

BUXORO MUHANDISLIK TEXNOLOGIYALAR INSTITUTI



<<Kimyoviy TEXNOLOGIYALAR>> FAKULTETI

Bajardi: 12-15NGKST talabasi Narzullayev Jamshid
Qabul qildi: M.R.Turdiyev



O`ZGARMAS TOK QONUNLARINI O`RGANISH

**MAQSAD: O`zgarmas tok
qonunlari haqida tushuncha
hosil qilish va ularni
o`rganish.**

REJA:

- ◆ 1. O`tkazgichlar, yarimo`tkazgichlar va dielektriklar. Elektr tokining mavjud bo`lish sharti. Tashqi kuchlar.
- ◆ 2. Om va Joule-Lenz qonunlarining differentsial va integral ko`rinishlari.
- ◆ 3. Galvanik element mavjud bo`lgan zanjir uchun Om qonuni. Kirxgof qoidalar.

O`TKAZGICHLAR, YARIMO`TKAZGICHLAR VA DIELEKTRIKLAR. ELEKTR TOKINING MAVJUD BO`LISH SHARTI. TASHQI KUCHLAR.

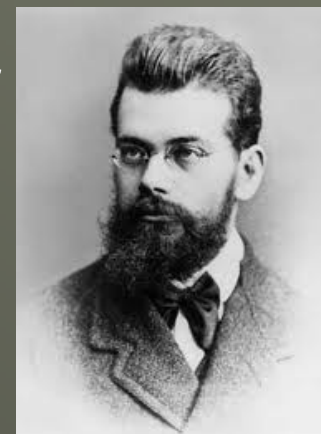


Tok tashuvchilarning (elektronlar, ionlar) mavjudligi jismni elektr o`tkazuvchanligini asosiy sharti bo`ladi. Jismlarda tok tashuvchilarning xarakteriga qarab, ular o`tkazgichlarga, dielektriklarga va yarimo`tkazgichlarga bo`linadi.

O`tkazgichlar - shunday jismlarki, ularda zaryadlar jismning butun hajmi bo`ylab erkin ko`chaoladi. O`tkazgichlar ikki turga bo`linadi: birinchi tur o`tkazgichlar (masalan, metallar) ularda erkin elektronlarning ko`chishi kimyoviy o`zgarishlarsiz sodir bo`ladi; ikkinchi tur o`tkazgichlar (masalan, eritmalar, kislotalar), ularda zaryadlarning ko`chishi (musbat va manfiy ionlar) kimyoviy o`zgarishlar orqali sodir bo`ladi.

Dielektriklar - (masalan, shisha, plastmassa) - elektr tokini o`tkazmaydigan jismlardir, ularda erkin elektronlar juda kam.

Yarimo`tkazgichlar (masalan, germaniy, kremniy)-elektr o`tkazuvchanligi bo`yicha o`tkazgichlar bilan yarimo`tkazgichlar orasidagi jismlar bo`lib, zaryad tashuvchilik vazifasini elektronlar va musbat zaryadlangan kovaklar bajaradi. Ularni o`tkazuvchanligi tashqi sharoitlarga (masalan, temperaturaga) bog`liq.



Zaryadlangan zarrachalarning biron yo`nalishdagi harakatiga elektr tok deyiladi. elektr tokining yo`nalishi etib musbat zaryadning harakat yo`nalishi qabul qilingan. elektr tokini hosil qilgan zaryadlangan zarrachalarni tok tashuvchilar deyiladi.

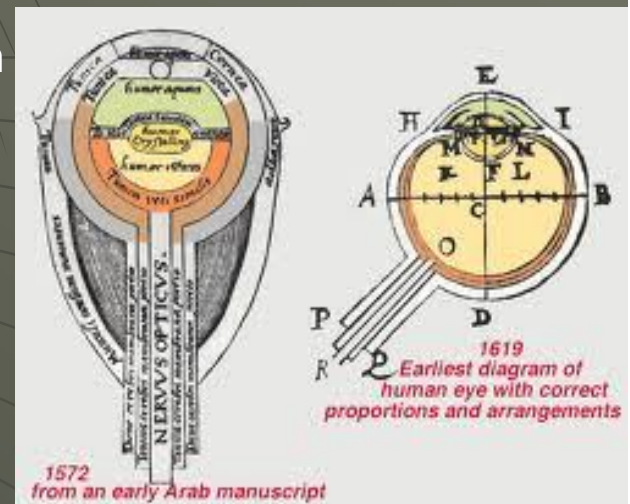
Elektr tokini miqdoran xarakterlash uchun tok kuchi va tok zichligi tushunchalaridan foydalaniladi. O`tkazgichning ko`ndalang kesimidan birlik vaqt ichida oqib o`tayotgan zaryad miqdorini ko`rsatuvchi kattalikka tok kuchi deyiladi. Agar dt vaqt ichida o`tkazgichning ko`ndalang kesimidan dq zaryad oqib o`tayotgan bo`lsa, tok kuchi quyidagicha ifodalanadi:

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (6.1)$$

SI sistemasida tok kuchining birligi qilib Amper (qisqacha A) qabul qilingan. O`tkazgichning ko`ndalang kesimidan 1 sekund vaqt davomida 1 Kulon zaryad oqib o`tayotgan bo`lsa, tok kuchi 1 A bo`ladi.

Agar teng vaqtlar ichida o`tkazgichning ko`ndalang kesimidan o`tayotgan zaryadning miqdori va uning yo`nalishi o`zgarmas bo`lsa, bunday tokni o`zgarmas tok deyiladi. U holda tok kuchi:

$$I = \frac{q}{t} \quad (6.2)$$



Tok o`zgarmas bo`lishi uchun tok o`tayotgan o`tkazgichning barcha nuqtalarida elektr maydon kuchlanganligi o`zgarmas saqlanishi lozim. Shuning uchun tok o`tayotgan o`tkazgichning biron joyida zaryadlar ko`payib yoki kamayib ketmaydi. Aks holda mazkur zaryadlarning elektr maydoni o`zgarib ketadi. Demak, o`zgarmas tok oqayotgan zanjir yopiq bo`lishi, tok kuchi esa zanjirning barcha ko`ndalang kesimlarida bir xil bo`lishi kerak.

Tok kuchi skalyar kattalik bo`lgani uchun, berilgan sirt orqali elektr tokining taqsimlanishini va shu sirtning turli nuqtalarida tok yo`nalishini ifodalash uchun tok zichligi vektori degan kattalik kiritiladi. Tok zichligi deb o`tkazgich ko`ndalang kesimining bir birligiga to`g`ri kelgan tok kuchiga aytiladi:

$$\mathbf{j} = dI/dS_n \quad (6.3)$$

bundan

$$dI = j dS_n = j dS \cdot \cos \alpha = \vec{j} \vec{n} dS = \vec{j} d\vec{S}$$

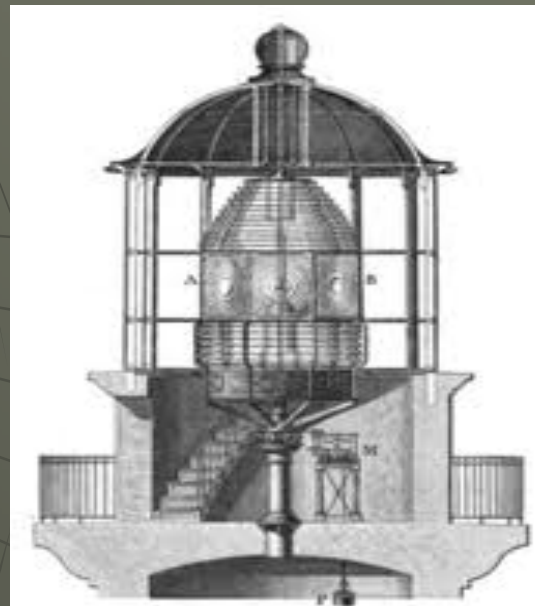
yoki

$$I = \int_S \vec{j} d\vec{S} = \int_S j_n dS \quad (6.4)$$

bu erda j_n - tok zichligining sirtga o`tkazilgan normal yo`nalishidagi proyeksiyasi.

O`zgarmas tok uchun esa

$$\mathbf{j} = \frac{I}{S} \quad (\text{A/m}^2) \quad (6.5)$$



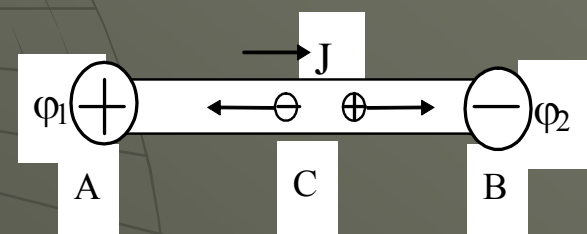
ELEKTR TOKINING PAYDO BO'LISH SHARTLARI. TASHQI KUCHLAR.

O'tkazgichda elektr tokini paydo bo'lishi uchun uning uchlarida potentsiallar ayirmasini hosil qilish kerak, chunki zaryadlangan zarrachalar elektr maydoni ta'sirida harakatlanadi.

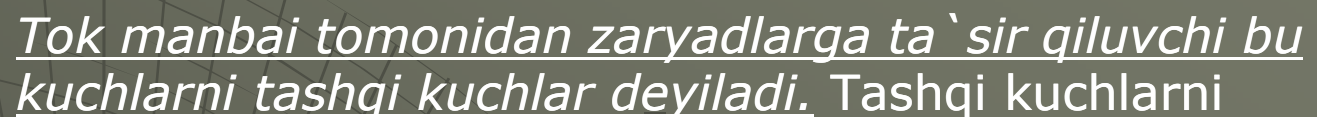
A va B o'tkazgichlar turli ishorali zaryadlar bilan φ_1 va φ_2 potentsiallarga zaryadlangan bo'lsin (6.1-rasm).

Maydon kuchlari ta'sirida musbat zaryadlar ACB, manfiylari esa qarama-qarshi yo'nalishda harakatlana boshlaydilar. Tok o'tishi natijasida potentsiallar tenglashadi va maydon kuchlanganligi nolga teng bo'ladi, tok to'xtaydi. Demak, elektr maydoni o'tkazgichda qisqa vaqtli tok hosil qiladi. Elektr zanjirida tokning o'tib turishini ta'minlash uchun zanjir tarkibida zaryadlarni ajratuvchi va o'tkazgichlarga ko'ciruvchi maxsus qurilma kerak bo'ladi. Bunday qurilmani tok manbai deyiladi. Bu

qurilmada (generator) elektronlarga elektrostatik xarakterda bo'lmagan kuchlar ta'sir qiladi.



6.1-rasm

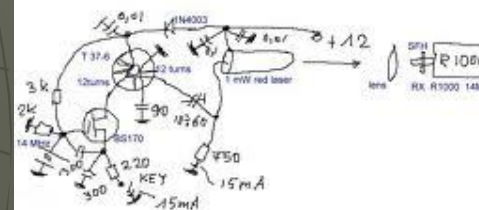


Tashqi kuchlar, elektr zaryadini ko`chirib ish bajaradi:

Bu ishni tok manbaining elektr yurituvchi kuchi (EYUK) deyiladi. Boshqacha qilib aytganda tok manbaining elektr yurituvchi kuchi, tashqi kuchlarning birlik musbat zaryadni tok manbaini o`z ichiga olgan berk zanjir bo`ylab ko`chirishda bajargan ishi bilan ifodalanadi.

$$F_t = qEt \quad (6.7)$$

14 MHz modulator to 400 THz



Elektr yurituvchi kuch birligi qilib volt (V) qabul qilinadi: 1 V - shunday tok manbaining eYUK ki, bunda tashqi kuchlar berk zanjir bo`ylab 1 Kl zaryadni ko`chirishda 1 J ish bajaradi.

Umumiy holda o`tkazgichlardagi q zaryadli tok tashuvchilarga Kulon va tashqi kuchlar ta`sir etadi:

$$\vec{F} = \vec{F}_k + \vec{F}_T = q(\vec{E}_k + \vec{E}_T)$$

bunda k - o`tkazgich ichidagi elektrostatik maydon kuchlanganligi; T tok manbai ichidagi tashqi kuchlar kuchlanganligi.

Mazkur kuchlar tomonidan q zaryadni elektr zanjirining biron qismida ko`chirishda bajarilgan ish

$$A_{12} = \int_1^2 F_k dl + \int_1^2 F_T dl = q \int_1^2 E_k dl + q \int_1^2 E_T dl = q(\varphi_1 - \varphi_2) + q\mathcal{E}_{12}$$

Elektrostatik va tashqi kuchlar birlik zaryadni ko`chirishda bajargan ishiga son jihatdan teng kattalikni zanjirning berilgan qismida kuchlanish tushishi yoki kuchlanish U deyiladi:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 + \mathcal{E}_{12} \quad (6.8)$$

Tashqi kuchlar bo`lmaganda kuchlanish  $U = \varphi_1 - \varphi_2$  zanjirning berilgan qismidagi potentsiallar farqiga teng bo`ladi.

Om va Joul' - Lents qonunlarining integral va differentsial ko`rinishi

O`tkazgich va tok manbailarni ketma-ket yoki parallel ulash asosida hosil bo`lgan tizimni elektr zanjir deyiladi (6.2-rasm) va u bir jinsli yoki bir jinsli bo`lmagan qismlarga bo`linadi. Bunda tok manbai ishtirok etgan qismini zanjirning bir jinsli bo`lmagan (3-ε-1) qismi, tok manbai ishtirok etmagan qismini esa bir jinsli (1-2-3) qismi deyiladi. Agar zanjirning turli qismlarida potentsiallar farqi vujudga keltirilsa, ulardan elektr toki o`tdi. Zanjirning bir jinsli qismidan o`tayotgan tok kuchining potentsiallar ayirmasiga bog`lanishini tajribada tekshirgan nemis olimi G. Om quyidagi qonuniyatni kashf etdi

$$I = U/R, \quad (6.9)$$

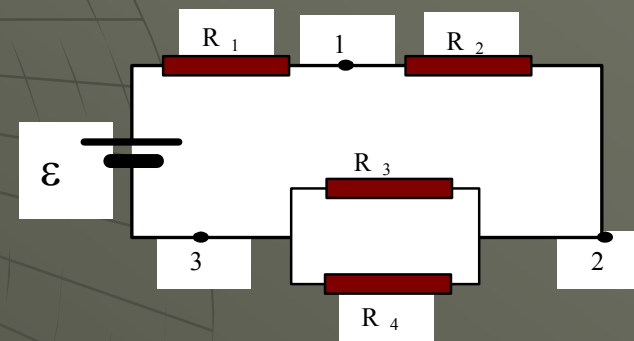
bunda R - zanjirning tekshirilayotgan qismining qarshiligi;
 U - qarshilik uchlaridagi potentsiallar ayirmasi yoki kuchlanish.
SI sistemasida potentsialni (V) volg`tda o`lchanadi.

Yuqorida qayd etganimizdek tok kuchi I amperlarda o`lchanadi. (6.9) dan aniqlangan qarshilik omlarda o`lchanadi. Uchlarida kuchlanish pasayishi 1V bo`lganda 1 A tok o`tadigan o`tkazgichning qarshiligi 1 Om deb qabul qiligan.

O`tkazgichning qarshiligi uning tabiatiga va geometrik o`lchamlariga bog`liq bo`ladi:
(6.10)

$$R = \rho \frac{\ell}{S}$$

bu erda ρ - o`tkazgichning solishtirma qarshiligi;
 ℓ va S - mos ravishda o`tkazgichning uzunligi va ko`ndalang kesim yuzasi.
(6.10) dan ρ ning o`lchov birligi Om·m bo`ladi va u quyidagi ma`noga ega:
 ρ - berilgan o`tkazgichdan uzunligi 1m va ko`ndalang kesim yuzasi 1 m² qilib yasalgan silindrning qarshiligiga teng.



6.2 - r a s m

O`tkazgichlarning qarshiligi harorat ortishi bilan quyidagicha o`zgaradi:

$$\mathbf{R} = \mathbf{R0} (\mathbf{1} + \alpha \mathbf{t}) \quad (6.11)$$

bundaqi $\alpha = 1/273$ ga yaqin son bo`lib qarshilikning termik koeffitsienti deb ataladi. (6.11) dan foydalanib haroratni o`lchaydigan asboblari (termistorlar) yasalanadi. Om qonunini tokning zichligi uchun ham yozish mumkin:

$$j = \frac{I}{S} = \frac{U}{SR} = \frac{E \ell}{S \rho l} S = \frac{1}{\rho} E = \sigma E$$

yoki

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} \quad (6.12)$$

bu erda $\sigma = 1/\rho$ - o`tkazgichning solishtirma elektr o`tkazuvchanligi;

- o`tkazgich ichidagi elektr maydon kuchlanganlik vektori.

(6.12) ifodani Om qonunining differentsial ko`rinishi deyiladi.

Zanjirning bir jinsli bo`lmagan qismida elektr zaryadlarga ham ichki (i). ham tashqi (t) kuchlar maydoni ta`sir etganligi tufayli (6.12) ifoda quyidagicha yoziladi:

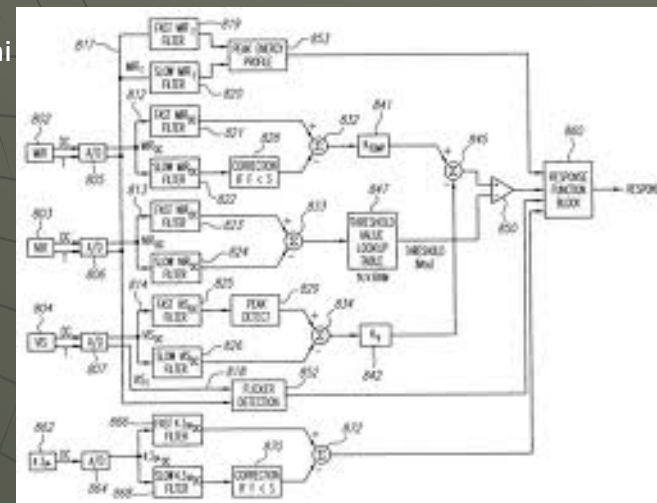
$$\vec{j} = \sigma (\vec{E} \mathbf{t} + \vec{E} \mathbf{i}) \quad (6.13)$$

Potentsiallar ayirmasi $\phi_1 - \phi_2$ bo`lganda I tok o`tayotgan zanjirning bir jinsli qismini ajratib olaylik. t vaqt davomida zanjirning mazkur qismdan $q=It$ zaryad oqib o`tadi. Bunda elektr maydon kuchlari q zaryadni potentsiali yuqori bo`lgan ϕ_1 nuqtadan potentsiali past bo`lgan  $\phi_2$  nuqtasiga ko`chirib ish bajaradi.

$$A_{12} = q(\phi_1 - \phi_2) = U_{12} I t$$

Om qonuniga ko`ra

$$A_{12} = I U_{12} t = I^2 R t \quad (6.14)$$



Agar zanjir bir jinsli bo`lmasa, zaryadlarni ko`chirishda ishni elektr maydon va tashqi kuchlar bajaradi:

$$A_{12} = (U_{12} + \varepsilon) I t$$

Zanjirning bir jinsli bo`lmagan qismiga tegishli Om qonunidan foydalansak

$$A = (U_{12} + \varepsilon) I t = I^2 R_{12} t$$

Zanjir berk bo`lsa $U_{12} = 0$

$$A = \varepsilon I t = I^2 R t = I^2 (R_o + r) t \quad (6.15)$$

Berk zanjirda ishni tok manbai bajaradi. SHuning uchun E.YU.K. deb birlik musbat zaryadni berk zanjir bo`yicha ko`chirishda tok manbai bajargan ishga aytiladi.

Elektr tokining birlik vaqt ichida bajargan ishini harakterlovchi kattalikka uning quvvati deyiladi:

$$R = A/t$$

$$(6.16)$$

Zanjirning bir qismida ajralib chiqqan quvvat:

$$R = I U_{12} + I \varepsilon$$

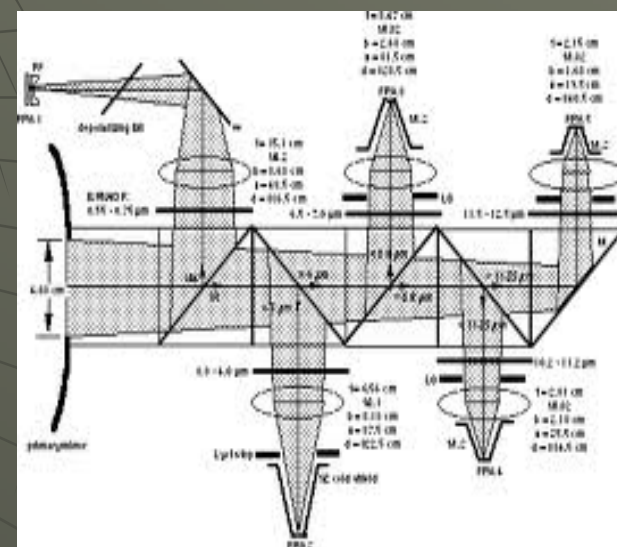
Berk zanjirning to`la quvvati esa:

$$R t = I \varepsilon \quad (6.17)$$

Tashqi zanjirdan ajraladigan quvvat:

$$R t = I U = I^2 R = U^2 / R \quad (6.18)$$

Ish **Joul**, quvvat esa **Vatt** birligida o`lchanadi.



Zanjirda o'zgarmas tokni ushlab turish uchun doimiy A ishni bajarib turish kerak. elektr tokining energiyasi esa uzuluksiz boshqa turdagi energiyaga aylanib turadi. Agar zanjirda boshqa jarayonlar sodir bo'lmasa (kimyoviy jarayonlar, o'tkazgich harakatlanayotgan) elektr energiyasi to'lasicha Q issiqlikka aylanadi, natijada o'tkazgich qiziydi, ya'ni

$$A=Q=IUt=I^2Rt=U^2t/R \quad (6.19)$$

(6.19) ifodani Joul'-Lents Qonunining integrall ko'rinishi deyiladi.

Yuqoridagi $J = jS$ va $U = E\ell$ larni inobatga olsak

$$Q = jSE\ell t = \sigma E^2 Vt \quad (6.20)$$

bu erda $V = S\ell$ o'tkazgichning hajmi. E - o'tkazgich ichidagi elektr maydon kuchlanganligi, ℓ - o'tkazgichning uzunligi.

O'tkazgichning birlik hajmidan birlik vaqt ichida ajralib chiqayotgan issiqlikni solishtirma quvvat deyiladi.

$$w = Q/Vt = \sigma E^2 \quad (6.21)$$

Ushbu ifodani Joul-Lents qonunining differentsial ko'rinishi deyiladi.

GALVANIK ELEMENT MAVJUD BO'LGAN ZANJIR UCHUN OM QONUNI. KIRXGOF QOIDALARI.

Om qonuni $I=U/R$ bir jinsli o'tkazgich uchun to'g'ri bo'ladi, agar o'tkazgich bir jinsli bo'lmasa, ya'ni unda tok manbai ham bo'lsa, u holda Om qonuni qanday ko'rinishda bo'lishini aniqlaylik (6.3-rasm).

Agar tok tinch turgan o'tkazgichdan o'tayotgan bo'lsa, bajarilgan dA_{12} ish (tashqi va elektrostatik kuchlar bajargan ish) energiya saqlanish qonuniga asosan 1-2 qismda ajralgan dQ issiqlikka teng bo'ladi. dt vaqtda ko'chirilgan q zaryad Idt ga teng. Shu zaryadni 1-2 qismda ko'chirishda tashqi va elektrostatik kuchlar bajargan ish

$$A_{12} = q\varepsilon_{12} + q(\varphi_1 - \varphi_2) \quad (6.22)$$

dt vaqtda o'tkazgichda

$$dQ = I^2 R dt = IR(Idt) = IRq \quad (6.23)$$

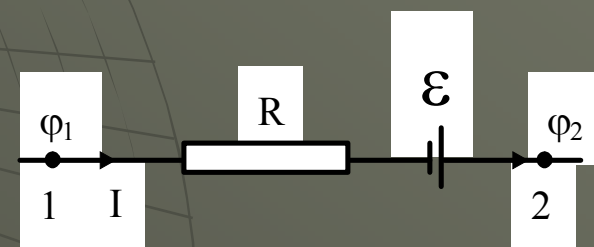
(6.22) va (6.23) dan

$$IR = \varepsilon_{12} + (\varphi_1 - \varphi_2) \quad (6.24)$$

bundan

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}}{R} \quad (6.25)$$

hosil bo'ladi. (6.25) ifoda bir jinsli bo'lmagan elektr zanjiri uchun Om qonuni yoki Om qonunining umumlashagan ko'rinishi deyiladi.



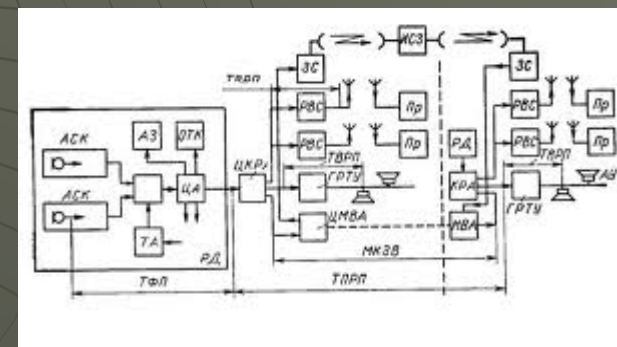
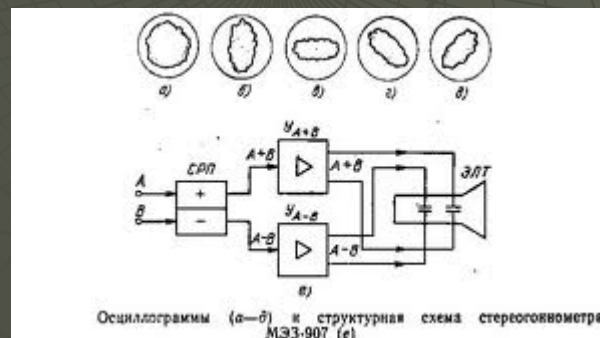
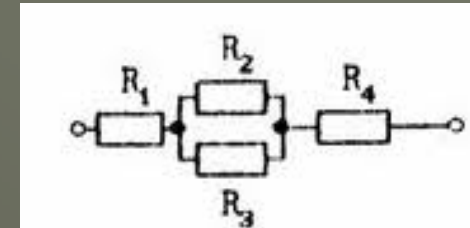
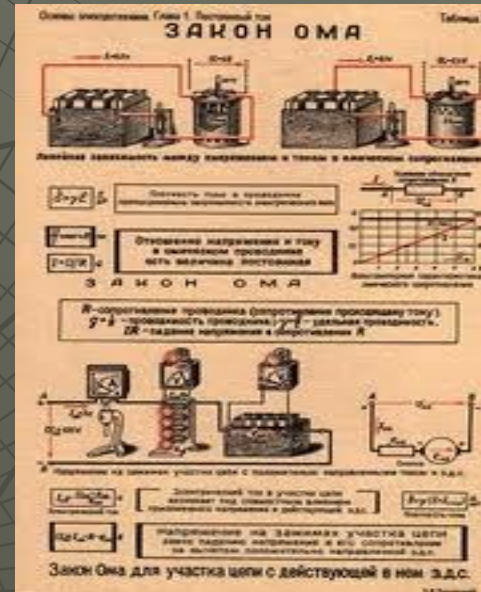
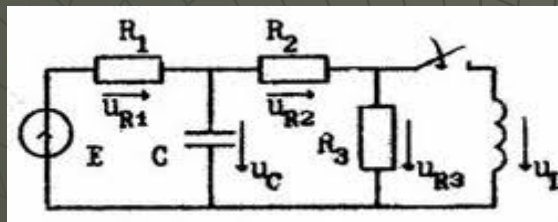
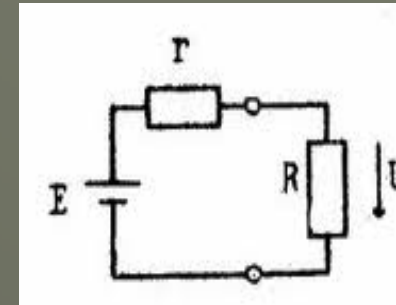
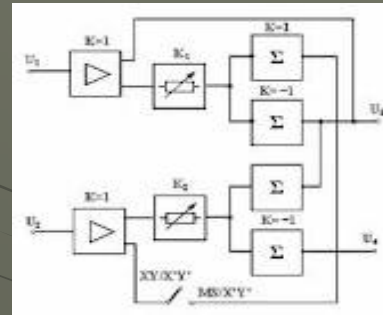
6.3-rasm

Agar zanjirning berilgan qismida tok manbai bo`lmasa, ( $\varepsilon_{12}=0$ ) (6.25) dan  $I=U/R$  kelib chiqadi. Agar zanjir tutashtirilgan bo`lsa ($\varphi_1=\varphi_2$)
 $I=\varepsilon_{12}/R$

kelib chiqadi, bunda $R=r+R_1$, r -manbaning ichki qarshiligi, R_1 -tashqi qarshilik.

Agar zanjir uzluq bo`lsa ( $I=0$ ), u holda  $\varepsilon_{12}=\varphi_1-\varphi_2$  bo`ladi. Demak, zanjir ochiq bo`lsa, tok manbai klemmlaridagi potentsiallar ayirmasi manbaning EYUK sig'a teng bo`ladi.





KIRXGOF QOIDALARI:

Har qanday murakkab, tarmoqlangan o`zgaras tok zanjirining qismlaridan o`tayotgan toklarni va potensial ayirmalarini Om qonuni yordamida hisoblashimiz mumkin, ammo Kirxgof taklif etgan ikki qoidadan foydalansak masala ancha soddalashadi. Qoidalardan biri chiziqli o`tkazgichlarda elektr zaryadining saqlanish qonunini, ikkinchisi esa Om qonuni tadbqiqining natijasini ifodalaydi va quyidagicha ta`riflanadi.

Kirxgofning birinchi qoidasi: O`tkazgichlarning tarmoqlanish nuqtasida toklarning algebrik yig`indisi nolga teng.

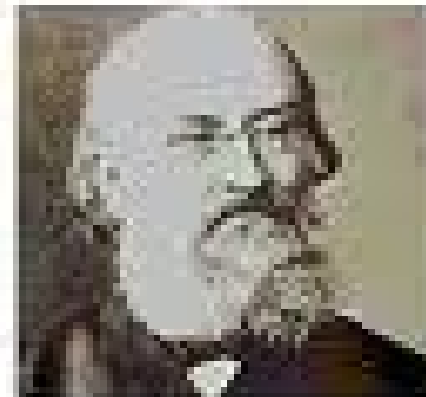
Bunda tarmoqlanish nuqtasiga kelayotgan va ketayotgan toklarning ishorasini qarama-qarshi deb hisoblash kerak. Masalan: 6.4-rasmdagi tarmoqlashish nuqtasi uchun mazkur qoida quyidagicha yoziladi:

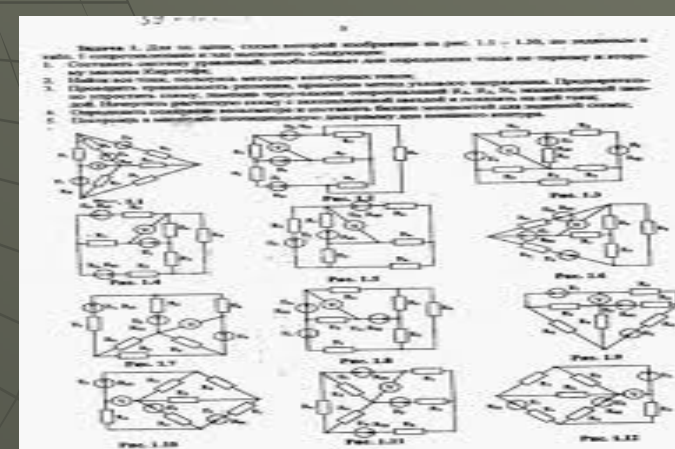
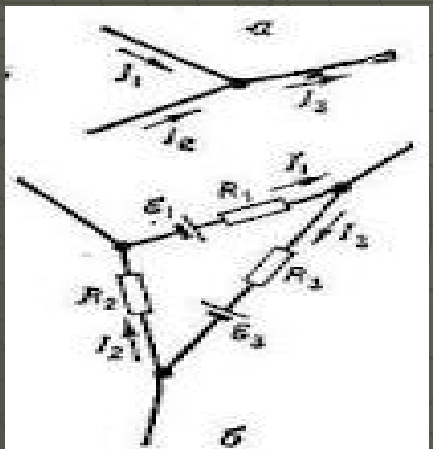
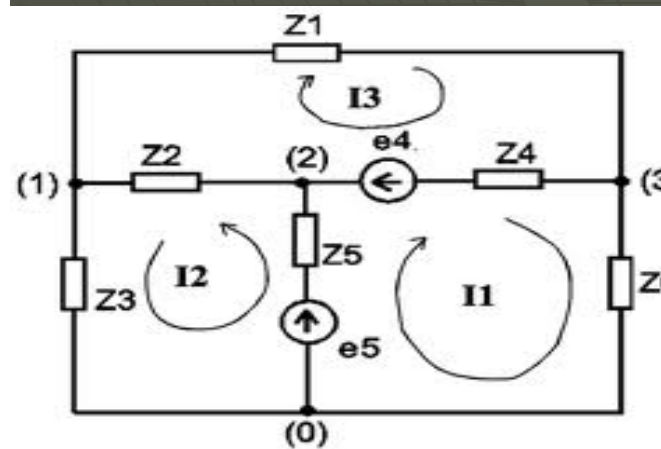
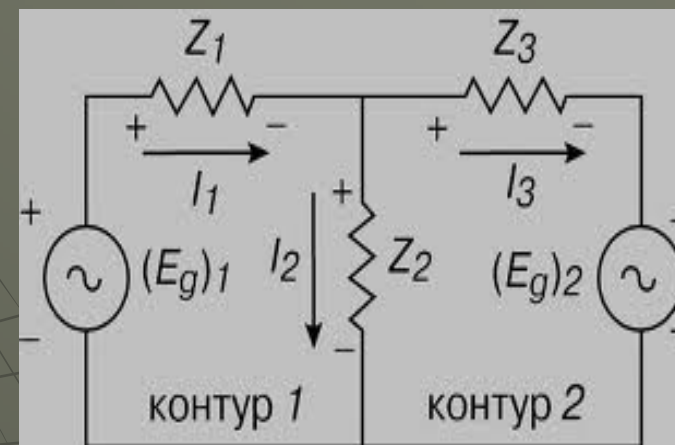
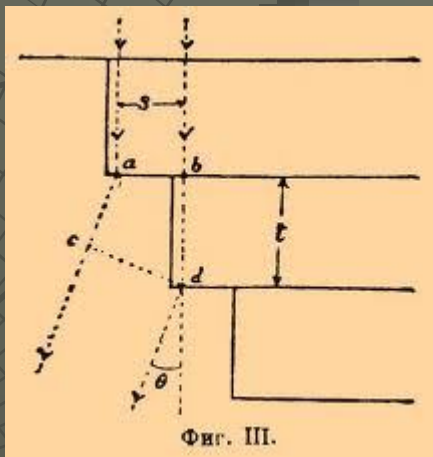
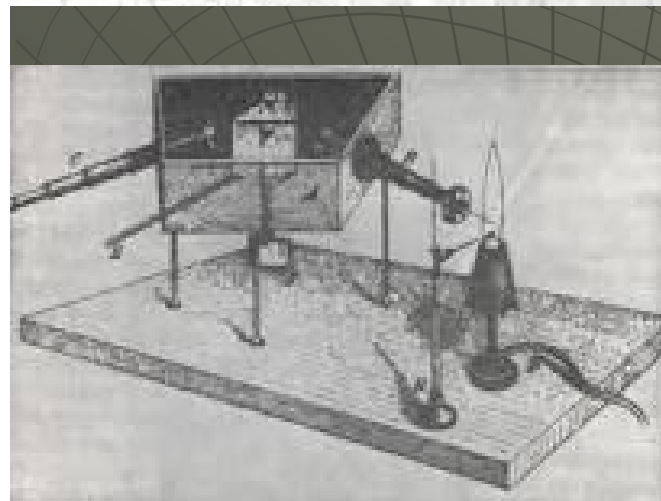
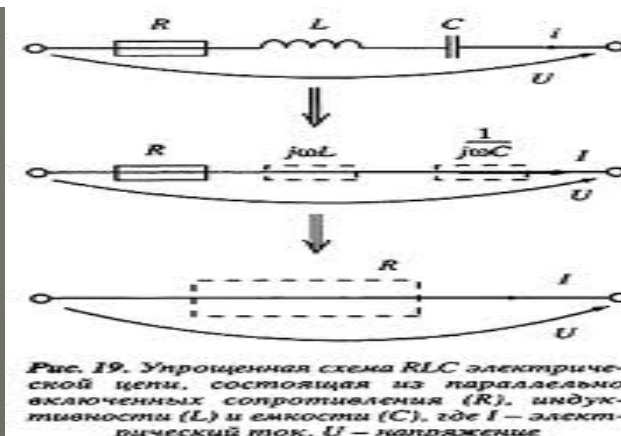
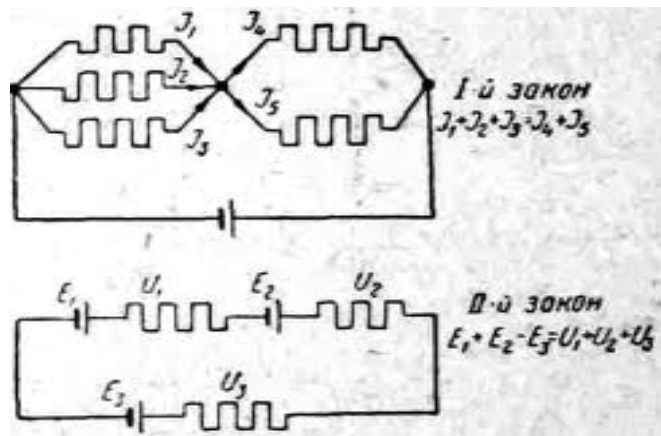
$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$



Открытия Кирхгофа (1824-1887)

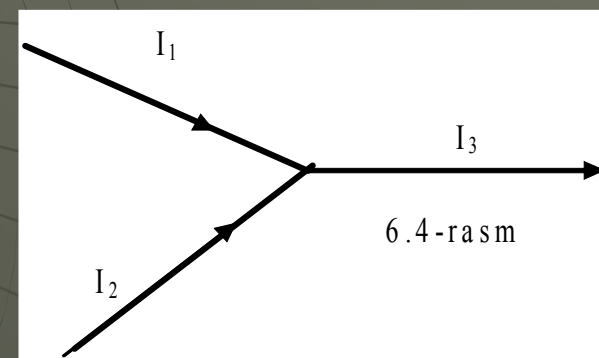
Один из создателей спектрального анализа, Густав Кирхгоф стал автором метода расчета токов в разветвленных электрических цепях. Был одним из крупнейших физиков и педагогов конца 19 века. Член Берлинской АН (1874), член-корреспондент Петербургской АН (1862). Кирхгофом были предложены основы теории движения твердого тела в идеальной жидкости в 1869 году. Кроме механических открытий, он сформулировал один из важнейших законов о тепловом излучении и ввел понятие абсолютной черной дыры (рисунок справа). Его «Лекции по математической физике» сыграли большую роль в развитии теоретической физики.





Odatda uch va undan ortiq o`tkazgichlar ulangan elektr zanjirining nuqtasini tugun deyiladi. Agar birinchi qoida bajarilmasa, tugunda elektr zaryadlari to`planib qolishi, vaqt o`tishi bilan o`zgarib ketishi va oqibatda elektr maydoni ham o`zgarib, tok doimiyligi saqlanmaydi. Demak, o`zgarmas tok zanjirning tugunida birinchi qoida bajarilishi shart.

Kirxgofning ikkinchi qoidasi: Murakkab elektr zanjir ichida ixtiyoriy berk konturni ajratib olsak, unda ta`sir etayotgan elektr yurituvchi kuchlarning algebraik yig`indisi shu kontur qismlardan o`tayotgan tokni mos qismlaridagi qarshiliklariga ko`paytmalarining algebraik yig`indisiga teng bo`ladi.



Ushbu qoidani isbot qilish uchun 6.5 rasmda ko`rsatilgan zanjirning qismlari uchun Om qonunini tadbqiq etamiz

- ◆ $\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_1 = I_1 R_1$ (6.26)

- ◆ $\varphi_2 - \varphi_3 + \varepsilon_2 = I_2 R_2$ (6.27)

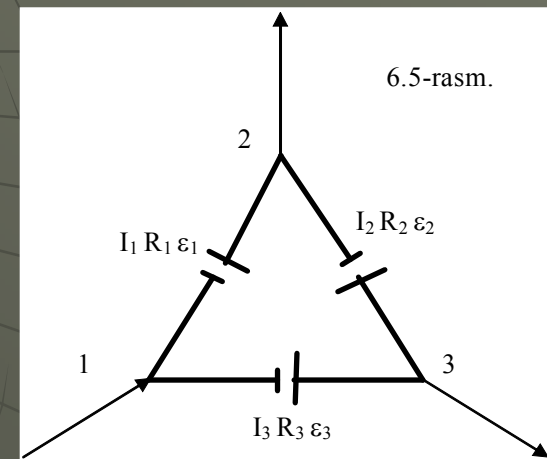
- ◆ $\varphi_3 - \varphi_1 + \varepsilon_3 = I_3 R_3$ (6.28)

- ◆ $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3$ (6.29)

Bu erda R_1, R_2, R_3 lar mos ravishda zanjirning 1-2, 2-3, 3-1 qismlarining umumiy qarshiliklaridir, ya`ni ular qismidagi tok manbalarining ichki qarshiligini ham o`z ichiga oladi

$$\varepsilon_i = I_i R_i$$

ifoda Kirxgofning ikkinchi qoidasi deyiladi.



Kirxgofning ikkinchi qoidasini tadbiq etishda quyidagilarga rioya qilish lozim bo`ladi:

- ◆ 1. Tanlab olingan konturning barcha qismlarida tokning yo`nalishini ixtiyoriy belgilash mumkin. Agar hisoblash natijasida tokning ishorasi musbat bo`lsa, uning yo`nalishi to`g`ri tanlangan bo`ladi. Bordinu tokning ishorasi manfiy bo`lsa, uning haqiqiy ishorasi tanlangan yo`nalishiga teskari bo`ladi.
- ◆ 2. Ixtiyoriy tanlab olingan konturni ma`lum bir xil yo`nalishda aylanib chiqish lozim bo`ladi. Agar bu yo`nalish tanlangan yo`nalishiga mos kelsa  $IR$  ning ishorasi musbat,  $ks$  holda manfiy qilib olinadi. Agar aylanish yo`nalishi tok manbaining manfiy qutbidan musbat qutbiga mos kelsa ε ning ishorasi musbat, aks holda manfiy olinadi.
- ◆ 3. Yozilgan tenglamalar sistemasiga barcha tok manbailarining va barcha o`tkazgichlarning qarshiliklari kiritilishi kerak.

O`tkazgichlar qarshiligini o`lchashga imkon beradigan **Uitston** ko`prigi uchun hisob ishlarini bajaramiz.

Ko`prik 6.6- rasmda ko`rsatilgan. Mazkur sxemada to`rtta A, B, S, D tugun mavjud.

Ular uchun Kirxgofning birinchi qoidasini yozamiz:

◆ A tugun: $I - I_1 - I_3 = 0$ (6.30)

◆ B tugun: $I_3 - I_2 + I_5 = 0$ (6.31)

◆ C tugun: $I_4 + I_2 - I = 0$ (6.32)

◆ D tugun: $I_1 - I_4 - I_5 = 0$ (6.33)

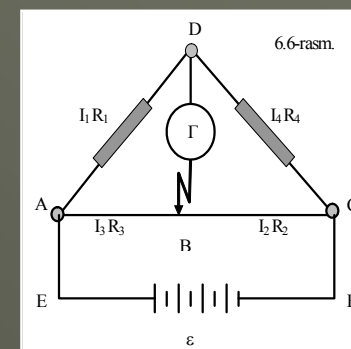
(6.30 - 6.33) sistemadagi tenglamalarining uchta mustaqil. I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 toklarni aniqlash uchun, ular ishtirok etgan, yana uchta tenglamalar sistemasini yozishimiz kerak. Ulardan biri albatta ε ni o`z ichiga olishi lozim.

Buning uchun ixtiyoriy uchta berk konturlarni ajratib olamiz: ABD, BDS, ABSFEA va bu konturlarni soat strelokasi bo`yicha aylanadigan bo`lsak, mos ravishda, Kirxgofning ikkinchi qoidasini quyidagicha yozamiz:

$$-I_3R_3 + I_5R_5 + I_1R_1 = 0 \quad (6.34)$$

$$I_4R_4 - I_2R_2 - I_5R_5 = 0 \quad (6.35)$$

$$IR + I_3R_3 + I_2R_2 = \varepsilon \quad (6.36)$$



Bundagi $R - F \& E$ kontur qismining to'la qarshiligi, o'tkazgich va manbaning ichki qarshiligini o'z ichiga oladi. (6.30 - 6.33) va (6.34 - 6.36) tenglamalarning soni noma'lum kattaliklarning soniga teng. Shuning uchun ularni birgalikda echib I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 toklarni aniqlashimiz mumkin. Biz $I_5 = 0$ bo'lgandagi ko'prikning muvozanatda bo'lish shartlarini aniqlaymiz. $I_5 = 0$ bo'lganda (6.31) va (6.33) lardan

$$I_1 = I_4 \text{ va } I_3 = I_2$$

bo'ladi. (6.34 va 6.35) lardan esa

$$I_1 R_1 = I_3 R_3 \quad \text{va} \quad I_2 R_2 = I_4 R_4$$

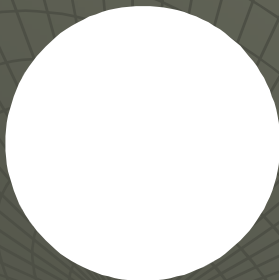
Ularni hadma-had bir-biriga bo'lsak hosil bo'ladi. Odatda R_1, R_2, R_3, R_4 , larni Uitston ko'prigining elkalari deyiladi. Elkalardan biri noma'lum bo'lsa uni qolganlari orqali aniqlash mumkin. Ko'prikning ABC qismi reoxord deyiladi va u solishtirma qarshiligi katta bo'lgan bir jinsli simlardan yasaladi. Shuning uchun

$$R_1/R_2 \text{ ni } yoki \quad R_3 = R_2 \quad (6.37)$$

bilan aniqlashimiz mumkin. Bunda reoxordning AB qismining uzunligi ℓ_3 , BC qismining uzunligi esa ℓ_2 .

REBUS

İKİ OLM BİRGELİKDE YARATGAN QONUN



E'TBORINGZ UCHUN RAHMAT!