rinishda yoziladi.}$$

Bunda:  $\sigma$  - materialning elektr o'tkazuvchanligi bo'lib,

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \text{ (12) ga teng.}$$

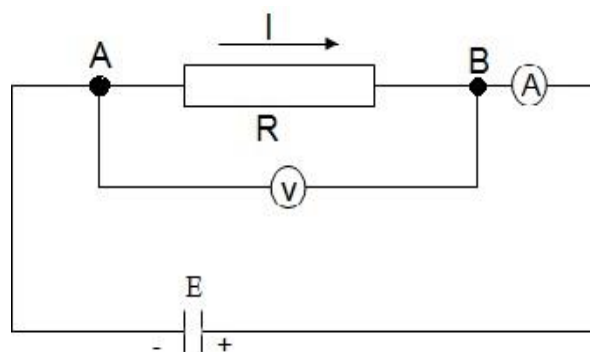
$E$  – elektr maydon kuchlanganligi.

$J$  - tok zichligi.

Berk elektr zanjiri, ya'ni zanjirning bir jinsli bo'lmagan qismi uchun Om qonunining differensial ko'rinishi

$$j = \sigma(E + E_t) \quad (13) \quad \text{ko'rinishda yozilib, bunda } E_t \text{ – tashqi kuchlar}$$

maydonining kuchlanganligi.



O'tkazgichda zaryadlar elektr maydon ta'sirida tartibli harakat qilib, o'tkazgichning qarshiligini engish uchun ish bajaradi. Bu ish o'tkazgichlarda shu o'tkazgichning ichki energiyasini orttirishga, ya'ni issiqlik energiyasiga aylanadi. Rus olimi E. X. Lens (1804-1865) va ingliz olimi J.N.Joul (1818-1889) bir-biridan xabarsiz tokning issiqlik ta'sirini ifodalovchi qonunni birinchi marta 1843 yilda eksperimental tekshirish natijalari asosida kashf qilishdi,

Bu qonun Joul –Lens qonuni deyilib, u quyidagicha ta'riflanadi:

O'tkazgichdan tok o'tganda ajralib chiqqan issiqlik miqdori tok kuchining kvadrati bilan o'tkazgich qarshiligi va tokning o'tish vaqtining ko'paytmasiga teng.

$$Q=I^2Rt \quad (14)$$

Bunda: Q – o'tkazgichdan tok o'tganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori

t – tokning o'tish vaqti

R- o'tkazgich qarshiligi

Bundan ko'rinadiki, o'tkazgichdan ajralgan issiqlik miqdori tokning zanjirining bir qismida bajargan ishiga teng.

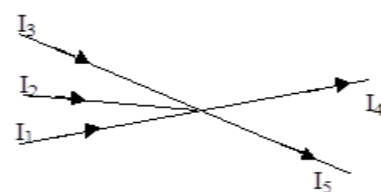
Tokning ishi formulaga asosan turli ko'rinishga ega ekanligini nazarga olib, Joul- Lens qonunini yana quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$Q=I^2Rt=Iut=U^2t/R \quad (15)$$

o'tkazgich qarshiligi va tokning o'tish vaqtining ko'paytmasiga teng:

Tokning issiqlik ta'siridan elektr isitish asboblari, cho'g'lanma lampalar, eruvchan saqlagichlar, elektr o'lchov asboblari yasashda foydalanilgandir. Xuddi shuningdek, A.N.Lodigin (1847-1923) ning 1872 yilda kashf qilgan ko'mir tolali cho'g'lanma lampasi ham tokning issiqlik ta'siriga asoslangandir.

Kirxgoff qoidalari tarmoqlangan murakkab zanjir qismlarini hisoblashda qo'llaniladi. Elektr zanjirni kamida uchta o'tkazgich tutashgan nuqtasi – tugun deyiladi. Odatda, tugunga kelayotgan toklarni musbat, ketuvchi toklarni manfiy ishora bilan olinadi.



15.4-rasm.

Kirxgoffning I – qoidasiga asosan, tugunda uchrashuvchi toklarning algebraik yig‘indisi 0 ga teng, yoki tugunga keluvchi toklarning arifmetik yig‘indisi tugundan chiquvchi toklarning arifmetik yig‘indisiga teng bo‘ladi.

$$\sum_{i=1}^n I_i = I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0 \quad (16) \quad \text{yoki} \quad I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5 \quad (17)$$

Kirxgoffning II-qoidasi tarmoqlangan zanjirning ixtiyoriy yopiq konturi uchun taalluqli bo‘lib, zanjirning berk qismi uchun Om qonuni ifodasidan foydalanib uning matematik ifodasini yozish mumkin. Om qonunini yopiq zanjirning quyidagi qismlari uchun yozamiz:

AB – qismi uchun:  $I_1 R_1 = \varphi_A - \varphi_B + E_1$

BS – qismi uchun:  $I_2 R_2 = \varphi_B - \varphi_C + E_2 \quad (18)$

SD – qismi uchun:  $I_3 R_3 = \varphi_C - \varphi_D + E_3$

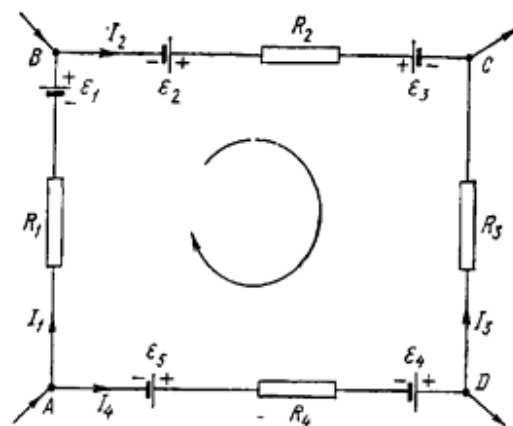
DA – qismi uchun:  $I_4 R_4 = \varphi_D - \varphi_A + E_4 + E_5$

Bu ifodadan

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E_1 - E_2 + E_3 - E_4 + E_5 \quad (19)$$

hosil bo‘ladi, buni umumiy ko‘rinishda

$$\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \quad (20) \text{ shaklida yozish mumkin.}$$



15.5-rasm.

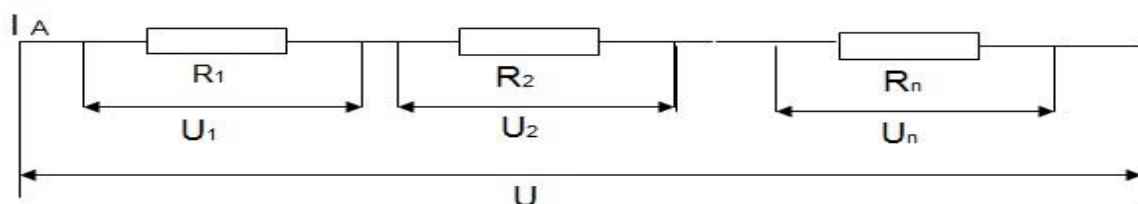
Bu ifoda Kirxgoffning 2 – qoidasi formulasi bo‘lib, u quyidagicha ta’riflanadi: Tarmoqlangan elektr zanjirning yopiq konturi qismlaridagi tok kuchlarini qarshiliklariga ko‘paytmasining algebraik yig‘indisi shu konturdagi E.YU.K larning algebraik yig‘indisiga teng bo‘ladi.

O‘tkazgichlar bir- biriga ikki xil usulda ulanadi:

- 1) Ketma – ket ulash
- 2) Parallel ulash

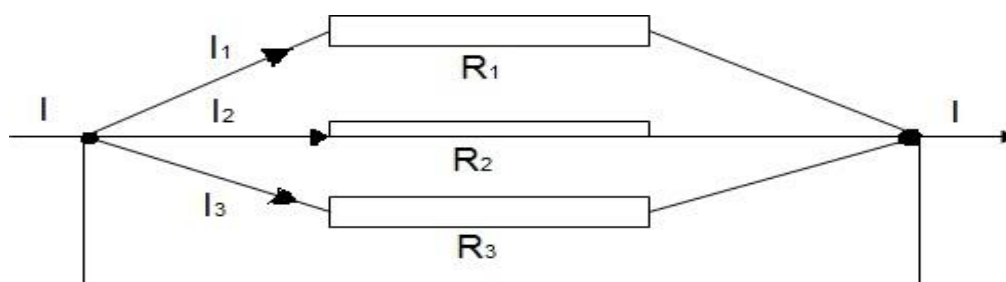
Ketma – ket ulash deb, oldingi o‘tkazgichning oxiriga keyingi o‘tkazgichning boshini ulash usuliga aytiladi. Ketma – ket ulashda zanjirning barcha qismlaridan o‘tadigan tok kuchi bir xil, kuchlanish xar xil bo‘ladi.

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n \quad (21) \quad U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \quad (22)$$



15.6-rasm

Ketma – ket ulangan zanjirning umumiy qarshiligi (22) ifodaga asosan



15.7-rasm.

$$IR = I R_1 + IR_2 + IR_3 + ..... + IR_n \quad (23) \quad \text{bundan}$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + ..... R_n \quad (24) \quad \text{ga teng ekanligi kelib chiqadi.}$$

Bu ifoda asosan ketma – ket ulangan zanjirning umumiy qarshiligi alohida o‘tkazgichlar qarshiliklarining algebrik yig‘indisiga tengligi kelib chiqadi.

O‘tkazgichlarni parallel ulash deb, o‘tkazgichlarning bir uchi bir tugunga, ikkinchi uchi ikkinchi tugunga ulangan o‘tkazgichlar sistemasiga aytiladi.

Parallel ulashda xar bir tarmoqdagi va butun tarmoqdagi kuchlanish bir xil, tok kuchlari esa har xil bo‘ladi

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = ..... U_n \quad (25)$$

$$I = I_1 + I_2 = ..... = I_n \quad (26) \quad \text{Om qonuniga asosan (26) ifodani}$$

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + ..... + \frac{U}{R_N} \quad (27) \quad \text{ko‘rinishida yozib, bundan}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ..... + \frac{1}{R_N} \quad (28) \quad \text{ifoda hosil bo‘ladi. Bu ifodaga asosan parallel}$$

ulangan zanjirning umumiy qarshiligi alohida o‘tkazgichlarni qarshiligidan kichik ekanligi kelib chiqadi.

Qarshilikni oshirish uchun o‘tkazgichlar ketma – ket kamaytirish uchun esa parallel ulanadi.

### **Nazorat savollar:**

1. Elektr toki deb nimaga aytiladi?
2. O'zgarmas tok deb qanday tokka aytiladi?
3. Tok kuchi, tok zichligi deb nimaga aytiladi? Formulalari va o'lchov birliklarini yozing.
4. Zanjirning bir qismi va butun zanjir uchun Ohm qonuni.
5. O'tkazgich qarshiligi va solishtirma qarshilik deb nimaga aytiladi? Formulasi va birliklarini yozing?
6. Joul – Lens qonunini ta'riflang?
7. Kirxgofning birinchi va ikkinchi qoidalarini tushuntiring?
8. Qarshiliklarni parallel va ketma – ket ulash formulalarini yozing?