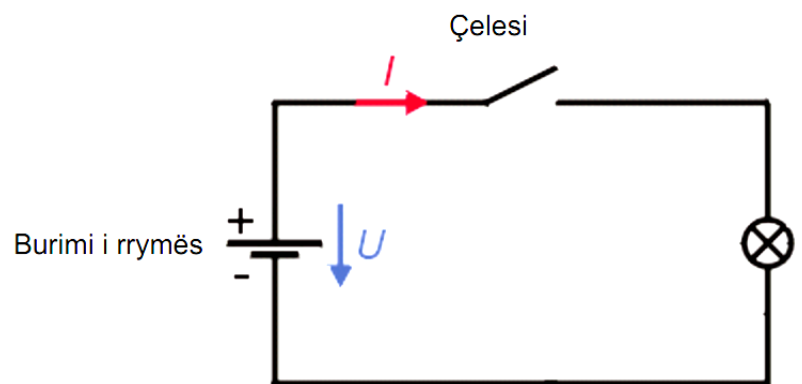
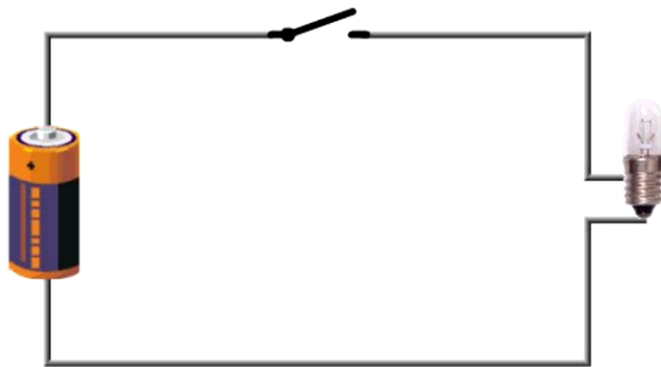


Erduan RASHICA
Shkelzen BAJRAMI

ELEKTROTEKNIKA



Mitrovicë, 2016.

PARATHËNIE

Elektroteknika është një lami e gjerë, në këtë material është përfshi Elektroteknika për fillestar që i nevojitet për të marr një bazë në këtë fushë.

E tërë materia përbëhet prej tre kapituj më kryesor në këtë fushë.

*I jam mirënjohës për zemërsisht Pedagogut tim për dijen që më dha në këtë lami **Prof. Dr. Ruzhdi SEFA**.*

*Gjithashtu njëkohësisht i jam mirënjohës edhe shokut tim të ngushtë **Shkelzen BAJRAMI** aktualisht i cili është absolvent në Universiteti e Mitrovicës, Departamentin e Informatikës. I cili nuk kurseu asgjë që të më ndihmoj në çfarëdo lamie.*

Gjatë punimit të këtij materiali mundet me pas gabime eventuale, të cilat munden me u përmirësu me korrigjimin e juaj.

I pagabueshëm është vetëm Zoti.

Erduan RASHICA, BSc. i komunikacionit

1.ELEKTROSTATIKA

Elektrostatika është pjesë e elektroteknikës e cila i studion dukuritë të lidhura me mbushjet elektrike të cilat janë në qetësi, forcat me të cilat ato bashkëveprojnë, sikurse proceset fizike në hapësirë rreth tyre.

1.1. LIGJI I KULONIT

Ligji i Kulonit (viti 1785) e përshkruan forcën ndërmjet dy trupave të elektrizuar të cilët kanë dimensione të vogla në lidhje me largësinë e tyre të ndërmjetshme dhe trupat e atillë quhen **mbushje elektrike pikash**. Te eksperimentet e tij, Kuloni, e ka matur forcën e veprimit reciprok mekanik ndërmjet dy trupave të elektrizuar me ndihmën e terezisë së saktë të torzionit (fig. 1.). Po ashtu i ka ndryshuar sasinë e elektriciteteve të trupave dhe largësinë e tyre të ndërmjetshme. Sasinë e elektriciteteve i ndryshon në atë mënyrë që topi i elektrizuar e ka prekur me top të pa elektrizuar me dimensione të njëjta. Nëse topat janë me dimensione të njëjtë, elektriciteti fillestar do të shpërndahet përgjysmë te të dy topat. Me çelektrizim e njërit top dhe përsëri prekje me tjetrin topi të elektrizuar, elektriciteti i topave sillet te e katërta e elektrizimit paraprak etj. Përfundimet e fituara prej eksperimenteve, Kuloni i ka formuluar në ligj, të njohur si **ligji i Kulonit** dhe matematikisht i ka shkruar.

Forca është madhësi vektoriale, të caktuar me intensitet, drejtim dhe kahe. Forca si vektor shënohet me F , por intensiteti i saj F .

Ligji i Kulonit mund të shkruhet me këtë formulë:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2},$$

ku k është konstante e proporcionalitetit. Konstanta e proporcionalitetit varet prej sistemit të njësive matëse dhe prej mjedisit ku gjenden mbushje pikash.

Në sistemin i të SI njësive matëse, për mbushjen të vendosur në vakuum, vlera e asaj konstante është k_0 dhe është:

$$k_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2},$$

ku ϵ_0 është konstanta e dielektrikut në vakuum dhe e ka vlerën:

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}},$$

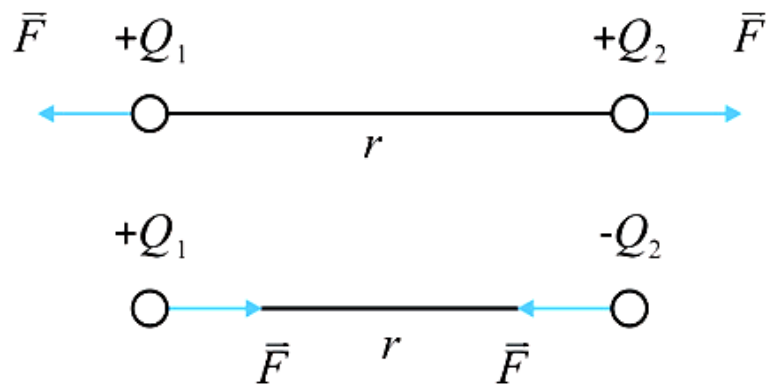


Fig. 1. Forca elektrostatike ndërmjet dy mbushjeve.

1.2. FUSHA ELEKTROSTATIKE

Gjatë të studiuarit e forcave të veprimit të ndërmjeshëm të trupave elektrizues, parashtrohet pyetja si është natyra e atyre forcave dhe se si ato barten prej trupit në trup pa ndonjë lidhje materiale të dukshme ndërmjet këtyre trupave.

Për t'u përgjigjur në këtë pyetje, në kuadër të elektrostatikës, është futur edhe koncepti fushës **elektrikë fizike**, e cila i rrethon të gjitha trupat e elektrizuara dhe me ndihmën e të cilës barten forcat të veprimit të ndërmjeshëm. Fusha kuptohet një gjendje e veçantë fizike, energjetike „i përqendrueshëm” në hapësirën ku realizohen proceset materiale. Fusha ka natyrë materiale.

Fusha elektrostatike do të studiohet në kuadër të elektrostatikës është rast më i thjeshtë i fushës elektrike, që e krijojnë dhe me të cilën rrethohen mbushjet të cilat janë në qetësi.

Sikurse edhe fushat tjera edhe fusha elektrostatike nuk mund të shikohet. Mund të shikohen efektet e saja.

Kontrolli eksperimental për ekzistimin e fushës elektrike të ndonjë pikë përbëhet prej vendosjen e **mbushjes elektrike provuese** në atë pikë. Nëse të mbushja provuese vepron ndonjë forcë prej natyrës elektrike, në atë pikë ekziston fushë elektrike. **Mbushja provuese** është elektrizim i vogël i trupit (mbushje pikash), me sasi të elektricitetit pozitiv Q_0 . Elektriciteti i tij duhet të jetë i vogël, për të mos shkakton ndryshim të fusha që shqyrtohet. Sipas kësaj, mund të zgjerohet përkufizimi për fushë elektrostatike.

Fusha elektrostatike është gjendje e veçantë fizike të hapësirës rreth mbushjeve elektrike të qeta dhe atë vepronjë me forcë të mbushjeve tjera që

futen në të.

Fusha elektrostатike *nuk vepron me forcë mbi mbushjen që krijohet*, por vetëm mbi mbushjet të cilët futen në hapësirën ku ekziston fusha.

Fusha elektrostатike në mënyrë kuantitative përshkruhet me vektorin e fuqisë së fushës elektrike E .

Intensiteti i vektorit të fuqisë elektrike në pikën e dhënë (fig.2.) përkufizohet sikurse herës prej forcës F me të cilën fusha në atë pikë vepron mbi mbushjen provuese dhe sasia e elektricitetit Q_0 të mbushjes provuese:

$$E = \frac{F}{Q_0}.$$

Drejtimi dhe kahja e këtij vektori përputhet me drejtimin dhe kahen e forcës me të cilën fusha e mbushjes pozitive provuese (fig.2.). Nëse mbushja e sjellë është negative atëherë, forca ka kahe të kundërt prej fushës.

Njësia për fuqinë të fushës elektrike është *volt mbi metër* (V/m).

Si shembull, por edhe sikurse shumë raste teorike të rëndësishme. Do ta caktojmë *fushën e një mbushje pikash të vetmuar* Q . Kjo është e lehtë të bëhet me ndihmën e ligjit të Kulonit. Nëse te pika e dhënë gjendet në largësi r prej mbushjes Q silltet mbushje elektrike provuese pozitive Q_0 , mbi atë do të vepron forca (fig.2.):

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{QQ_0}{r^2}.$$

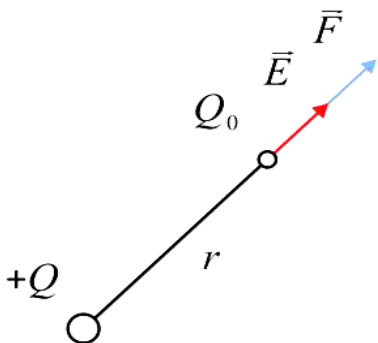


Fig.2. Fuqia e fushës elektrostатike prej mbushjes pikash.

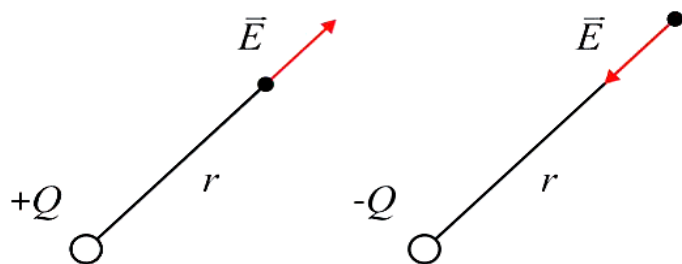


Fig.3. Kahja e vektorit të fuqisë së fushës elektrostатike të mbushjes piksh.

Intensiteti i vektorit të fuqisë së fushës elektrike prej mbushjes Q është:

$$E = \frac{F}{Q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}.$$

Intensiteti i fuqisë së fushës elektrike E është proporcional me mbushjen Q , është në proporcion të zhdrejtë me katrorin e largësisë r . Ajo do të thotë se nëse largohemi prej mbushjes elektrike, intensiteti i fushës zvogëlohet. Drejtimi i vektorit të fuqisë së fushës përputhet me drejtëzën që kalon nëpër pikën ku është vendosur mbushja dhe pika ku kërkohet fusha. Kahja e vektorit është prek mbushjes kah hapësira, nëse mbushja është pozitive edhe prej hapësirës kah mbushja, nëse mbushja është negative (fig. 3).

Fusha elektrike mundet me figurë të tregohet me të ashtuquajtur *vija të vektorit të fuqisë së fushës elektrike* ose *me vija të forcave*. Këto vija i ka futur Faradej te shqyrtimet e tij eksperimentale.

Vijat e forcave fillojnë me pozitivet (*burime*) dhe mbarojnë te mbushjet elektrike negative (*ponor*) dhe nuk priten vijat ndërmjet veti. Gjithë hapësira rreth mbushjes është mbushur me vija të forcave dhe dendësia e vijave të forcave për fuqinë e fushës. Dendësia e vijave të forcave i përgjigjen fuqisë më të madhe të fushës elektrike. Të gjitha vijat e vizatuara të fushës së bashku e përbëjnë *spektrin e vijave*.

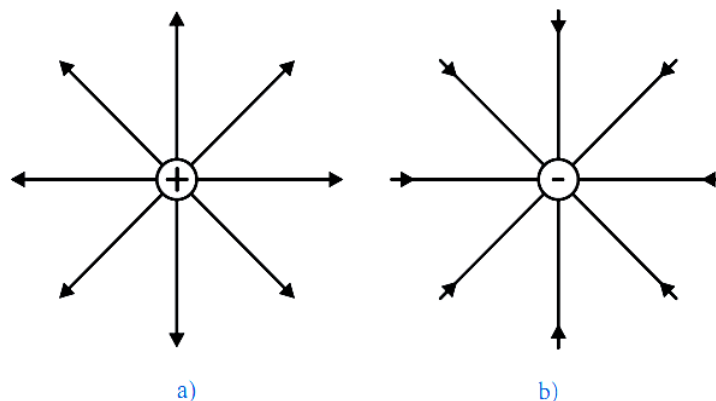


Fig. 4. Vijat e vektorit të fushës elektrike për mbushje pikash të vetmuar

Spektrat e vijave të forcave të fuqisë së fushës për mbushje pikash të vetme pozitive dhe të vetme negative të treguar te fig. 4. Vijat e fushës janë radiale dhe me kahe prej mbushjes kah hapësira për mbushje vetmuar pozitive (fig.4.a), por vijat e fushës janë radiale dhe me kahe kah mbushja e vetmuar negative (fig.4.b). Fusha e mbushjes pikash të vetmuar *quhet fusha elektrike radiale*.

Te fig. 5.a) janë paraqitur vijat e forcave të fushës elektrike prej një mbushjeje elektrike pozitive dhe një negative, por te fig. 5.b) vijat e forcave prej dy mbushjeve elektrike negative.

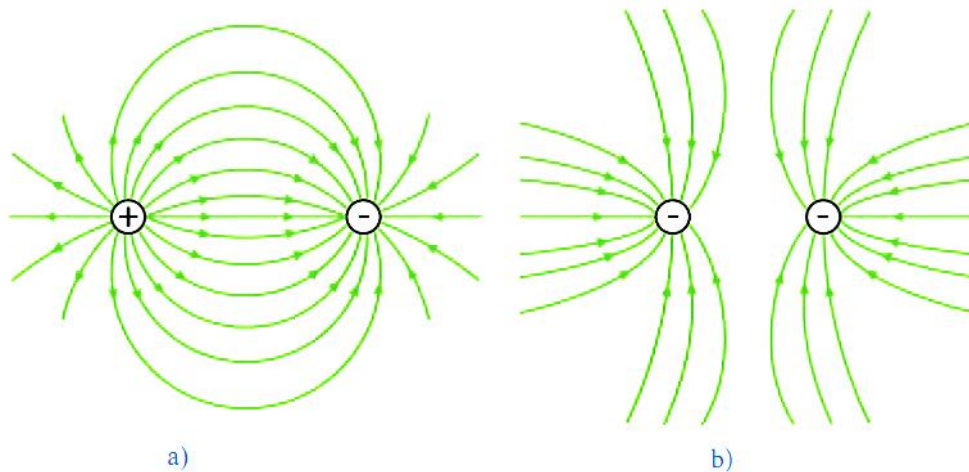


Fig. 5. Vijat e vektorit të fushës elektrike prej dy mbushjeve pikash.

1.3. KONDENSATORËT DHE KAPACITETI ELEKTRIK

Kondensatori paraqet sistem prej dy trupave përçues izolator, me çfarëdo qoftë formë dhe madhësi, të elektrizuar me sasi të njëjtë, por të kundërt sipas parashenjës së mbushjeve $+Q$ dhe $-Q$. Trupat përçues quhen **elektroda**. Mbushjet janë renditur nëpër sipërfaqen e trupave përçues dhe krijojnë fushë elektrike, vijat e forcave fillojnë prej sipërfaqes së trupit pozitiv dhe mbarojnë te sipërfaqja negative (fig.6). Ndërmjet elektrodave do të ekziston tension U .

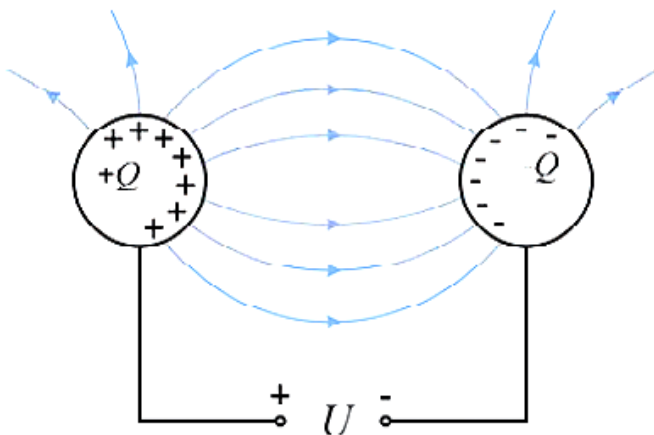


Fig.6.1. Kondensator.

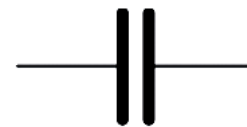


Fig. 6.2. Simbol për kondensator elektrik.

Nëse kondensatori ngarkohet me sasi të ndryshme të elektricitetit dhe nëse matet tensioni ndërmjet elektrodave, vërehet se tensioni është

proporcional me sasisë e elektricitetit. Konstanta e proporcionalitetit C quhet **kapaciteti i kondensatorit** dhe i dhënë është me shprehjen:

$$C = \frac{Q}{U}.$$

Kapaciteti i kondensatorit përkufizohet si herës prej mbushjes Q të elektrodave pozitive dhe tensionit U të pozitives në lidhje të elektrodës negative.

Nëse kondensatori me kapacitet C kyçet te tensioni U , atëherë do të mbushet me mbushje $Q = CU$. Për tension të njëjtë të kyçur U , kondensatori i cili ka kapacitet më të madh në vete do të pranon mbushje më të madhe Q . Prej këtu mund të kuptohet pse konstanta C quhet ka-pacitet elektrike.

Njësia për kapacitet elektrik është **farad (F)**. Faradei është njësi shumë e madhe për zba-tim praktik, prandaj shfrytëzohen njësi më të vogla preja asaj: mikrofarad ($1\mu F=10^{-6}F$) nano-farad ($1\mu F=10^{-9}F$) dhe pikofarad ($1pF=10^{-12}F$).

Te skemat elektrike, kondensatori shënohet me simbolin të paraqitur te fig. 6.2.

Sipas formës së elektrodave, kondensatorët mund të ndahen në llakash, sferike, cilindrike etj.

Kondensatori pllaka është lloj më i thjeshtë i kondensatorit. Përbëhet prej dy pllakave paralele ndërmjet veti me sipërfaqe të njëjtë S , të vendosur në largësi d . Hapësira ndërmjet pllakave mund të jetë me ajër ose me dielektrik (fig.7).

Kapaciteti i kondensatorit pllakash është mbushur me ajër mund të caktohet me këtë shprehje:

$$C = \frac{Q}{U} = \epsilon_0 \frac{S}{d},$$

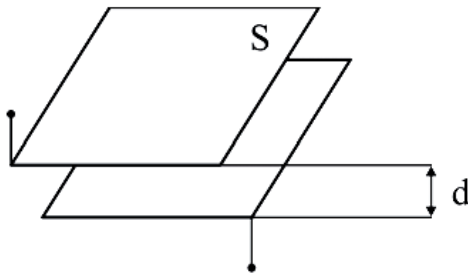


Fig. 7. Kondensatori pllakë.

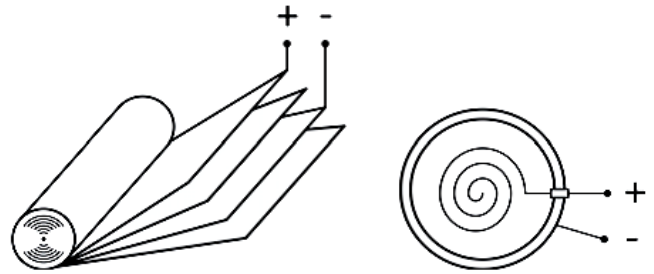


Fig. 8. Një realizim i kondensatorit.

Kapaciteti i kondensatorit pllakash është proporcional me sipërfaqen e pllakave, por në proporcion të zhdrejtë me largësinë ndërmjet atyre. Domethënë kapaciteti i kondensatorit varet prej dimensioneve të tij dhe mjedisit ndërmjet pllakave të kondensatorit.

Nëse kondensatori mbushet me dielektrik, atëherë kapaciteti i tij do të zmadhohet dhe do të jetë:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d} = \varepsilon \frac{S}{d},$$

ku $\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$ është konstanta e dielektrikut.

Ekzistojnë realizime të ndryshme të kondensatorëve pllaka.

Për të fituar kapacitet më të madh të kondensatorit është e nevojshme edhe elektrodën të kenë sipërfaqe më të madhe S . Sipërfaqe relative të madhe, por me atë edhe kapacitet të madh arrihet te kondensatorët te fig. 8. Elektrodën janë dy shirita të gjatë të folisë së aluminit ndërmjet veti të izoluar me shirita izolues dhe të mbështjellur në formë të rolles. Kapaciteti i tyre është prej 10 pF deri 100 μ F.

Kondensatorët elektrostatik kanë kapacitet të madh. Te ato shtresa e izolimit formohet sipas rrugës kimike dhe paraqet shtresë oksiduese me shumë trashësi të bartur te sipërfaqja e njërës elektrodë të bërë prej folisë së aluminit. Elektroda tjetër është tretje elektrolite. Gjatë shfrytëzimit të kondensatorëve elektrolit, duhet pasur kujdes për atë cila elektrodë është pozitive, por cila negative, për të mos ardhur deri te dëmtimi i kondensatorit. Për këtë elektrodën e tyre shënohen gjatë përpunimit të tyre.

1.4. LIDHJA E KONDENSATORËVE

Në praktikë shpesh hasen grupe të kondensatorëve të lidhur me mënyra të ndryshme. Lidhje më të rëndësishme në lidhje ndërmjet kondensatorëve janë **paralele, seri (renditësh) dhe lidhje e kombinuar**. Kjo zakonisht

praktikohet kur mungon kondensatori me kapacitet të nevojshëm. Kur grupi i kondensatorëve është lidhur me dy burime, ajo mund të plotësohet me një *kondensator ekuivalent me kapacitetin ekuivalent*.

1.4.1. Lidhja paralele e kondensatorëve

Te fig. 9. është treguar lidhja e dy kondensatorëve të kyçur ndërmjet pikave A dhe B. Tensionet e dy kondensatorëve me kapacitet C_1 dhe C_2 janë të njëjtë edhe të barabartë të tensionit të kyçur: $U_1 = U_2 = U$. Kondensatorët do të plotësohen me mbushje të ndryshme Q_1 dhe Q_2 , të cilët janë dhënë me barazimet:

$$Q_1 = C_1 U$$

$$Q_2 = C_2 U.$$

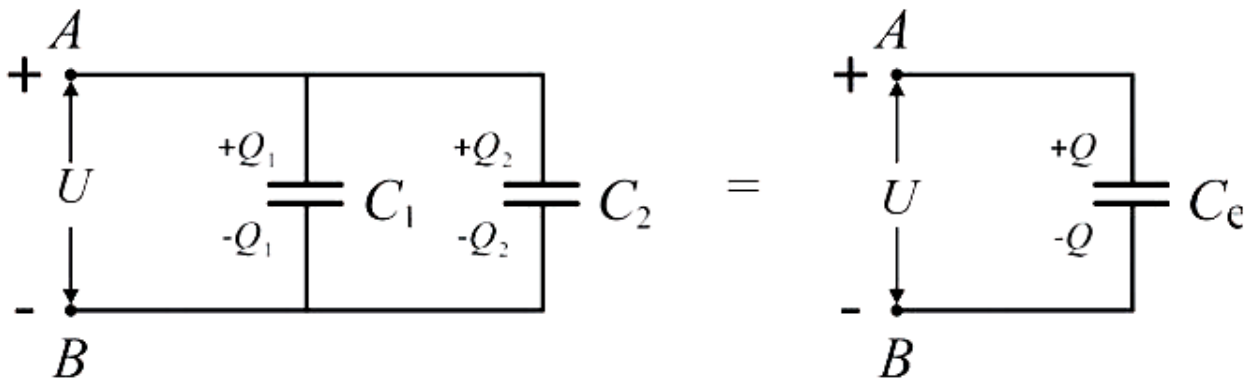


Fig. 9. Lidhja paralele e kondensatorëve.

Në procesin e ngarkesës së kondensatorëve nëpër pikat A dhe B kalon mbushje pozitive e përgjithshme Q që është shumë e mbushjeve Q_1 dhe Q_2 të çdo kondensatori:

$$Q = Q_1 + Q_2.$$

Duke i zëvendësuar barazimet e më sipërme fitohet:

$$Q = Q_1 + Q_2 = C_1 U_1 + C_2 U = (C_1 + C_2) U.$$

Të dy kondensatorët e lidhur paralel mund të zëvendësohen me një kondensator ekuivalent të tensionit U dhe i ngarkuar me mbushje elektrike Q , kapaciteti i të cilit është:

$$C = \frac{Q}{U} = C_1 + C_2.$$

Kapaciteti i kondensatorit ekuivalent me të cilin zëvendësohen dy kondensator të lidhur paralel është i barabartë me shumën e kapaciteteve të tyre.

Për n kondensator të lidhur paralele, kapaciteti ekuivalent do të jetë shumë prej kapaciteteve të kondensatorëve të veçantë:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n.$$

1.4.2. Lidhja seri (rendore) e kondensatorëve

Te fig. 10. është treguar lidhja seri e dy kondensatorëve me kapacitetet C dhe C të kyçur në tension U . Gjatë lidhjes rendore të kondensatorëve, të njëjtit, gjithmonë janë të elektrizuar me sasi të njëjtë të elektricitetit:

$$Q_1 = Q_2 = Q.$$

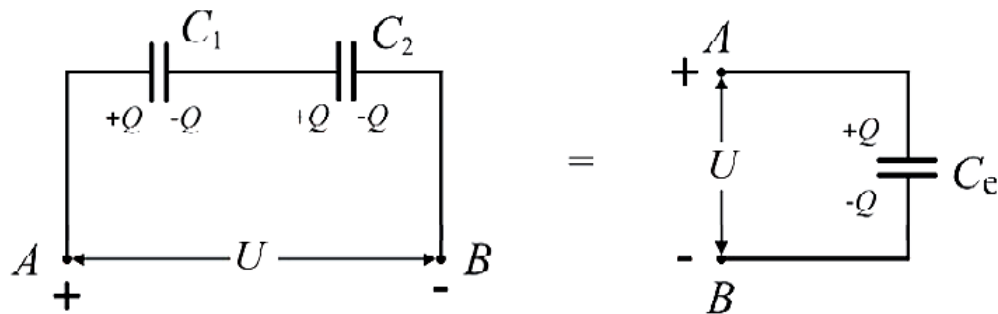


Fig. 10. Lidhja seri e kondensatorëve.

Tensionet e kondensatorëve do të varet prej kapaciteteve të tyre:

$$U_1 = \frac{Q}{C_1} \quad \text{dhe} \quad U_2 = \frac{Q}{C_2},$$

por tensioni i përgjithshëm do të jetë i barabartë me tensionin e kyçur në lidhje seri:

$$U = U_1 + U_2 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right).$$

Duke pjesëtuar barazimin e sipërm me Q , fitohet:

$$\frac{U}{Q} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) = \frac{1}{C}.$$

Fitohet, se gjatë *lidhja seri e kondensatorëve, vlera reciproke me*

kapacitetin ekuivalent është shumë prej vlerave reciproke të kapaciteteve të veçanta.

Shprehja e fundit mund të shkruhet edhe në këtë formë:

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} .$$

Për (n), kondensator të lidhur në seri, kapaciteti ekuivalent do të jetë i dhënë me shprehjen:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} .$$

1.4.3. Lidhja e kombinuar e kondensatorëve

Lidhja e kondensatorëve paraqet kombinim prej lidhjes paralele dhe seri të kondensatorëve. Do të shqyrtojmë një shembull të atillë.

Te shembulli i paraqitur te fig. 11.a, janë dhënë tre kondensator me kapacitete C_1 , C_2 dhe C_3 të lidhur si te fi gura. Kondensatorët C_2 dhe C_3 janë lidhur paralel, pra kapaciteti i tyre ekuivalent është:

$$C_{23} = C_2 + C_3 .$$

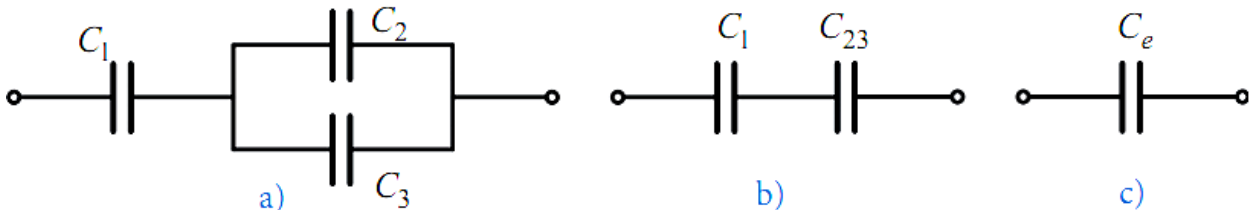


Fig. 11. Lidhja e kombinuar e kondensatorëve.

Ky kondensator ekuivalent është lidhur me kondensatorin C në seri (fig.11.b), edhe për kapacitetin e tyre ekuivalent C (fig.11.c) fitohet:

$$C = \frac{C_1 C_{23}}{C_1 + C_{23}} .$$

Nëse te shprehja vijuese zëvendësohet shprehja $C_{23} = C_2 + C_3$, kapaciteti ekuivalent të përgjithshëm është dhënë me këtë shprehje:

$$C = \frac{C_1 (C_2 + C_3)}{C_1 + C_2 + C_3} .$$

2. RRYMA ELEKTRIKE KONSTANTE

2.1. KONCEPTI PËR RRYMËN ELEKTRIKE

Rryma elektrike paraqet lëvizje të organizuara, të orientuar të mbushjeve elektrike. Mbushjet elektrike të cilat mund të lëvizin dhe të krijojnë rrymë elektrike janë *elektronet e joneve pozitive dhe negative.*

Te trupat e ngurtë, në veçanti te metalet përçues, mbushje elektrike lëvizëse janë elektronet.

Prej mjediseve të lëngëta të cilat mund të krijohet rrymës elektrike, në veçanti janë të rëndësishëm *elektrolitet*. Te ato grimca të lira lëvizëse janë jonet pozitive dhe negative.

Nën kushte të caktuara dhe të gazrat, të cilët sipas rregullës janë izolator të mirë, mund të arrihet deri te dukuria e rrymës elektrike. Në këtë rast mbushje të lira lëvizëse elektrike përsëri janë jone pozitive dhe negative. Shembull për këtë janë llambat e neonit dhe fluoreshente.

Lëvizja e grimcave realizohet nën veprimin e ndonjë force e cila mund të jetë prej natyrës elektrike në jo elektrike. Për elektroteknikën praktike, më të rëndësishme janë rrymat ku lëviz-ja e grimcave realizohet nën ndikimin i fushës elektrike.

Rryma elektrike kohore e pandryshueshme quhet rrymë elektrike konstante ose rrymë një kahe. Rrjedhja e rrymës së këtillë është lidhur me ekzistimin e *fushës elektrike konstante*. Mbajtja e fushës elektrike konstante mund të arrihet me shfrytëzimin e aparateve të veçanta të quajtur *burime të rrymës elektrike (burime elektrike ose gjenerator)*. *Burimet e rrymës elektrike ose gjeneratorët janë aparate të cilët ndonjë lloj tjetër i energjisë shndërrohet në elektrike.*

Çdo gjenerator ka nga dy kyçje, të cilët quhet *pole të gjeneratorit*. Për burimet e rrymës elektrike, njëri pol është pozitiv i elektrizuar dhe quhet *poli pozitiv i burimit*. Tjetri është ne-gativ i elektrizuar dhe quhet *poli negativ i burimit*.

Rryma elektrike karakterizohet me dy madhësi fizike *fuqia e rrymës* dhe *dendësia e rrymës*.

Rryma më së shpeshti rrjedh nëpër përçuesit e hollë me prerje të njëjtë. *Nëse nëpër ndonjë prerje të përçuesi S , për ndonjë kohë t rrjedh sasi elektriciteti Q , fuqia e rrymës elektrike I përkufizohet si herës prej mbushjes Q dhe koha t (fig. 12):*

$$I = \frac{Q}{t}.$$

Njësia për matjen e fuqisë së rrymës quhet **amper** (A).

Fuqia e rrymës është madhësi skalare të cilës i përshkruhet edhe kahja e caktuar të përçuesi. Si kahe e rrymës elektrike merret kahja e lëvizjes së mbushjeve elektrike pozitive dhe atë është quajtur kahja teknike e rrymës. Kahja teknike përputhet me kahen e fushës elektrike. Është e domosdoshme të bëhet dallim ndërmjet kahës teknike të rrymës dhe kahës së vërtetë të lëvizjes së mbushjeve. Duke pasur parasysh se rryma elektrike të metalet e përbëjnë elektronet, del se kahja e rrymës është e kundërt me kahen e lëvizjes së elektroneve.

Më tutje nën kahe të rrymës do të nënkuptojmë kahen e saj teknik.

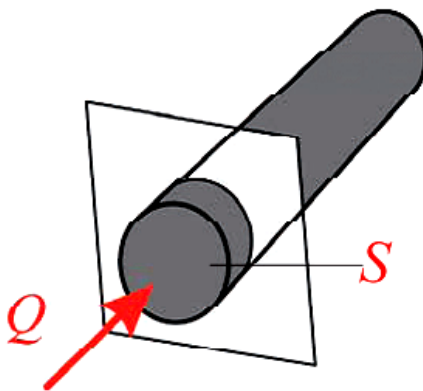


Fig. 12. Përkufizimi i fuqisë së rrymës elektrike.

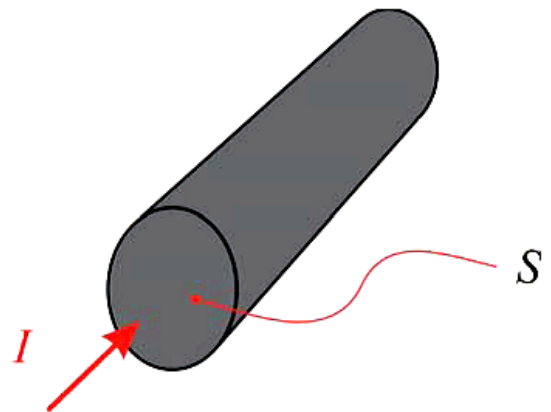


Fig. 13. Përkufizimi i dendësisë së rrymës elektrike.

Në disa raste fuqia e rrymës nuk është e mjaftueshme për përkufizimin preciz të rrymës elektrike. Kjo në veçanti karakteristike për rastet kur rryma rrjedh nëpër përçues masiv.

Për përshkrim më preciz të dukurive në hapësirë ku rrjedh rrymë elektrike, shfrytëzohet madhësi vektoriale të quajtur **vektor i dendësisë së rrymës elektrike dhe shënohet me J** (fig.13). **Drejtimi dhe kahja e këtij vektori përputhet me drejtimin dhe kahen e lëvizjes së grimcave të elektrizuara.** Kur rryma është e shpërndarë në mënyrë uniforme nëpër sipërfaqen e prerjes tërthore të përçuesit, **intensiteti i vektorit të dendësisë së rrymës është dhënë me raportin:**

$$J = \frac{I}{S}.$$

Njësia për matjen e intensitetit të vektorit të dendësisë së rrymës elektrike është A/m^2 .

Në rastin e përgjithshëm, rryma nuk është shpërndarë në mënyrë uniforme nëpër përçues dhe vektori i dendësisë së rrymës ka intensitet të ndryshëm në pika të ndryshme të prerjes tërthore të përçuesit.

Rryma elektrike mund të ekziston vetëm në qark të mbyllur të rrymës (elektrike) në të cilën është lidhur gjenerator. ***Qarku elektrik paraqet sistem prej burimeve elektrike, konsumator të ndryshëm, sikurse edhe përçuesit për lidhje të atyre elementeve.***

Përçuesi i cili nëpër të cilin rrjedh rrymë, i llogaritur si element i qarkut të rrymës, quhet rezistencë elektrike. Paraprakisht përkufizuar se përçuesit janë materiale të cilët përmbajnë numër të madh të mbushjeve të lira elektrike.

Për të treguar rezistencat elektrike përdoren simbole të paraqitura në fig. 14. Në këtë mënyrë mund të paraqitet rezistencë e zakonshme, por po ashtu edhe llamba me fije të skuqur ose ngrohëse elektrike. Nëse është e nevojshme konsumatori më detalisht të sqarohet, ekzistojnë edhe simbole tjera.

Gjeneratorët elektrik, po ashtu shënohen në mënyra të ndryshme varësisht prej llojit të gjeneratorit. Burimet elektrokimie dhe akumulatorit shënohen me dy viza paralele, njëra më e shkurtër dhe më e trashë e cila e shënon polin negativ, por tjetra më e gjatë dhe më e hollë, e cila e paraqet polin pozitiv (fig. 15a).

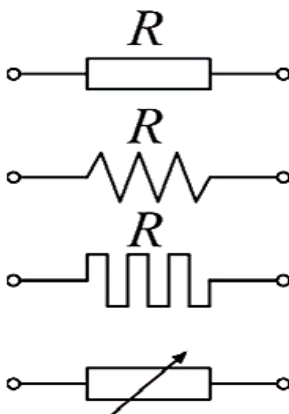


Fig. 14. Simbole grafike për rezistencë elektrike.

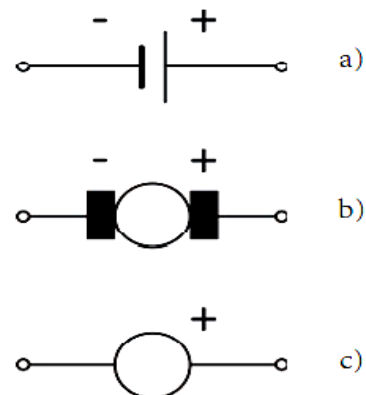


Fig. 15. Simbole grafike i gjenerator.

Gjeneratorët makineri shënohen me simbolin të treguar te fig. 15. Te qarqet elektrik kur nuk është e rëndësishme natyra e gjeneratorëve, përdoret simboli i treguar te fig. 15.c.

Qarku elementar i rrymës (i thjeshtë) i cili përmban burim elektrik dhe konsumator dhe i paraqitur te fig. 16. Përveç elementeve tjera, te qarku është treguar edhe ndërprerësi me të cilin mund të ndërpritet ose mbyllet.

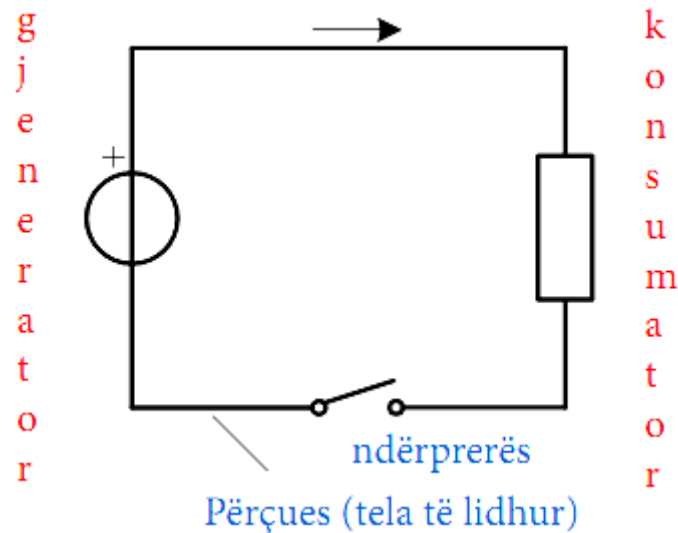


Fig. 16. Qark elektrik elementar (i thjeshtë).

2.2. LIGJI I OMIT, REZISTENCA ELEKTRIKE DHE PËRÇUESHMËRIA

Ndërmjet skajeve të një përçuesi të gjatë me prerje kon sat me sipërfaqe S le të ekziston tension U . Te përçuesi do të ketë fushë E nën të cilin veprim do të lëvizin mbushjet dhe do të rrjedh rrymë. Nëse zmadhohet tensioni i skajeve të përçuesit, zmadhohet edhe fuqia e fushës elektrike. Fuqia e zmadhuar e fushës, shkakton shpejtësi të zmadhuar të lëvizjes së grimcave të elektrizuar, por me atë edhe zmadhimi i sasisë së elektricitetit që bartet për kohë të caktuar. Fuqia e rrymës është proporcionale me sasisë e elektricitetit në njësi kohe, pra do të thotë se edhe do të zmadhohet.

Eksperimentalisht është treguar se te numri më i madh i përçuesve, por në veçanti te metalet, kur temperatura mbahet konstante, rryma është proporcionale me tensionin. Ky pro-porcion mund të shkruhet në formën:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Ky barazim e paraqet ligjin e Omit. Ky ligj eksperimentalisht e ka zbuluar në vitin 1827 fizikani gjerman **Georg Om**. Ai është njëri prej ligjeve më herët të zbuluar eksperimentalisht i cili zbatohet te rryma elektrike konstante nëpër përçuesit.

Barazimi e më sipërm mund të shkruhet edhe në formën:

$$U = R I \text{ dhe } R = \frac{U}{I}.$$

Konstanta e proporcionalitetit R te ligji i Omit quhet rezistencë elektrike i përçuesit të vërejtur. Ajo është vetia e materialeve të kundërvihen në rrjedhjen e rrymës elektrike.

Njësia për matjen e rezistencës elektrike quhet **Om** dhe shënohet me simbolin Ω .

Shpesh në vend të rezistencës R , shfrytëzohet vlera e tij reciproke. Ajo madhësi quhet **përçueshmëria elektrike**, shënohet me G dhe është e barabartë me:

$$G = \frac{1}{R}.$$

Njësia për përçueshmërinë elektrike është **simens** (S).

Duhet të theksohet se formulimi matematikor i ligjit të Omit është lidhur me zgjedhjen e kaheve referente të rrymës dhe tensionit (fig.17).

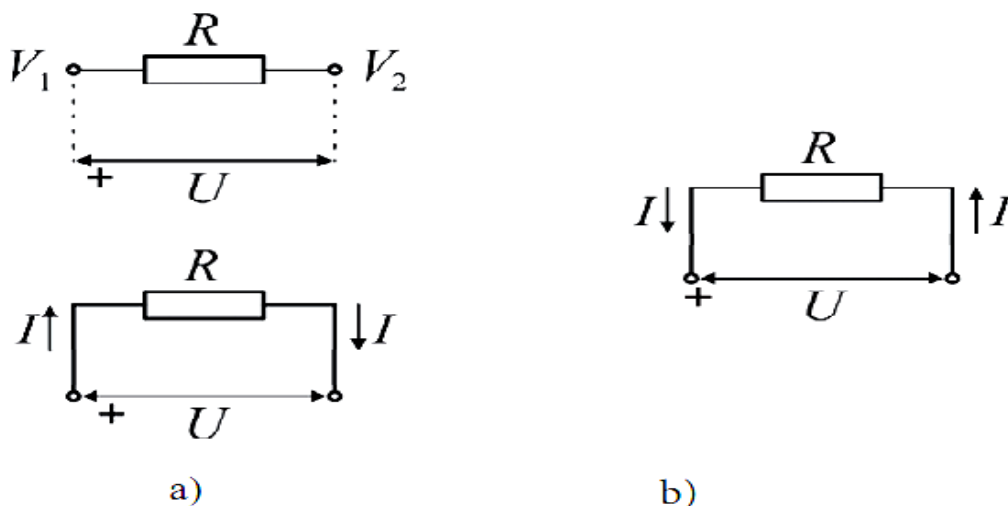


Fig. 17. Ligji i Omit (kahet referente të rrymës dhe tensionit).

Tensioni elektrik shprehet si ndryshim i potencialeve të dy skajeve të rezistorit:

$$U = V_1 - V_2$$

Po ashtu merret se $V > V$. Shenja (+) vendohet në fund me potencial më të lartë. Te përçuesit kahja e rrymës është në kahen e fushës elektrike, d.m.th., prej skaji me potencial më të lartë kah skaji me më të ulët.

Prandaj nëse dihet se kahja e rrymës, atëherë dihet cili skaj është në potencial më të lartë dhe anasjelltas.

Sipas kaheve të pajtuara të paraqitura te fig. 17.a, ligji i Omit e ka formën të dhënë me shprehjen:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Nëse rryma rrjedh në kahen e kundërt, prej pikës pikë me potencial kah pika me potencial më të lartë (fig. 17.b), Ligji i Omit e ka formën:

$$I = -\frac{U}{R}.$$

Nëse nuk është e njohur kahja së vërtetë të rrymës, merret çfarëdo kahe e cila quhet **kahe referente**. Pas njehsimit me vlera konkrete të elementeve të qarku, nëse fitohet vlera pozitive për rrymën, kahja e vërtetë e rrymës i përgjigjet kahes referente të përvetësuar. Rezultati negativ do të thotë se këto kahe janë të kundërta.

2.3. REZISTENCA SPECIFIKE EELEKTRIKE DHE PËRÇUESHMËRIA SPECIFIKE

Gjatë temperaturës konstante, rezistenca e përçuesit varet prej dimensioneve të vet, forma dhe materiali prej të cilit është bërë. Për përçuesin tel me prerje konstante dhe prej materialit homogjen, eksperimentalisht është treguar se rezistenca është proporcionale me gjatësinë e përçuesit, l , por anasjelltas proporcional me sipërfaqe e prerjes tërthore s (fig.18):

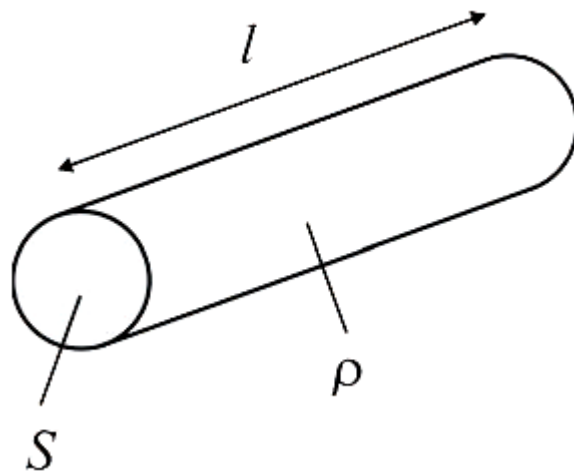


Fig. 18. Përkufizimi i rezistencës së përcuesit.

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

Koeficienti i proporcionalitetit, ρ , është madhësi fizike e cila varet prej natyrës së materialit përcues dhe quhet **rezistenca specifi ke elektrike**. Kjo madhësi tregon se materialet e ndryshme, në mënyrë të ndryshme kundërvihet rrjedhjes së rrymës elektrike.

Prej shprehjes të sipërme, për rezistencën specifike fitohet:

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

Nëse te barazimi i më sipërm zëvendësohet për $S = 1\text{m}^2$ dhe $l = 1\text{m}$, fitohet $\rho = R$. **Ajo do të thotë se rezistenca specifike është rezistencë elektrike e përcuesit me gjatësi prej 1m dhe syprinë të prerjes tërthore 1m^2 .**

Njësia për matjen e rezistencës specifi ke fitohet prej barazimit (ρ), me zëvendësimin e njësive për rezistencë, sipërfaqja dhe gjatësia dhe atë është (Ωm) ose ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$).

Rezistenca specifike, për përcuesit i argjendi, alumini, bakri etj., ka vlera të rendit të madh $\rho \approx 10^{-8} \Omega\text{m}$. Rezistencë specifike më të vogël ka argjendi, pastaj bakri, pra edhe alumini. Prandaj bakri dhe alumini më së shumti përdoren për përpunimin e përcuesve elektrik. Argjendi, për shkak të çmimit të lartë më pak përdoret. Te gjysmëpërcuesit, rezistenca specifike për germaniumin është $\rho \approx 0.45 \Omega\text{m}$ dhe për siliciumin $\rho \approx 2500 \Omega\text{m}$. Për izolatorët, rezistenca specifike për letër është $\rho \approx 10^{10} \Omega\text{m}$ edhe për qelqin $\rho \approx 10^{11} \Omega\text{m}$.

Rezistenca specifike, përveç prej materialit, varet edhe prej temperaturës. Sipas kësaj edhe rezistenca elektrike varet prej temperaturës.

Rezistenca specifike sipas rregullës rritet me rritjen e temperaturës. Kjo sqarohet në këtë mënyrë. Me rritjen e temperaturës lëvizja termike e elektroneve të përçuesit bëhet më e shprehur, pra më vështir është ato të sillen të lëvizja e orientuar nën veprimin e fushës elektrike.

Varësia e rezistencës specifike prej temperaturës është dhënë me relacionin:

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha_0 (\theta - \theta_0)],$$

ku ρ është rezistenca specifike e temperaturës θ , ρ_0 është rezistenca specifike e temperaturës θ_0 është temperatura e koeficientit të materialit prej të cilit është bërë rezistori.

Për pjesën më të madhe prej metaleve vlera e koeficientit të temperaturës është rreth **0,004 1/°C**. Për disa legura të konstantes dhe koeficienti i temperaturës së manganit është përafërsisht i barabartë me rezistencën e tij specifik nuk ndryshon me temperaturën. Është interesant se ky koeficient te grafiti, elektrolitet dhe gjysmëpërçuesit ka vlerë më të vogël se zero, që do të thotë se rezistenca specifike, por me atë edhe rezistenca zvogëlohet me rritjen e e temperaturës.

Zakonisht temperatura $\theta_0=20^\circ\text{C}$, pra barazimi paraprakisht shkruhet në këtë mënyrë:

$$\rho = \rho_{20} [1 + \alpha_0 (\theta - 20)].$$

Vlera reciproke e rezistencës specifike është përçueshmëria specifike:

$$\gamma = \frac{1}{\rho}.$$

Edhe njësia për matje të përçueshmërisë specifike paraqet vlerë reciproke të njësisë për matje të rezistencës specifike elektrike. Ai është (S/m) ose (Sm/mm²).

Prej barazimeve të më sipërme, për përçueshmëria elektrike fitohet kjo shprehje:

$$G = \gamma \frac{S}{l}.$$

2.4. LIDHJA E REZISTORËVE

Në zbatimin praktik, prej shkaqeve të ndryshme, rezistorët shpesh herë lidhen në grupe të mënyrave të ndryshme. Dy mënyra të ndryshme të lidhjes së rezistorëve janë lidhja **serike (rendore) dhe paralele**. Këto dy mënyra të lidhjes mundet edhe të kombinohen (lidhje e kom-binuar ose e përzier), për të fituar rrjeta të ndryshme të rezistorëve.

Grupi i rezistorëve të lidhur në çfarëdo mënyre mund të zëvendësohet me një rezistor me **rezistor ekuivalent**.

2.4.1. Lidhja në seri e rezistorëve

Lidhja seri (rendore) e dy rezistorëve është treguar te fig. 19.

Lidhja rendore e rezistorëve është larguar ashtu që fundi i rezistorit të parë është lidhur me fillimin e të dytit, por ndërmjet fillimit të rezistorit të parë dhe fundit të rezistorit të dytë është kyçur tensioni.

Kur kështu rezistorët e lidhur janë pjesë prej qarkut të rrymës së mbyllur, qartë është **se rryma elektrike nëpër të gjithë rezistorët është i njëjtë**.

Rezistenca ekuivalente e dy rezistorëve rendor të lidhur është i barabartë me shumën e rezistencave të tyre:

$$R_e = R_1 + R_2 .$$

Për n lidhje rendore të rezistorëve, shprehja e fundit mund të zgjerohet:

$$R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n . \quad 1$$

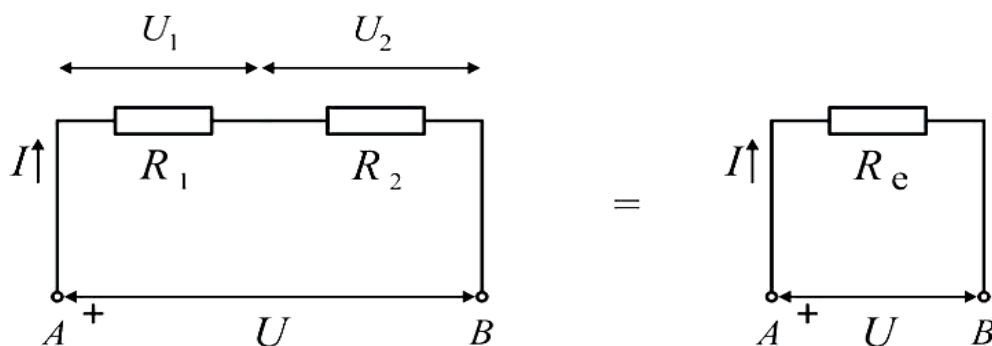


Fig. 19. Lidhje seri e rezistorëve.

Rezistenca ekuivalente e n lidhja rendore e rezistorëve është shuma prej rezistencave të rezistorëve të veçantë.

2.4.2. Lidhja paralele e rezistorëve

Lidhja paralele e dy rezistorëve është treguar në fig. 20.

Lidhja paralele e rezistorëve është realizuar ashtu që fillimet e të dy rezistorëve, si edhe skajet e tyre janë bashkuar në pika të përbashkëta dhe të kyçura në tension.

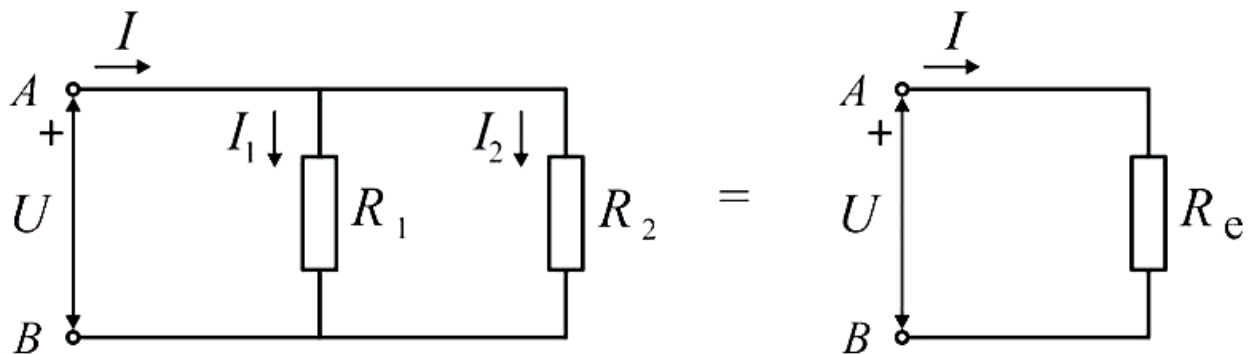


Fig. 20. Lidhja paralele e rezistorëve.

Tensioni U ndërmjet skajeve të të gjithë rezistorëve është i njëjtë, por rrymat nëpër rezistorët nuk janë të njëjtë.

Lidhja paralele e rezistorëve mund të zëvendësohen me një rezistor ekuivalent, i cili do të jetë i kyçur në tension të njëjtë sikurse edhe lidhja paralele e rezistorëve. Rryma që do të rrjedh nëpër atë do të jetë e barabartë me rrymën që është e përbashkët për të dy rezistorët.

Për rezistencën ekuivalente të dy lidhjeve paralele të rezistorëve fitohet:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} .$$

Domethënë, *vlera reciproke e rezistorit ekuivalent është i barabartë me shumën e vlerave reciproke e rezistencave të dy rezistorëve.*

Kjo shprehje mund të shkruhet edhe në këtë formë edhe sikurse i atillë shpesh shfrytëzohet:

$$R_e = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} .$$

Për n lidhja rendore e rezistorëve shprehja ($1/R_e$) mund të zgjerohet:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} .$$

Vlera reciproke e rezistencës reciproke të lidhjes paralele është shumë prej vlerave reciproke të rezistorëve të rezistencave të rezistorëve të veçantë.

2.4.3. Lidhja e kombinuar e rezistorëve

Lidhja e kombinuar e rezistorëve kyç tre edhe më shumë rezistor, të cilët mund të jenë të lidhur si kombinim prej lidhjes rendore dhe paralele. Te figura 2.4.3.a është treguar lidhja e kombinuar e tre rezistorëve.

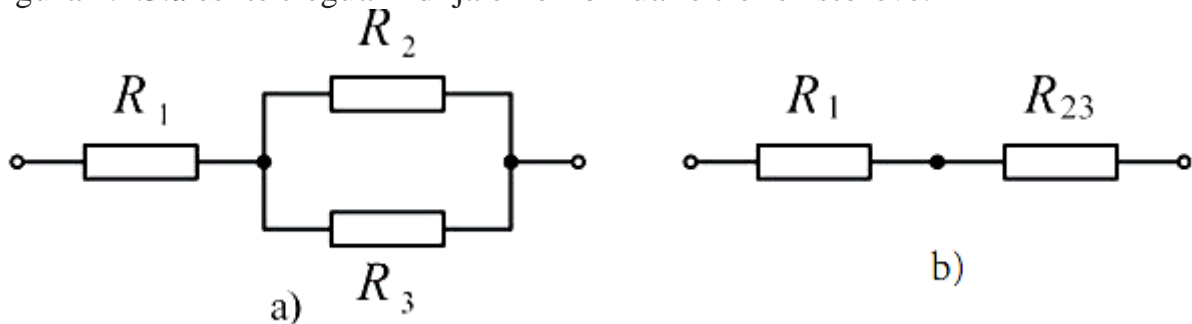


Fig. 21. Lidhja e kombinuar e rezistorëve.

Mënyra për caktimin e rezistencës ekuivalente është kjo. Së pari do të caktohet rezistenca ekuivalente R_{23} i lidhjes paralele të rezistorëve R_2 dhe R_3 (fig.21.b):

$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} .$$

Pastaj kjo rezistencë do të mblidhet me rezistencën R_1 , me të cilin është lidhje rendore. Përfundimisht fitohet (fig. 21.c):

$$R_e = R_1 + R_{23} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} .$$

2.5. MATJA E DISA MADHËSIVE ELEKTRIKE

2.5.1. Matja e rrymës elektrike

Për matjen e fuqisë së rrymës përdoren instrumente të quajtur **ampermetra**. Sipas konstruksionit dhe principit të punës ekzistojnë lloje të ndryshme të ampermetrave. Pavarësisht prej principit të punës, atë kanë shkallë dhe shigjetë (ampermetra analog) ose displej (ampermetra digjital). Në skemat elektrike ampermetrat janë shënuar me rreth të cili vendoset shkronja A (fig. 22).

Çdo ampermetër ka dy kyçje. Ampermetri lidhet në qarkun e rrymës ashtu që nëpër atë të kalon rryma që matet. Ajo do të thotë se ampermetri lidhet në **seri** me konsumatorin të qarku i rrymës (fig. 22.a).

Skajet e ampermetrit janë zakonisht të shënuar me “+” dhe “-”, por ampermetri kyçet te qarku ashtu që kahja teknike e rrymës është orientuar prej kyçjes „pozitive”.

Ampermetri duhet të jetë ashtu i konstruktuar që me praninë e vet që më pak vepron rryma që rrjedh te qarku para futjes së ampermetrit. Ajo do të thotë de ai duhet të jetë rezistencë të vogël të brendshëm R_a .

Gjatë matjes patjetër të kemi kujdes së matjen e fuqisë së rrymës të mos jetë më e madhe prej asaj që instrumenti mund ta bart pa dëmtim. Zakonisht ampermetrat janë dedikuar për matjen e vlerave të ndryshme të rrymave (ka më shumë zona matëse), pra preferohet gjatë matjes të fillohet me zonë matëse më të madhe.

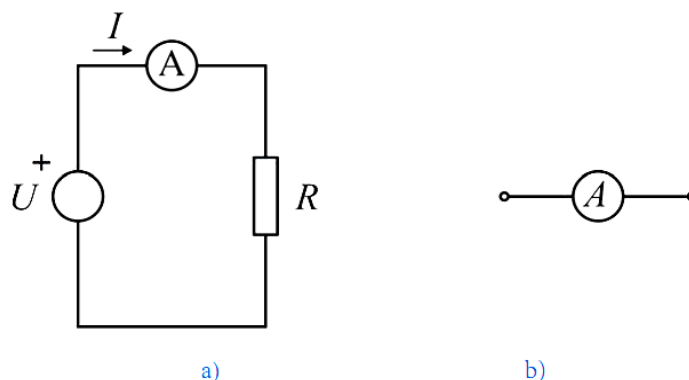


Fig. 22. Matja e fuqisë së rrymës me ampermetër.

Varësisht prej pozitës së fituar të shigjetës në lidhje me shkallën, pastaj mund zona matëse të zvogëlohet.

2.5.2. Matja e tensionit elektrik

Matja e tensionit elektrik kryhet me instrumente të veçanta matëse të quajtur **voltmetra**. Sipas konstruksionit dhe principit të punës ekzistojnë lloje të ndryshme të voltmetrave. Pavarësisht prej principit të punës, ato janë furnizuar me shkallë dhe shigjetë (voltmetra analog) ose me displej (voltmetra digjital). Te shkalla ose te displej mund të lexohet vlera e matur. Te skema elektrike voltmetri shënohet me rreth të e cila vendohet shenja V (fig. 23.b).

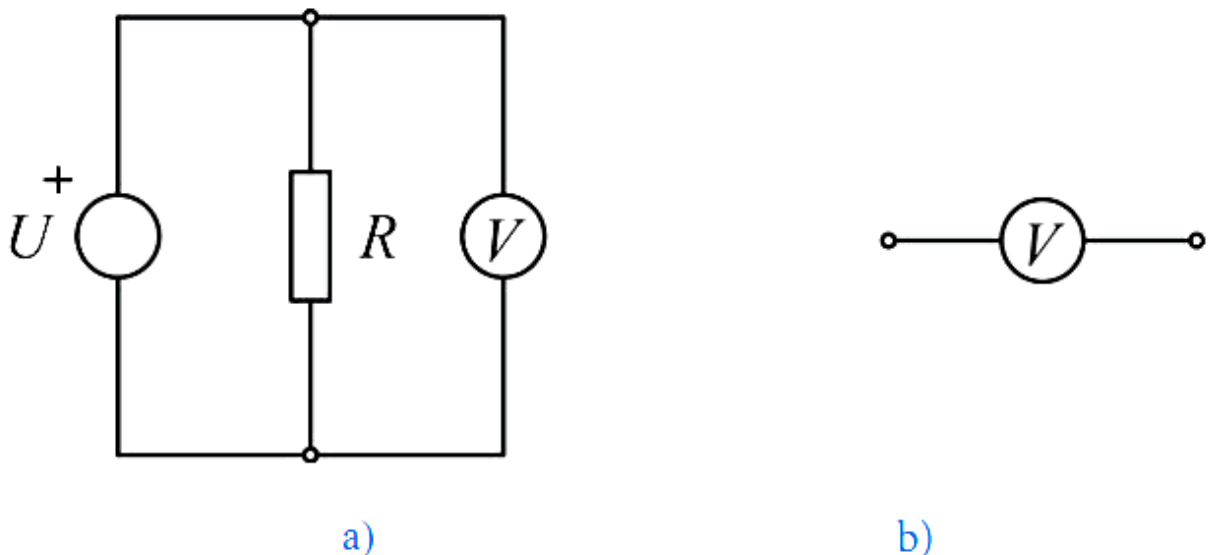


Fig. 23. Matja e tensionit me voltmetër.

Te çdo voltmetër ka dy kyçje. Voltmetri lidhet **paralelisht** me tensionin matës (fig. 23.a).

Voltmetri ka rezistencë elektrik të caktuar. Gjatë kyçjes së tij te qarku i dhënë, për të mos ndikon saktësia e matjes, rezistenca elektrik R e voltmetrit duhet të jetë aq më e madhe. Për voltmetër ideal, i cili nuk futet kurrfarë gabimi në matjen e këtij rezistori tenton n pakufi.

Fundi i voltmetrit është shënuar me “+” kyçet me pikën me potencial më të lartë.

Gjatë matjes duhet të kemi kujdes në madhësinë e tensionit të matur, i cili nuk guxon të jetë më e madhe prej asaj që instrumenti mund ta mban pa dëmtim. Zakonisht voltmetrat janë dedikuar për matjen e vlerave të ndryshme të tensionit (kanë më shumë zona matëse), pra preferohet gjatë matjes të fillohet me zonë të madhe matëse. Varësisht prej pozitës së fituar të shigjetës në lidhje me shkallën, pastaj mund zona matëse. Varësisht prej pozitës së fituar të shigjetës në lidhje me shkallën, pastaj mundet zona matëse të zvogëlohet dhe më preciz të lexohet vlera e tensionit të matur.

2.5.3. Matja e rezistencës elektrike

Ekzistojnë më shumë metoda për matjen e rezistencës.

Metoda më e zakonshme për matjen e rezistencës është me zbatimin e ligjit të Omit, më saktë me matjen e tensionit të skajeve të rezistorit rezistenca e të cilit caktohet edhe rryma nëpër atë. Kjo është e ashtuquajtura *UI* metoda. Gjatë mënyrës së këtillë të matjes, ekzistojnë dy mënyra të lidhjes së instrumenteve, të treguar te figura (fig. 24).

Me supozim se instrumentet janë krejtësisht të saktë, sipas shemës te figura 24.a voltmetri tregon tension te skajet e rezistorit R , por ampermetri e tregon rrymën a përbashkët nëpër rezistorin dhe nëpër voltmetrin. Domethënë gjatë matjes paraqitet gabim i cili mund të korrigjohet, nëse dihet rezistenca e brendshme e voltmetrit R_v . Mënyra e këtillë e lidhjes është e përshtatshme për matjen e rezistencave të vogla.

Mënyra e lidhjes është treguar te figura 24.b, ka përparësi gjatë matjes së rezistencave të mëdha. Gjatë kësaj mënyre të lidhjes saktë matet rryma, por voltmetri e tregon shumë prej tensioneve të rezistencës dhe ampermetrit. Domethënë gjatë matjes paraqitet gabim i cili mund të korrigjohet, nëse dihet rezistenca e brendshme e ampermetrit.

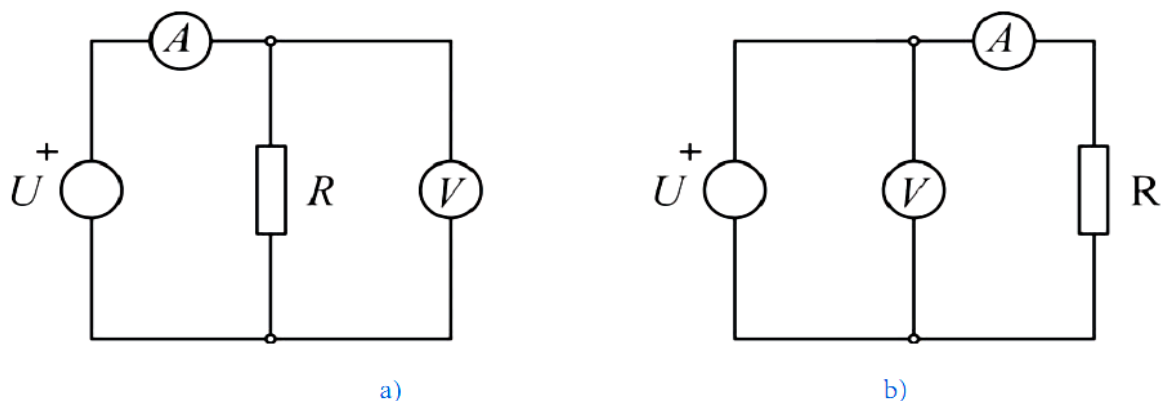


Fig. 24. Matja e rezistencës elektrike me ndihmën e ampermetrit dhe voltmetrit.

Rezultatet të cilat që do të fitohen gjatë matjes edhe gjatë njërës edhe gjatë tjetrës, në praktikë mund të pranohen si të sakta dhe pa futje të korrigjimeve. Gabimet që janë pasojë e jo përsosjes së instrumenteve (të rezistencës së tyre të brendshme), mund të neglizhohen. Përmendëm se voltmetrat kanë zakonisht rezistencë të madh, pra rrymat që rrjedhin nëpër ato janë të vogla. Ampermetrat zakonisht ka rezistencë të vogël, pra tensioni i skajeve të tij është i vogël.

Ekzistojnë edhe instrumente për lexim të shpejtë dhe direkt të rezistencës, të ashtuquajtur *ommetra*. Këto instrumente kanë kyçe të cilët janë kyçur rezistenca e matur dhe rezistenca lexohet të shkalla e instrumentit. Instrumenti përmban burim të cili kyçet rezistori, një rezistor me rezistencë të ndryshueshme dhe ampermetër. Matja e rezistencës sillet në matjen e rrymës.

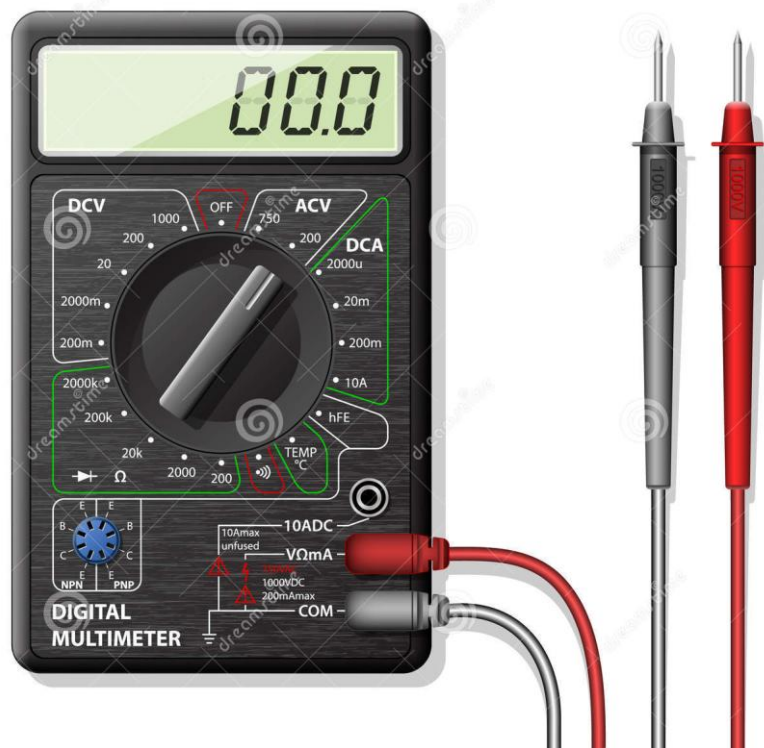


Fig. 25. Multimetër digjital.

Për matje precize të rezistorit përdoren ura. Më i përdoruri dhe më i thjeshtë është ura e Vistonit. Për matjen e shumë rezistencave të vogla përdoren ura e Tomsonit.

Sot, më së shpeshti përdoren *instrumente matëse universale (multimetra) të cilët mund të masin edhe fuqinë e rrymës, dhe tensioni dhe rezistenca elektrike (fig.25). Ato janë të përpunuara si instrumente analoge ose digjital.*

2.6. LIGJI I XHULIT DHE ZBATIMI I TIJ

Njëri prej efekteve më të rëndësishëm përcjellës të rrymës elektrike është efekti i tij i nxehtësisë, i cili shkakton nxehjen e përcueshmërisë. Ky efekt quhet *efekti i Xhulit*, sipas hulumtuesit anglez Xhul. Ai bëri eksperimente duke venduar përcues të izoluar te kalorimetri dhe e ka matur sasinë e liruar të nxehtësisë gjatë fuqive të ndryshme të rrymës konstante dhe për rrethanat tjera të ndryshme. Po ashtu ka konstatuar se nxehtësia e liruar është proporcionale me kohën dhe me katrorin e fuqisë së rrymës. Koeficienti i proporcionalitetit varet prej dimensioneve gjeometrike dhe prej llojit të përcuesit i cili ka qenë i kyçur te eksperimenti. Më vonë është konstatuar se ai koeficient është rezistenca e përcuesit R .

Efekti i Xhulit mund të sqarohet edhe në këtë mënyrë.

Në fig. 26. është treguar qarku i rrymës prej një gjeneratori dhe një rezistori.

Në skajet rezistorit ekziston tension U , por në qark rrjedh rrymës I . Rryma nëpër rezistorin rrjedh nën ndikimin e fushës elektrike E e cila i lëviz mbushjet në kahe të fushës, sipas gjatësisë së vijave të forcave. Për ndonjë kohë t , nëpër rezistorin do të kalon sasi elektriciteti:

$$Q = I t.$$

Për bartjen e kësaj sasive të elektricitetit, ndërmjet dy pikave në fushën te e cila ekziston tension U , forcat e fushës elektrike do të kryejnë punë:

$$A = QU = I U t. \text{ Shprehja (A)}$$

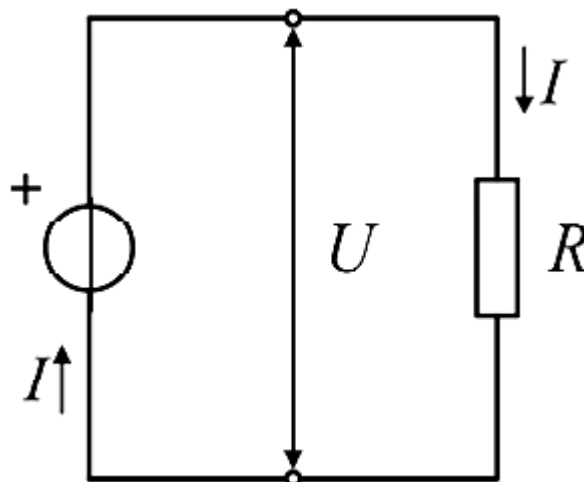


Fig. 26. Përkufizimi i punës së rrymës elektrike.

Rryma e njëjtë rrjedh edhe nëpër gjeneratorin, por përkundrazi prej vijave të fushës E , d.m.th., e kundërta e forcës së Kulonit. Për lëvizjen e këtillë, gjeneratori patjetër të shpenzon ndonjë lloj tjetër të energjisë, ku kryen punë përsëri me shprehjen e me sipërme (A).

$$W_t = A = UI t \quad \text{Shprehja *}$$

Punën që e kryejnë forcat e fushës elektrike te rezistori e cila është dhënë me shprehjen (A), shndërrohet në energji nxehtësie:

$$W_t = A = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t \quad \text{Shprehja **}$$

Shprehja paraprake, me shfrytëzimin e ligjit të Ohmit mund të shkruhet edhe në mënyrë tjetër:

Barazimi i fundit e paraqet **ligjin e Xhulit**. **Me atë mund të caktohet energjia e nxehtësisë e cila krijohet te një rezistor.**

Shprehjet (*) dhe (**) janë shkruar për kahe referente të harmonizuara te tensioni i rrymës.

Nëse shprehja (*) pjesëtohet me kohën, do ta fitojmë fuqinë, me të cilën puna e forcave të fushës elektrike do të transformohet në energji të nxehtësisë:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{UI t}{t} = UI \quad \text{Shprehja ***}$$

Nëse e njëjta zbatohet edhe te shprehja (**), për fuqinë do të fitohen dy shprehje:

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad \text{Shprehja ****}$$

Shprehjet (***) dhe (****) e paraqesin **ligjin e Xhulit për fuqinë**.

Shprehjet (*), (**), (***) dhe (****) janë shkruar për harmonizimin e kaheve referente të rrymës dhe tensionit.

Njësia për matjen e fuqisë është **vati (W)**. Njësia për matjen e punës dhe energjisë është **xhul (J)**. Kjo njësi quhet edhe **vatsekond (Ws)**. Njësia më e madhe e cila shfrytëzohet në praktikë është **kilivatorë (kWh)**.

$$1\text{kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}.$$

Efekti i nxehtësisë i rrymës elektrike gjen zbatim të rëndësishëm në elektroteknikë, pasi të ai bazohet puna e shumë aparateve elektrike. Megjithatë, në rastin kur shndërrimi i energjisë elektrike në nxehtësi nuk është qëllimi, si për shembull të gjeneratorët elektrik dhe motorët, transformatorët dhe përçuesit bartës, zhvillimi i nxehtësisë paraqitet si dukuri e padëshiruara dhe e dëmshme e përcjellë e cila shkakton edhe humbje plotësuese.

2.7. QARKU ELEKTRIK I PËRBËRË PREJ NJË BURIMI DHE NJË REZISTORI

Qarku i thjeshtë i rrymës i cili përbëhet prej gjeneratorit me fem E dhe rezistor të bren-dshëm R dhe një rezistor me rezistencë R të paraqitur te fig. 27. Zgjidhja e një qarku të këtillë, por edhe zgjidhja e një qarku elektrik në përgjithësi, në bazë domethënë caktimi i ten-sionit dhe rrymave nëpër të gjitha elementet te qarku.

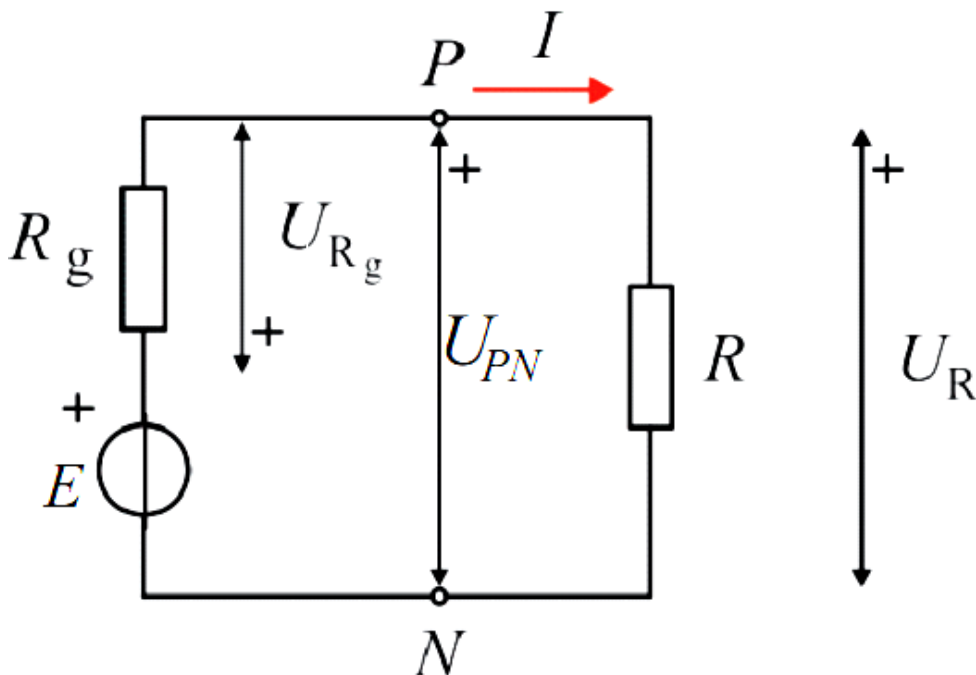


Fig. 27. Qarku i rrymës të përbërë prej një burimi dhe një rezistori.

Barazimi themelor i një qarku të këtillë për caktimin e fuqisë së

rrymës në atë fitohen me ndihmën e shndërrimit të energjisë të qarku. Fuqinë elektrike që e jep gjeneratori (fem dhe rryma nëpër gjenerator janë në kahe të njëjtë) shpenzohet si nxehtësi e Xhulit dhe atë një pjesë të vet gjeneratori (te rezistori R), por tjetri të konsumatori (rezistori me rezistencë R):

$$EI = I^2 R_g + I^2 R.$$

Barazimi paraparak pjesëtohet me rrymën dhe fitohet:

$$E = IR_g + IR,$$

prej rrymës fitohet:

$$I = \frac{E}{R_g + R}.$$

Ky barazim shpesh quhet ligji i Omit për qarkun e thjesht të rrymës.

Për zgjidhjen e tërësishme të qarkut duhet të caktohet edhe tensioni i rezistorit me rezistencë r dhe tensioni i rezistorit të brendshëm të gjeneratorit. Për ato fitohet, sipas ligjit të Omit:

$$U_R = IR \text{ dhe } U_{Rg} = IR_g.$$

Tensioni ndërmjet polit pozitiv dhe negativ të gjeneratori real do të fitohet prej barazimeve të më sipërme.

$$E = IR_g + IR = U_{Rg} + U_R.$$

Për tensionin ndërmjet polit pozitiv dhe negativ të gjeneratorit fitohet:

$$U_{PN} = U_R = E - U_{Rg} = E - IR_g,$$

Barazimet e sipërme janë shkruar për kahet referente të harmonizuara të rrymës dhe tenseve.

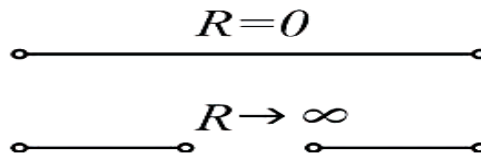


Fig. 28. lidhja e shkurtër dhe i zbrazët prej në qark të thjesht elektrik.

Rasti kur te qarku i paraqitur te fi gura 27. rezistenca e rezistorit është i barabartë me zero, quhet lidhja e shkurtër (fig. 28) dhe karakterizohet me këto relacione:

$$R = 0, \quad I = \frac{E}{R_g}, \quad U_{PN} = U_R = IR = 0$$

Rasti kur te qarku i paraqitur te fig. 28. rezistori është ç'kyçur dhe skajet kur ka qenë i lidhur janë lënë të hapur ($R \rightarrow \infty$) quhet i zbrazët prej (fig. 28) dhe karakterizohet me këto barazime:

$$R \rightarrow \infty, \quad I = 0, \quad U_{PN} = E.$$

2.8. QARKU I THJESHTË I RRYMËS TË PËRBËRË PREJ MË SHUMË BURIMEVE DHE REZISTORËVE

Qarku i thjeshtë i rrymës e cila përbëhet prej shumë gjeneratorëve me fem të ndryshme dhe rezistencë të brendshme dhe shumë rezistorëve të ndryshëm është paraqitur te fig. 29. Zgjidhja e qarkut të këtillë është lidhur me caktimin e rrymës te qarku.

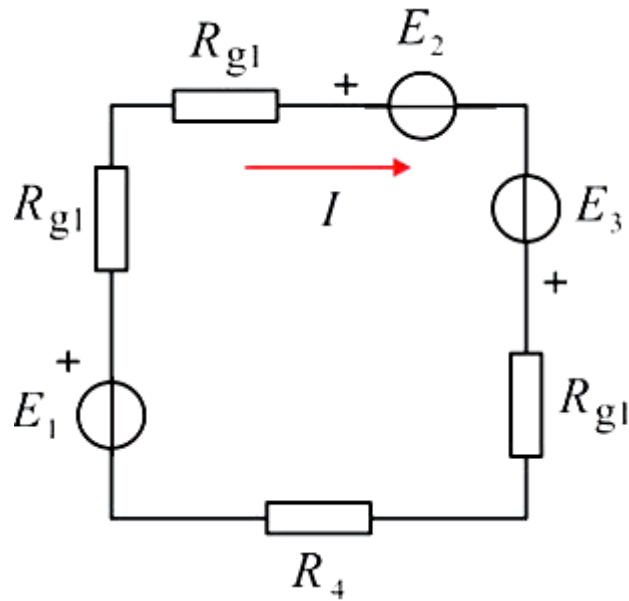


Fig. 29. Qarku i rrymës i përbërë prej shumë gjeneratorëve dhe rezistorëve.

Fuqia elektrike të qarku e japin gjeneratorët fem i të cilëve kanë kahe të anasjelltë prej rrymës. Konsumatorët të qarku janë rezistorët dhe ato gjeneratorë fem i të cilëve kanë kahe të anasjelltë prej rrymës. Kjo mund të shkruhet me këtë barazim:

$$E_1 I + E_3 I = I^2 R_{g1} + I^2 R_{g2} + I^2 R_{g3} + I^2 R_4 + E_2 I \quad \text{Barazimi } *$$

Nëse barazimi i sipërm pjesëtohet me rrymën I, do të fitohet:

$$E_1 + E_3 = IR_{g1} + IR_{g2} + IR_{g3} + IR_4 + E_2$$

Duke e zgjidhur barazimin (*) sipas rrymës, fitohet:

$$I = \frac{E_1 - E_2 + E_3}{R_{g1} + R_{g2} + R_{g3} + R_4} \quad \text{Shprehja } **$$

Shprehja (*) mund të shkruhet edhe në formën e shkurtuar:

$$I = \frac{\sum E}{\sum R}.$$

Shprehja ***

Simboli Σ , e cila është përdorur te barazimi paraparak është shenjë e zakonshme në matematikë me të cilën shkurtimisht shënohet shuma algjebrike. Shprehja (***) quhet **ligji i Omit i përgjithësuar për qarkun e thjeshtë të rrymës**.

Gjatë të shkruarit e barazimit (***) vlen kjo rregull : **Te shuma algjebrike për fem, ato të cilat kanë kahe të njëjtë me rrymën merret me parashenjë pozitive, por ato të cilat kanë kahe të kundërt merret parashenja negative.**

Duhet të përmendet se nëse nuk është i njohur kahja e rrymës te qarku çfarëdo kahja (referente), prandaj rezultati i fituar, konstatohet vallë ajo është kahe e vërtetë e rrymës ose jo.

Qarku do të jetë komplet i zgjidhur nëse janë caktuar edhe tensionet e skajeve të elementeve sipas ligjit të Omit.

2.9. TENSIONI NDËRMJET DY PIKAVE TE QARKU I RRYMËS

Tensioni ndërmjet pikave A dhe B në një qark elektrik të paraqitur te fig. 30, mund të caktohet sipas rregullës:

Tensioni U_{AB} i pikës A në lidhje me pikën B do të jetë i barabartë me shumën algjebrike të të gjitha fem dhe tensioneve mbi rezistencat ndërmjet pikave A dhe B , ku me parashenjen pozitive merren ato poli pozitiv i të cilave gjenden kah pika A .

Për shembullin te fig. 30, gjatë caktimit të tensionit U_{AB} , mbledhja e tensioneve bëhet në kahe prej pikës A kah pika B dhe po ashtu mblidhen të gjitha fem dhe të gjitha tensionet mbi rezistencat ndërmjet dy pikave.

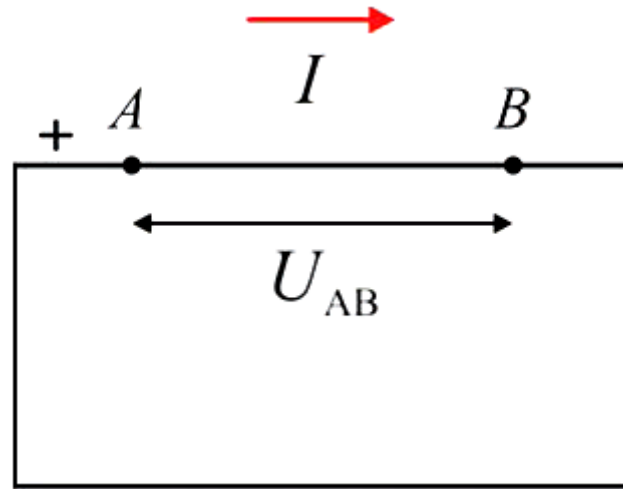


Fig. 30. Caktimi tensionit ndërmjet dy pikave.

Fem E ka pol pozitiv kah B , pra te shuma do të merret me shenjë (-), por fem E_2 ka pol pozitiv kah A , pra te shuma do të merret me shenjë (+). Tensioni mbi rezistencat $U_{R_{g1}}$, $U_{R_{g2}}$ dhe U_{R_3} , sipas kahes së rrymës, kanë pole pozitive kah A , pra do të merret me parashenjë (+).

Sipas kësaj, fitohet ky barazim:

$$U_{AB} = -E_1 + E_2 + U_{R_{g1}} + U_{R_{g2}} + U_{R_3} = -E_1 + E_2 + IR_{g1} + IR_{g2} + IR_3.$$

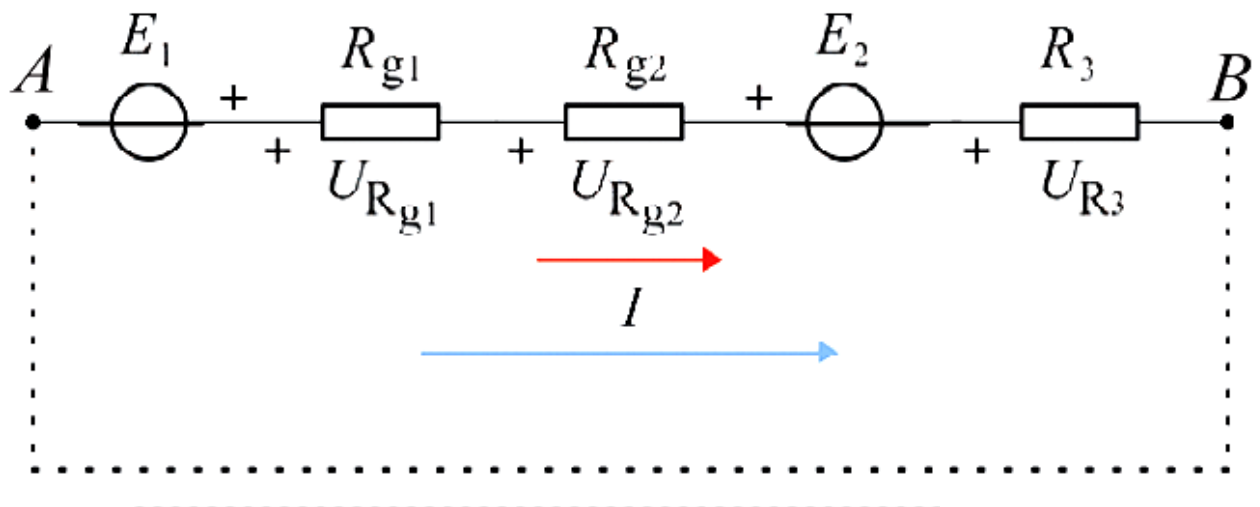


Fig. 31. Caktimi i tensionit ndërmjet pikave A dhe B.

Barazimi fundit mund të shkruhet kështu:

$$U_{AB} = \sum RI - (E_1 - E_2).$$

Në rastin e përgjithshëm për caktimin e tensionit ndërmjet pikave A dhe B , fitohet ky barazim:

$$U_{AB} = \sum_A^B RI - \sum_A^B E. \quad \text{Barazimi } *$$

Sipas barazimit () gjatë caktimit të tensionit U_{AB} , mbledhja e tensioneve bëhet në kahe prej pikës A kah pika B dhe rrymat dhe fem kahet e të cilave përputhen me kahen e lëvizjes merren me parashenjë pozitive dhe anasjelltas.*

2.10. QARKU I PËRBËRË ELEKTRIK

Lidhjet e përbëra të gjeneratorëve elektrik dhe rezistor quhen *rrjeta elektrike ose qarqe të përbëra elektrik*. Një qark i atillë është treguar në fig.32.

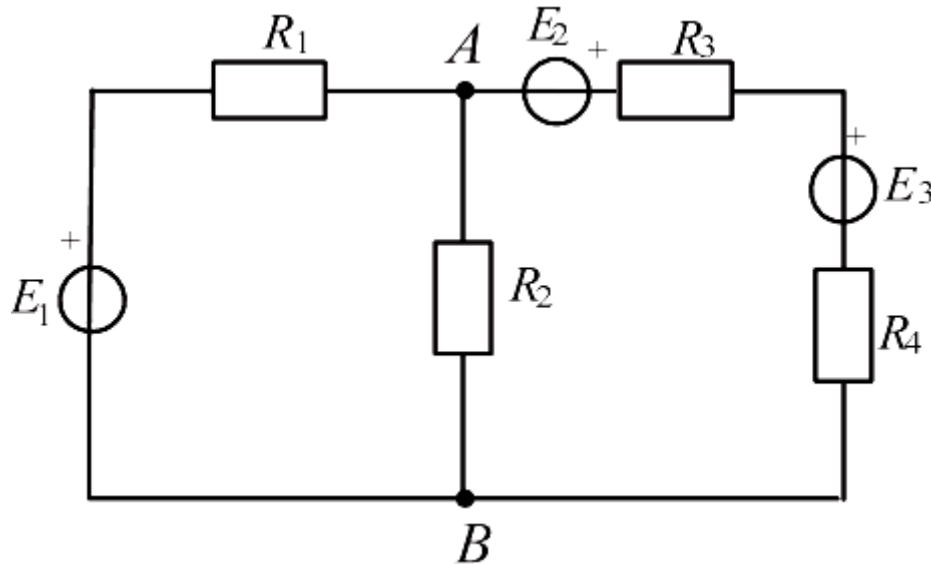


Fig. 32. Qarku i përbëra elektrike.

Nyja te qarku i përbëra elektrik është pika te e cila janë lidhur tre ose më shumë përçues. Nyjet te qarku shënohet me shkronja të mëdha të latinishtes. Te figura 32, janë shënuar nyjet A dhe B.

Dega e qarkut elektrik paraqet një ose më shumë elemente të lidhura në seri ndërmjet dy nyjeve. Nëpër të gjithë elementet te dega rrjedh rrymë e njëjtë. Qarku i dhënë te figura 32, ka tre degë dhe të gjitha tre degët janë ndërmjet nyjeve A dhe B.

Kontura te qarku elektrik është rrugë e mbyllur e cila përbëhet prej shumë degëve të fushës së përbëra elektrike. Kahja sipas të cilës lëvizim sipas gjatësisë së konturës, por e cila mund të zgjidhet çfarëdo, quhet *kahe pozitive e rrethimit sipas konturës*.

Me të vërtetë kontura është ajo konturë që ka të paktën një degë dhe i takon vetëm asaj.

2.11. LIGJI I PARË DHE I DYTË I KIRKOVIT

Ligji i parë i Kirkovit (ligji I i Kirkovit) është për rrymat te degët të lidhura në një nyje dhe thotë:

Shuma algjebrike e fuqive të rrymave te cilado nyje e qarkut elektrik është e barabartë me zero. Me marrëveshje, rrymat të cilat dalin prej nyjes merren me shenjë pozitive, por ato hyjnë te nyja me shenjë negative.

Ligji i parë i Kirkovit mund të shkruhet në këtë mënyrë:

$$\sum I = 0.$$

Ai përdoret për caktimin e një rryme të panjohur te një nyje, nëse janë të njohur fuqitë e rrymave te degët tjera të lidhura me atë nyje.

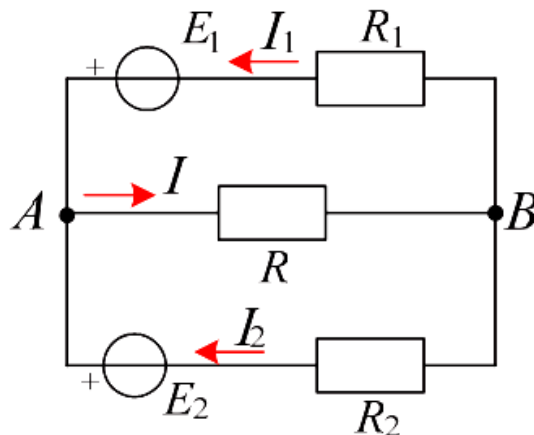


Fig. 33. Caktimi i rrymës së panjohur me ligjin e parë të Kirkovit.

Zbatimin e ligjit të parë të Kirkovit do ta ilustrojmë me shembull të treguar te fig. 33. Fuqia e rrymave I_1 dhe I_2 le të jenë të njohur, por fuqia e rrymës I e panjohur. Ajo mund të caktohet nëse shkruhet ligji i parë i Kirkovit për nyjen A :

$$-I_1 - I_2 + I = 0$$

Me zgjidhjen e barazimit të fundit, fitohet rryma e panjohur I :

$$I = I_1 + I_2$$

Nëse kahja e rrymës së panjohur është po ashtu e panjohur, supozojmë se kahja referente për atë. Nëse pas njehsimit të kryer kemi fituar rezultat pozitiv, ajo është vërtetuar se kahja e vërtetë përputhet me referentën. Nëse fitohet vlerë negative, kahja e vërtetë është e anasjelltë prej kahes referente.

Ligji i dytë i Kirkovit zbatohet te kontura dhe ai lidh të gjithë forcat elektromotore dhe tensionet e rezistorëve te një konturë.

Ligji i dytë i Kirkovit thotë:

Pas gjatësisë të çfarëdo shtegu të mbyllur (kontura) te qarku elektrik, shuma algjebrike e të gjitha forcave elektromotore të gjeneratorëve është i barabartë me shumën algjebrike të të gjitha tensioneve mbi rezistorin në këtë konturë.

Po ashtu forcat elektromotore merren me shenjë pozitive, nëse kahja e tyre përputhet me kahe pozitive të rrethimit sipas konturës, por me atë negative nëse kahja e tyre është e kundërt prej kahes së rrethimit sipas konturës. Tensionet mbi rezistorët merren me shenjë pozitive nëse rrymat nëpër ato përputhen me kahen pozitive të rrethimit sipas konturës, por me shenjë negative, nëse rrymat nëpër ato janë në kahe të kundërt prej kahes pozitive të rrethimit sipas konturës.

Ligji i dytë i Kirkovit mund të shkruhet me këtë shprehje:

$$\sum E = \sum RI. \quad \text{Barazimi } *$$

Zbatimin e ligjit të dytë të Kirkovit do ta ilustruim me një shembull të treguar te figura 34. Supozojmë se kahja e rrethimit sipas konturës, të shënuar me figurën me shigjetë të kuqe. Për konturën, sipas barazimit (*) e shkruajmë këtë. Te ana e majtë e barazimit duhet ta kemi shumën e fem e të gjithë gjeneratorëve te kontura. Ato janë gjeneratorët me fem E_1 kahja e të cilëve përputhet me kahen e rrethimit sipas konturës, pra shumën algjebrike e marrim me shenjë pozitive. Forca elektromotore e gjeneratorit tjetër E_2 te kontura ka ke të kundërt prej kahes së rrethimit sipas konturës, pra te shuma algjebrike do ta marrim shenjën negative.

Sipas barazimit (*), ana e djathë e përmban shumën e të gjithë tensioneve mbi rezistorët te kontura. Rryma I_1 ka kahe të njëjtë me kahen e rrethimit sipas konturës, pra tensioni mbi rezistorin R_1 te shuma merret me shenjë pozitive. E njëjta vlen edhe për tensionin mbi rezistorin R_2 , pra rryma I_2 ka kahe të njëjtë me kahe të rrethimit. Rryma I_3 ka kahe të kundërt prej kahes së rrethimit, pra tensioni mbi rezistorin R_3 do ta marrim te shuma me shenjë negative.

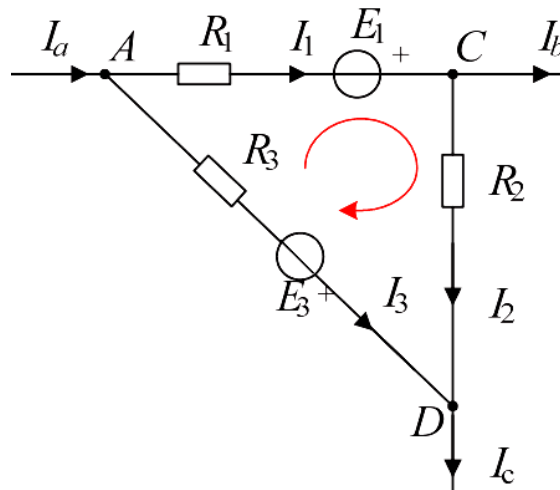


Fig. 34. Zbatimi i ligjit të dytë të Kirkovit.

Sipas sqarimit të sipërm, ligji i dytë i Kirkovit për konturë në fig. 43, është dhënë me shprehjen:

$$E_1 - E_3 = R_1 I_1 + R_2 I_2 - R_3 I_3. \quad \text{Barazimi } *$$

Me ndihmën e ligjit të dytë të Kirkovit mund ta caktojmë te ndonjë degë prej konturës nëse janë të njohur të gjitha forcat elektromotore, rezistencat e të gjitha rezistorëve, si edhe rrymat te degët tjera të konturës. Kjo mund të vërehet prej shembullit paraprak, nëse zgjedhim vlera numerike për forcat elektromotore, për rezistencat e rrymave I_2 dhe I_3 , por rrymën I_1 e llogarisim për të panjohur.

Le të jenë dhënë këto vlera numerike:

$$E_1 = 20V \quad E_3 = 50V \quad R_1 = 40\Omega \quad R_2 = 20\Omega$$

$$R_3 = 10 \Omega \quad I_2 = 0,5 \text{ A} \quad I_3 = 1,2 \text{ A}$$

Prej barazimit (*), për rrymën e panjohur I_1 fitohet:

$$I_1 = \frac{E_1 - E_3 - R_2 I_2 + R_3 I_3}{R_1} = \frac{20 - 50 - 20 \cdot 0,5 + 10 \cdot 1,2}{40} = -\frac{28}{40} = -0,7 \text{ A}.$$

Vlera e fituar për rrymën është negative, që do të thotë se kahja e saj e vërtetë është e kundërt prej referentes (e supozuar) në fig. 34.

2.12. ZBATIMI I LIGJIT TË PARË DHE TË DYTË TË KIRKOVIT PËR ZGJIDHJEN E QARKUT TË PËRBËRË ELEKTRIK

Me zgjidhje të qarkut të përbërë elektrik nënkuptohet caktimi i të gjitha rrymave re degët sipas fuqisë dhe kahës, nëse njihen të gjitha forcat elektromotore të forcave të gjeneratorëve dhe të gjitha rezistencat e rezistorëve.

Ligji i parë dhe i dytë i Kirkovit së bashku mundësojnë zgjidhjen e qarkut të përbërë elektrik.

Çdo fushë elektrike ka numër të caktuar të nyjeve n_j dhe degë n . Pasi, më së shpeshti të panjohura janë rrymat te degët, numri i të panjohurave të cilat duhet të caktohen është n . Këto të panjohura caktohen ashtu që vendosen gjithsej n barazime, sipas ligjit të parë dhe të dytë të Kirkovit.

Numri i barazimeve të pavarura që mund të shkruhen sipas ligjit të parë të Kirkovit është i barabartë me $n - 1$. Në të vërtetë, nëse formohen barazime sipas ligjit të Kirkovit për të gjithë n_j nyje, barazimi për një nyje gjithmonë del prej barazimeve të nyjeve tjera dhe mund të fitohet prej barazimeve të të tjerave $n_j - 1$ nyje.

Pasi numri i përgjithshëm i të panjohurave është n_g , numri i barazimeve që duhet të shkruhen sipas ligjit të dytë të Kirkovit fitohet, kur prej numrit të përgjithshëm të degëve zbritet numri i barazimeve të shkruara sipas ligjit të parë të Kirkovit.

Ai numër është $n_k = n_g - (n_j - 1) = n_g - n_j + 1$. Ky numër i përgjigjet numrit të konturëve të pavarur te qarku. Domethënë, nëse janë zgjedhur n kontura të pavarur, atëherë edhe barazimet që do të shkruhen për ato sipas ligjit të dytë të Kirkovit do të jenë ndërmjet veti të pavarur. Për t'u kujtuar, do të përmendim se kontura e pavarur janë ato të cilët përmbahen të paktën një degë që i takon

vetëm atyreve.

Renditja e mënyrës për zgjidhjen e një qarku të përbërë elektrik me zbatimin e ligjit të parë dhe të dytë të Kirkovit do të sqarohet te shembulli të paraqitur në fig. 35. Të dhënat e dhëna për qarkun janë:

$$R_1 = 10\Omega, R_2 = 20\Omega, R_3 = 30\Omega, R_4 = 40\Omega, R_5 = 50\Omega,$$

$$E_1 = 40\text{ V}, E_2 = 20\text{ V}, E_3 = 30\text{ V}.$$

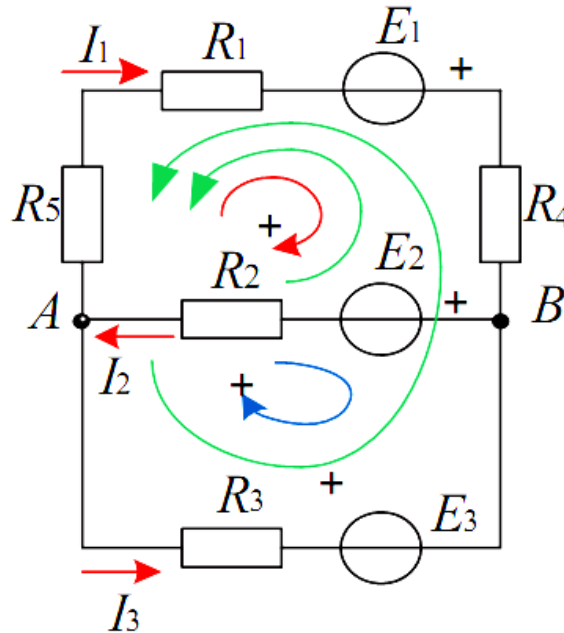


Fig. 35. Zbatimi i ligjit të parë dhe të dytë të Kirkovit.

Numri i nyjeve të qarku i dhënë është dy dhe ato janë shënuar sikurse A dhe B . Qarku ka tre degë. Dega e parë është ndërmjet nyjeve A dhe B dhe i përmban rezistorët me rezistencë R_1 , R_4 dhe R_5 dhe gjeneratori me fem E_1 . Dega e dytë është ndërmjet nyjeve të njëjtë dhe përmban gjenerator me fem E_2 dhe rezistor R_2 . Dega e tretë po ashtu ndërmjet nyjeve A dhe B dhe përmban gjenerator me fem E_3 dhe rezistor me rezistencë R_3 . Qarku ka tre rryma të panjohura. Kahet e rrymave janë supozuar dhe shënuar në fig. 35.

Sipas ligjit të parë të Kirkovit mundet që njëri barazim, pasi $n_j - 1 = 2 - 1 = 1$

Ai do të jetë barazimi për njërin prej nyjeve, për shembull nyja A :

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0 \quad \text{Barazimi *}$$

Sipas ligjit të dytë të Kirkovit të shkruhen dy barazime, pasi $n_k = n_g - n_j + 1 = 3 - 2 + 1 = 2$.

Është e nevojshme të zgjidhen dy kontura të pavarura. Ato janë shënuar te figura me kahet e zgjedhura çfarëdo të rrethimit dhe ajo te e para me vijë të kuqe me shigjetë, por te e dyta me vijë të kaltër me shigjetë.

E përbashkët për të dy kontura është dega me gjenerator me fem E_2 dhe rezistor me rezistencë R_2 . Kontura e parë është e pavarur, pasi vetëm asaj i takon degës që i përmban rezistorët me rezistencë R_1 , R_4 dhe R_5 dhe gjenerator me fem E_1 . E dyta është e pavarur pasi vetëm asaj i takon dega me gjenerator me fem E_3 dhe rezistori me rezistencë R_3 .

Për konturën e parë sipas ligjit të dytë të Kirkovit, në harmoni me kahen pozitive të rrethimit e shkruajmë barazimin:

$$E_1 - E_2 = I_1(R_1 + R_4 + R_5) + I_2 R_2.$$

Për konturën e dytë sipas ligjit të dytë të Kirkovit, në pajtim me kahen pozitive në rrethimin e shkruajmë barazimin:

$$E_2 + E_3 = -I_3 R_3 - I_2 R_2.$$

Këto dy barazime, së bashku me barazimin e shkruar sipas ligjit të parë të Kirkovit (Barazimi *) zgjidhen si sistem prej barazimeve dhe zgjidhja e tyre i jep fuqitë e panjohura të rrymave.

Me zëvendësimin e vlerave numerike te këto barazime fitohet:

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0$$

$$40 - 20 = I_1(10 + 40 + 50) + I_2 20$$

$$20 + 30 = -I_3 30 - I_2 20.$$

Me reduktimin, barazimet e sipërme e fitojnë formën:

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0$$

$$20 = 100 I_1 + 20 I_2$$

$$50 = -30 I_3 - 20 I_2.$$

Në fund me zgjidhjen e sistemit e barazimeve të sipërme me të madhësi të panjohura, për fuqinë e rrymave të panjohura fitohet:

$$I_1 = 0,36 \text{ A}; \quad I_2 = -0,78 \text{ A}; \quad I_3 = -1,14 \text{ A}.$$

Për rrymën I_1 fitojmë vlerë pozitive, që do të thotë se kahja e saj drejtë e kemi supozuar. Për dy rrymat tjera fitojmë rezultatet negative, që do të thotë se kahet e tyre të vërtetat janë të kundërta prej supozimeve.

Për qarkun të treguar në fig. 35. kontura e pavarura mund të zgjidhen edhe tjetër mënyrë. Me vija te ngjyra e e gjelbër të cilët mbarojnë me shigjetë te figura janë shënuar kahet pozitive të rrethimit sipas atyre kontura të pavarur.

Zgjedhja e konturëve të pavarur nuk ndikon te rezultatet e fituara për rrymat e panjohura.

3. ELEKTROMAGNETIZMI DHE INDUKSIONI ELEKTROMAGNETIK

3.1. FUSHA MAGNETIKE E MAGNETËVE KONSTANT

Trupat të cilët kanë veti të tërheqin copa të imta prej hekuri dhe metale tjera të ngjash-me, quhen **magnet konstant**. Atë mund të gjenden, sikurse që është përmendur më parë, në natyrë, por mund edhe të bëhen. Objektet e hekurit kur sillen në afërsi të magnetit natyror, **magnetizohen** dhe quhen **magnet artificial**. Magnetet zakonisht bëhen në formë të: thupër, patkoit, gjilpëra magnetike etj.

Te magnetet natyror dhe artificial ekzistojnë dy zona në afërsi ku gjendet magnetike ve-titë janë më të shprehura dhe atë **pole magnetike**. **Poli magnetik verior** shënohet ,e shkronjën **N**, por poli magneti **jugor** me shkronjën **S**.

Nëse afrohen pole e ndryshme të dy magneteve, ato ndërmjet veti tërhiqen, ndërsa nëse afrohen polet e njëjtë të dy magneteve, ato refuzohen fig. 36.

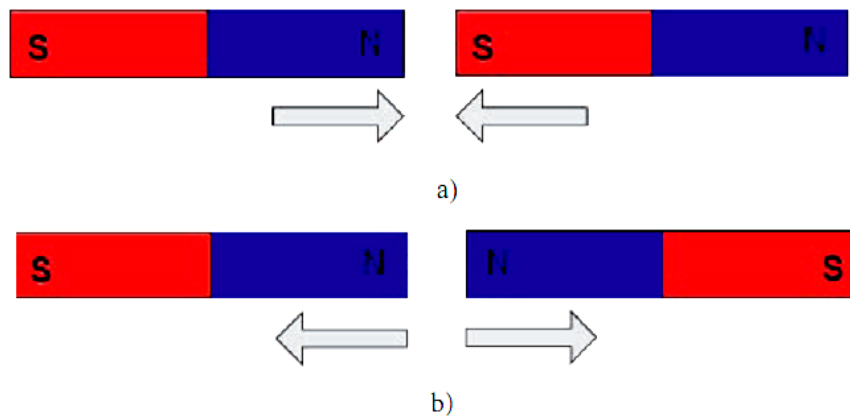
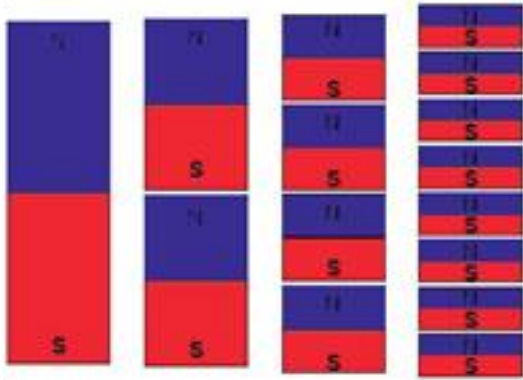


Fig. 36. Forca tërheqëse dhe refuzuese e poleve të magnetit konstanta.

Nuk ekziston magnet që ka vetëm një pol magnetik, që do të thotë se polet nuk mund të ndahen. Nëse pritet magneti konstant në dy pjesë, çdo pjesë ka dy pole magnetike. Nëse kjo vazhdohet edhe më tutje, të gjitha pjesët e fituara (edhe më të voglat) do të kenë dy pole magnetike fig. 37.



Këtë e vërteton teoria për mos ekzistimin e masave magnetike, për dallim prej mundësisë të ndajnë mbushje elektrike negative.

Hapësira rreth çdo magneti kon-stant gjenden në gjende të veçantë fi zike dhe quhet **fusha magnetike**. **Veprimi i fushës magnetike në rrethinë të magnetit permanent manifestohet me forca magnetike.**

Fig. 37. Ndarja e një magneti konstant në pjesë.

Fusha magnetike mund të me vizatim të paraqitet me ndihmën e të ashtuquajturit **vijat e fushës magnetike** ose **vija të forcave**.

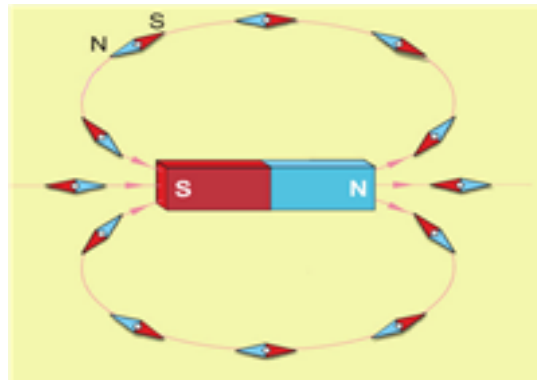
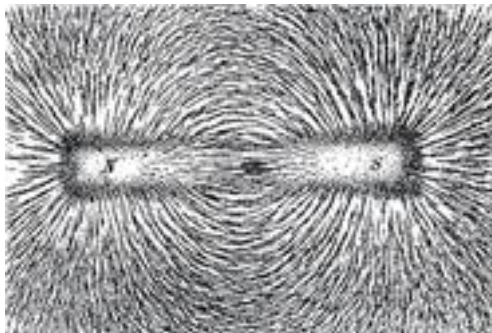


Fig. 38. Vijat e forcave të magnetit konstante të fituar eksperimentalisht.

Vija e forcave janë përkufizuar si vija të orientuar të menduara te fusha,

tangjentë te çdo pikë e tyre përputhet me drejtimin dhe kahen e fushës magnetike.

Vijat e forcave mund të caktohen eksperimentalisht. Nëse në një magnet konstant vendoset qelq, por mbi atë hidhen grimca hekuri, ato do të renditen ashtu që do të formohen vija të lakuara. Në realitet grimcat e hekurit magnetizohen nën ndikimin e fushës magnetike dhe sillen si gjilpëra të vogla magnetike, të cilat janë orientuar në drejtim dhe kahe të fushës (fig. 38).

Gjithë hapësira të cilat ekziston fusha magnetike është plotësuar me vijat e forcave dhe dendësia e vijave të forcave është njësi për fuqinë e fushës. Dendësia më e madhe e vijave të forcave i përgjigjet fushës magnetike. Të gjitha vijat e vizatuara të fushës së bashku e përbëjnë *spektrin e vijave*.

Përveç formës së vijave të forcave mund të caktohet edhe kahja e vijave të forcave, por ajo do të jetë kahja e fushës. Ajo mund të bëhet në këtë mënyrë. Në rrethinë të një poli të magnetit do të sjellim një magnet lëvizës të quajtur magnet provues. Si magnet provues mund të na shërben gjilpëra magnetike. Të dy magnetet do të bashkëveprojnë, por magneti provues i cili është i lëvizshëm do të vendoset në formë të tangjentes të vijat e forcave magnetike. Kahen të cilën e tregojnë polin verior të gjilpërës magnetike merret si kahe e fushës në atë pikë (fig. 38). Nëse e zhvendosim pak në kahe e cila e tregon polin e saj verior, në atë pikë gjilpëra do të tregon kahe tjetër dhe atë kahja e fushës së atë pikë. Nëse vazhdojmë ta bëjmë këtë, në fund të gjilpërës do të vjen deri te poli tjetër i magnetit. Kështu e fituam gjithë forcat e vijave.

Vijat e forcave magnetike të fushës magnetike prej magnetit konstant pllakë janë vija të mbyllura kahja e të cilave është prej veriu kah jugu. Ato mbyllën brenda në magnet dhe nuk kanë as fillim as fund. *Kjo është në harmonizim me konstatimin se masat magnetike në natyrë nuk ekzistojnë*. Nëse do të ekzistojnë masa magnetike, atë herë ngjashëm në fushën elektrike do të fillon dhe do të mbarojnë në ato masa.

Toka krijon fusha magnetike të vetën dhe në rregullisht gjendemi në fushën e saj magnetike. Në bazë të vijave të fushës magnetike, Toka mund të vërehet si një kontribut i madh natyror magnetik të vendosur në brendësinë e saj, me po magnetik jugor afër deri te poli magnetik verior afër deri te poli gjeografik jugor. Gjilpëra magnetike horizontale, e cila mund të rrotullohet rreth boshtit të saj, nën ndikimin e tokës vendoset në kahen e caktuar, ashtu që poli i saj verior është orientuar ka poli gjeografik verior, por poli jugor i gjilpërës kah poli gjeografik jugor (fig. 39.)

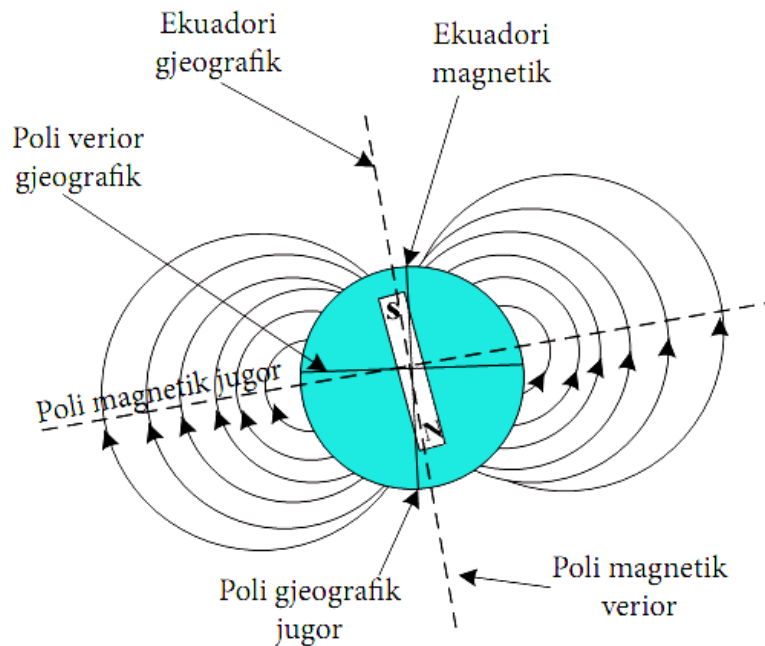


Fig. 39. Fusha magnetike e tokës.

3.2. FUSHA MAGNETIKE E KRIJUAR PREJ RRYMËS ELEKTRIKE

Ndikimi magnetik i rrymës elektrike mund të vërehet nëpërmjet eksperimenteve të ndryshme.

Gjilpëra magnetike, e cila lehtë mund të rrotullohet dhe është vendosur te boshti vertikal, në afërsi të përçuesit nëpër të cilin rrjedh rrymë, zhvendoset në lidhje me gjendjen e baraspeshës veriju. Nëse e ndryshojmë kahen e rrymës së përçuesit, do të ndryshon kahja e gjilpërës magnetike. Ajo tregon se mbi gjilpërën magnetike vepron forcë e caktuar.

Edhe mbi objektin e hekurit të sjellë në afërsi të përçuesin nëpër të cili rrjedh rrymë, dhe nëpër atë do të vepron forca.

Dukuritë të cilat manifestohen në rrethinë të përçuesit nëpër të cilin rrjedh rrymë elektrike quhet **dukuri magnetike**. Ato janë pasojë e ekzistimit të **fushës magnetike** në rrethinë të këtyre përçuesve.

Fusha magnetike përkufizohet si gjendje e veçantë fizike në hapësirën rreth përçuesit nëpër të cilin rrjedh rrymës.

Veprimi i fushës magnetike në rrethinë të përçuesit me rrymë elektrike manifestohet ,e ekzistimin e forcave të cilët quhen *forca elektromagnetike*.

Fusha magnetike, si edhe fusha elektrike nuk krijon disa ndryshime të dukshme në hapësirë. Megjithatë, prania edhe të njërës edhe të tjetrës fushë , mund të konstatohet me ekzistimin e forcës.

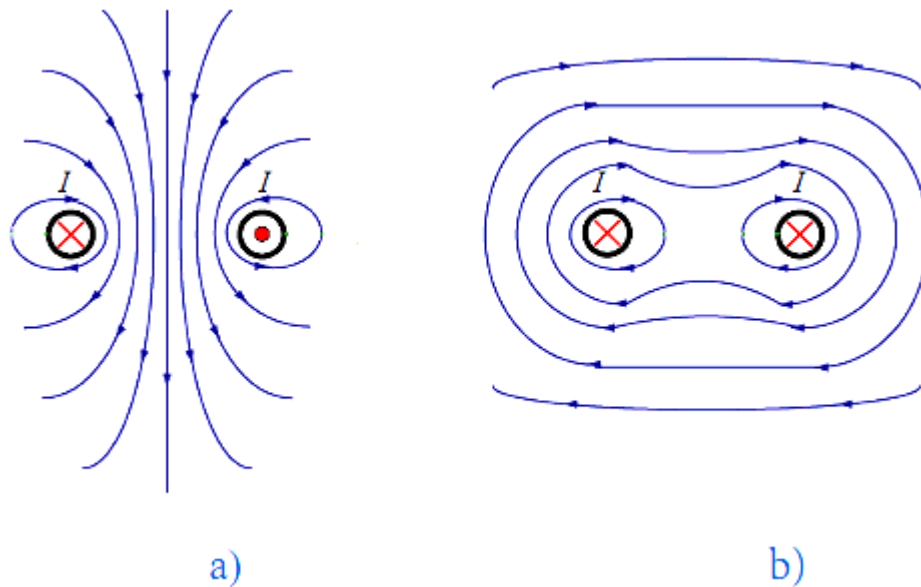


Fig. 40. Vijat e forcave të fushës magnetike prej dy përçuesve paralelë.

Edhe fusha magnetike të krijuar prej rrymës elektrike e cila rrjedh nëpër ndonjë përçues ose nëpër shumë përçues mundet me vizatim të tregohet me ndihmën e *vijave të forcave magnetike*. Në bazë të *rezultateve të shumë eksperimenteve dhe studimet teorike, është ardhur deri te përfundimi se vijat e forcave të fushës magnetike janë mbyllur, të cilët zënë me përçuesit është ardhur deri te përfundimi se vijat e forcave të fushës magnetike janë vijat e mbyllur, të cilët janë zënë me përçuesit nëpër të cilët rrjedh rrymë si dy hallkë fqinje të një zinxhiri.*

Te fig. 40.a, janë treguar vijat e forcave magnetike për fushë prej dy përçuesve paralelë nëpër të cilët rrymat rrjedh në kahen e kundërt, por te figura 40.b, janë treguar te vijat e forcave magnetike për fushë prej dy përçuesve paralele nëpër të cilët rrymat rrjedh në kahen e njëjtë.

Kahet e rrymave te fig. 40.a dhe fig. 40.b të shënuar me shenja për shigjeta të cilat janë normal në rrafshin e vizatimit. Simbolit \otimes paraqet se shigjeta është orientuar prej vëzhguesit kah vizatimi, por simboli \odot shigjeta e cila është

orientuar prej vizatimit kah vëzhguesi.

$$F_{\max} = B I l, \text{ Barazimi } *$$

prej ku B fitohet:

$$B = \frac{F_{\max}}{I l} .$$

Me barazimin e sipërm është **përkufizuar intensiteti i vektorit të induksionit magnetik**. Ajo (B) varet prej vetive të fushës të cilat është futur përçuesi. **Induksioni magnetik është madhësi vektoriale. Drejtimi dhe kahja e vektorit të induksionit magnetik përputhet me drejtimin dhe kahen e fushës magnetike.**

Njësia për matjen e induksionit magnetik është **Tesla (T)**.

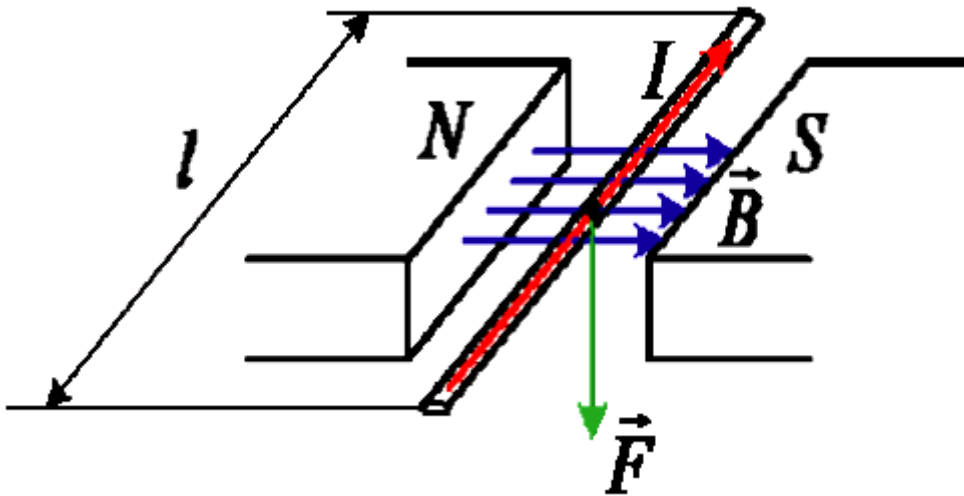


Fig. 41. Eksperiment me përçues të vendosur në fushën magnetike.

Nëse dihet vektori i induksionit magnetik, por përçuesi me gjatësi l është vendosur **normalisht në vijat e forcave të fushës magnetike**, forca magnetike e cila vepron te përçuesi mund të caktohet me shprehjen:

$$F = I l B .$$

Drejtimi dhe kahja e kësaj force mund të caktohen me **rregullën e dorës së majtë**.

Nëse pëllëmba e dorës së majtë rrotullohet ashtu që vijat e forcave magnetike hyjnë në atë, por gishtat e drejtuar e tregojnë kahen e rrymës elektrike të përçuesi, kahja e forcës e tregon gishtin e madh (fig. 42).

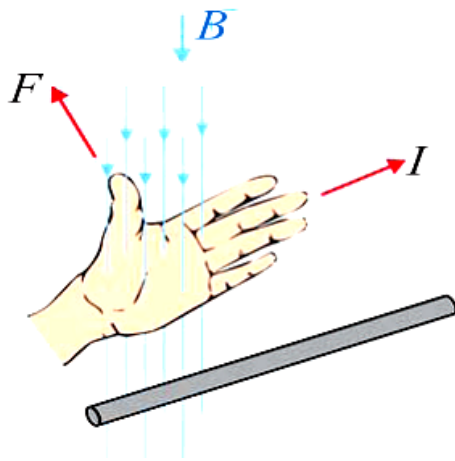


Fig. 42. Rregulla e dorës së majtë.

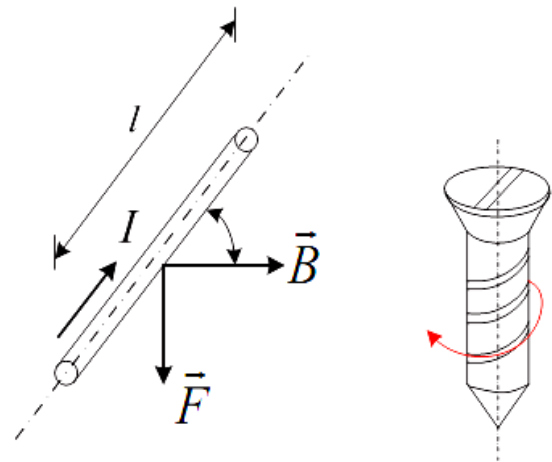


Fig. 43. Caktimi i drejtimit dhe kahja e forcës elektromotore.

Barazimi (*) vlen për rastin kur përçuesi është normal te drejtimi i fushës magnetike. Megjithatë, nëse përçuesi vendoset, ashtu që boshti i tij i cili është orientuar në kahen e rrymës \mathbf{I} , formon kënd α me drejtimin e fushës magnetike \mathbf{B} , forca ka intensitet:

$$F = I l B \sin \alpha .$$

Kahja e kësaj force mund të caktohet sipas rregullës së **vidhos së djathtë**.

Vendosim vidhosen e djathtë (vidhos me rrotullim në të djathtë) normal në rrafshin që e cakton drejtimin e përçuesit dhe drejtimin e vektorit të vidhosjes e tregon forcën elektromagnetike. Kahja e forcës përputhet me kahen të e cila përparon vidhosja, nëse rrotullohet prej kahes të e cila rrjedh rrymë në kahen e vektorit të induksionit magnetik dhe pastaj sipas rrugës më të shkurtër të mundshme.

3.2.1. Induksioni magnetik i krijuar prej përçuesit të drejt të gjatë

Përçues i parë i gjatë nëpër të cilin rrjedh rrymë krijon fushë magnetike. Vijat e forcave të kësaj fushe magnetike mund të fitohen në mënyrë eksperimentale.

Shqyrtojmë përçues të drejtë të gjatë nëpër të cilin rrjedh rrymë I . Përçuesi le të kalon nëpër pllakë të qelqit të vendosur horizontalisht. Nëse te qelqi derdhim grimca të hekurit, ato do të vendosen në rathë koncentrik rreth përçuesit (fig. 44) Ato shtrihen në rrafshin normal në boshtin e përçuesit.

Fusha magnetike është e fuqishme në afërsi të përçuesit. Mund të provohet se me zmadhimin e fuqisë së rrymës, fusha magnetike bëhet më e fortë.

Intensiteti i vektorit të induksionit magnetik mund të shkruhet me këtë shprehje:

$$B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}, \quad \text{Shprehja **}$$

ku r , është largësia prej boshtit të përçuesit deri te pika ku caktohet vektori i induksionit magnetik (fig.45).

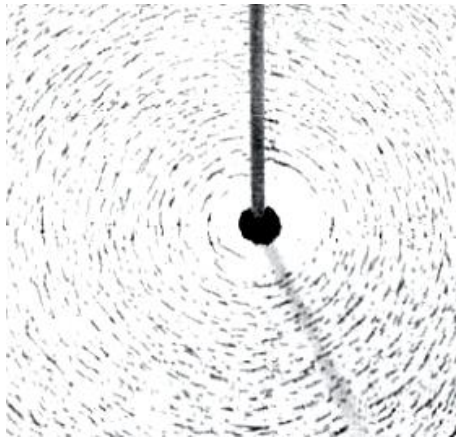


Fig. 44. Vijat e forcave magnetike prej përçuesit të drejt të gjatë të fituar eksperimentalisht.

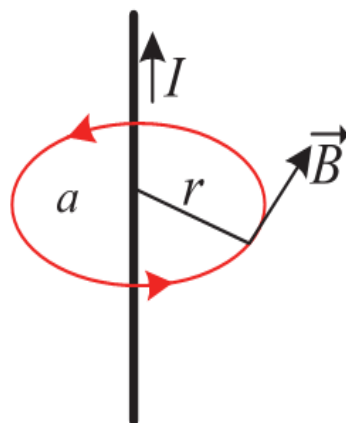


Fig. 45. Induksioni magnetik i krijuar prej përçuesit të drejt të gjatë.

Konstanta μ_0 quhet *permeabiliteti magnetik ose lëshueshmëria magnetike në vakuum dhe ajo tregon vetitë magnetike të vakuomit*. Vlera e saj është:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} .$$

Shprehja (***) tregon *se intensiteti i fushës magnetike prej përçuesit të gjatë varet pro-porcionalisht me fuqinë e rrymës, por në proporcion të zhdrejtë me largësinë e përçuesit*.

Me vendosjen e gjilpërave magnetike në rrethinë të përçuesit nëpër të cilin rrjedh rrymë mund të caktohet edhe kahja e fushës magnetike (fig. 45). Nëse ndryshohet kahja e rrymës nëpër përçues, do të ndryshon edhe kahja e fushës magnetike. Domethënë kahja e fushës magnetike varet prej kahes së rrymës.

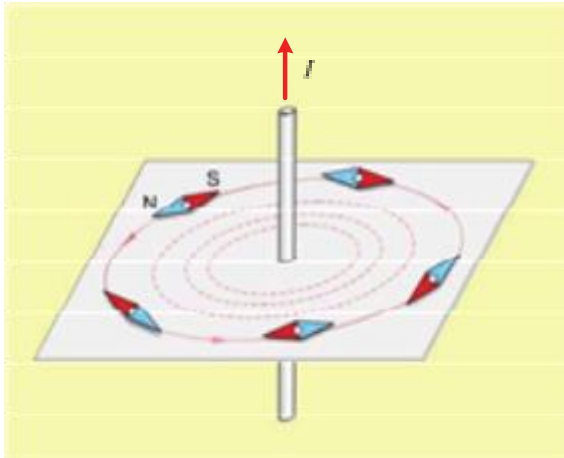


Fig 46. Përcaktimi i kahes të vijave të forcave të fushës magnetike prej

Kahja e fushës magnetike të përçuesit të drejt të gjatë përcaktohet sipas rregullës së dorës së djathtë e cila thotë:

Nëse përçues i drejtë i gjatë kapet me dorën e djathtë ku gishti i madh e tregon kahen e rrymës elektrike, gishtat e lakuar rreth përçuesit e tregojnë kahen e vijave të forcave (fig.47).

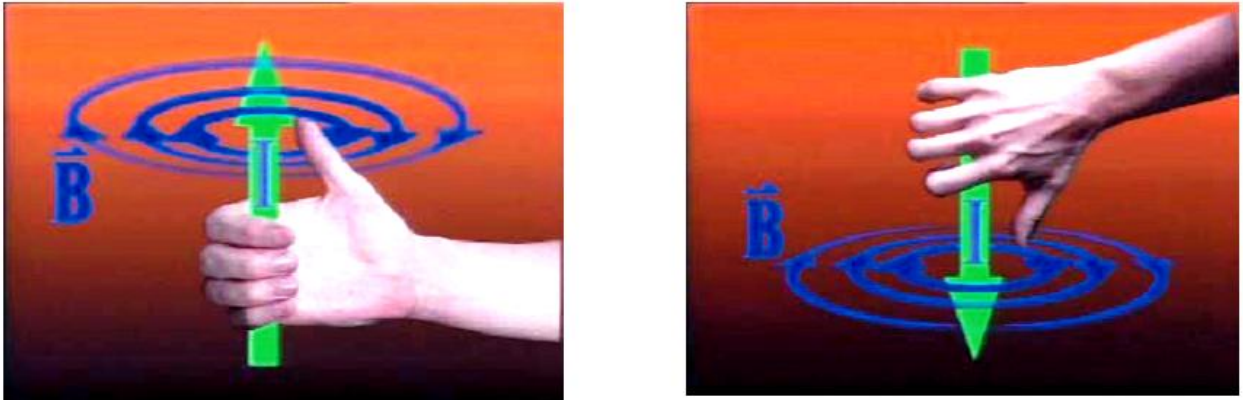


Fig. 47. Rregulla e dorës së djathtë.

3.3. FLUKSI MAGNETIK

Fluksi magnetik ose fluksi i induksionit magnetik luan rol të rëndësishëm te fushat magnetike veçanërisht për atë që mund të matet.

Për rast të zakonshëm të fushës magnetike homogjene me induksion magnetik B (fusha magnetike e cila ka vektor të induksionit magnetik të të gjitha pikat me intensitet të njëjtë është fushë magnetike homogjene) **fluksi përkufizohet për sipërfaqen e dhënë dhe është proporcionale me numrin e vijave të forcave të cilat e depërtojnë atë sipërfaqe**. Ajo dom të thotë se dendësia e vijave të forcave mund të jetë masë për fuqinë e fushës magnetike, përkatësisht induksion magnetik.

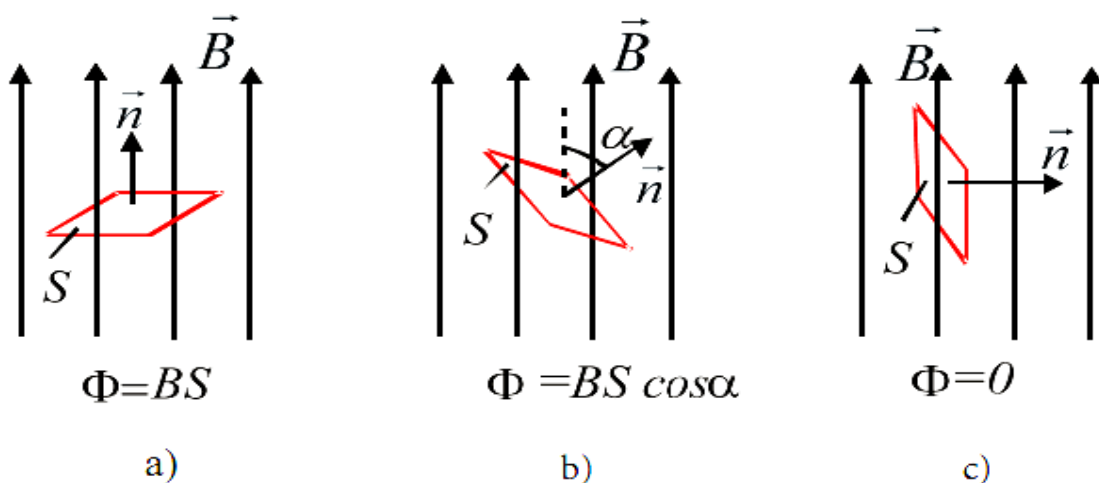


Fig. 48. Caktimi i fluksit magnetik.

Në fig. 48, është paraqitur fusha magnetike homogjene për të cilën është i njohur vektori i induksionit magnetik B . Mund të vërehet se vijat e forcave të fushës homogjene janë vija paralele në largësi të barabartë. Në rastin e parë të fig. 48.a, është zgjedhur sipërfaqe e rrafshët e cila është normale te vijat e forcave. Ajo sipërfaqe e depërton numrin e madh të vijave të induksionit magnetik, Në atë rast fluksi magnetik përkufizohet me shprehjen:

$$\Phi = B S$$

dhe ajo ka vlerë maksimale.

Te fig. 48.b, është zgjedhur sipërfaqja e cila është vendosur e cila është vendosur ashtu që normalja e saj formon ndonjë kënd α me drejtimin e vektorit të induksionit magnetik. Në rastin e këtillë, fluksi magnetik nëpër sipërfaqen është caktuar me shprehjen:

$$\Phi = B S \cos \alpha ,$$

por te fig. 48.c sipërfaqja është ashtu e vendosur që normalja e saj formon kënd prej 90° me drejtimin e vektorin e induksionit magnetik. Në atë rast fluksi është i barabartë me zero pasi asnjëra vijë prej fushës magnetike nuk e depërton sipërfaqen e zgjedhur.

Mund të përfundohet se fluksi magnetik varet prej pozitës së sipërfaqes. Shenja algjebrike e fluksit magnetik mund të jetë pozitiv ose negativ, që varet prej këndit që normalja e sipërfaqes e formon me drejtimin e vektorit të induksionit magnetik.

Njësia për matjen e fluksit është **Weber (Wb)**.

Në rastin kur fusha magnetike nuk është homogjene ose sipërfaqja nëpër të cilën është caktuar fluksi nuk është i rrafshët, caktimi i fluksit magnetik është shumë i përbërë dhe del prej kuadrit të këtij teksti.

Do të përmendim një veti të rëndësishme të fluksit, por ajo është se fluksi magnetik nëpër dy sipërfaqe të ndryshme të depërtuara me vijat e forcave të njëjta është i njëjtë. Kjo do të thotë se fluksi nuk varet prej formës së sipërfaqes së sipërfaqes, por ajo është vija e cila e kufizon sipërfaqen e vëzhguar.

3.4. VEKTORI I FUQISË SË FUSHËS MAGNETIKE

Deri më tani, për përshkrimin e vetive të fushës magnetike shfrytëzohej vektori i induksionit magnetik B .

Edhe një madhësi vektoriale shfrytëzohet për përshkrimin e fushës magnetike. Ajo është **vektor i fuqisë së fushës magnetike dhe shënohet me H** .

Vektorët B dhe H janë të lidhur me relacionin:

$$B = \mu H, \text{ Shprehja } *$$

ku μ është **permeabiliteti i materialit** dhe vlen:

$$\mu = \mu_0 \mu_r .$$

μ_r është **permeabiliteti relativ magnetik**. Ajo e ka vlerën afër deri te njësia për diamagnetikët dhe për paramagnetikët dhe atë për materialet diamagnetik është më i vogël prej një (për shembull, për bakrin $\mu_r = 0,99939$), për materialet paramagnetikë është më i vogël se 1 (për aluminin $\mu_r = 1,00002$). Për materialet feromagnetikët permeabiliteti relativ magnetik është shumë më i madh se 1 dhe mund të arrin vlerë deri 100000.

Drejtimi dhe kahja e vektorit të fuqisë së fushës magnetike përpunet me drejtimin dhe kahen e vektorit të induksionit magnetik.

Shprehja (*) vlen në mjedisin jo feromagnetik (diamagnetikët dhe paramagnetikët). Në vakuum fitohet:

$$B = \mu_0 H .$$

Te feromagnetikët, permeabiliteti magnetik varet prej fuqisë së fushës magnetike dhe prej asaj vallë materiali ka qenë paraprakisht i magnetizuar ose jo. Prandaj barazimi (*) nuk mundet të zbatohet te feromagnetikët. Te ato, varësia e intensitetit të induksionit magnetik prej intensitetit të vektorit të fuqisë së fushës magnetike paraqitet grafikisht, me diagram. Diagrami quhet **lakorja e magnetizimit**.

Lakorja e magnetizimit për materialin feromagnetik të dhënë mund të caktohet eksperimentalisht, por ne të ndalemi më detalisht te mënyra te mënyra e caktimit të asaj lakore.

Nëse materiali nuk ka qenë paraprakisht nuk ka qenë i magnetizuar (i nënshtruar në veprimin e fushës magnetike), lakorja e tij e magnetizimit quhet **lakorja paraprake e magnetizimit** (fig. 49).

Për pjesën e parë të lakores vërehet se intensiteti i induksionit magnetik rritet më shumë me zmadhimin e intensitetit të fushës magnetike. Për vlerat e caktuara të intensitetit të fuqisë së fushës magnetike fitohet pika e lakores e quajtur **gju i lakores**. Pas kësaj pike intensiteti i induksionit magnetik më pak zmadhohet me rritjen e intensitetit të fuqisë së fushës dhe vjen **ngopja**.

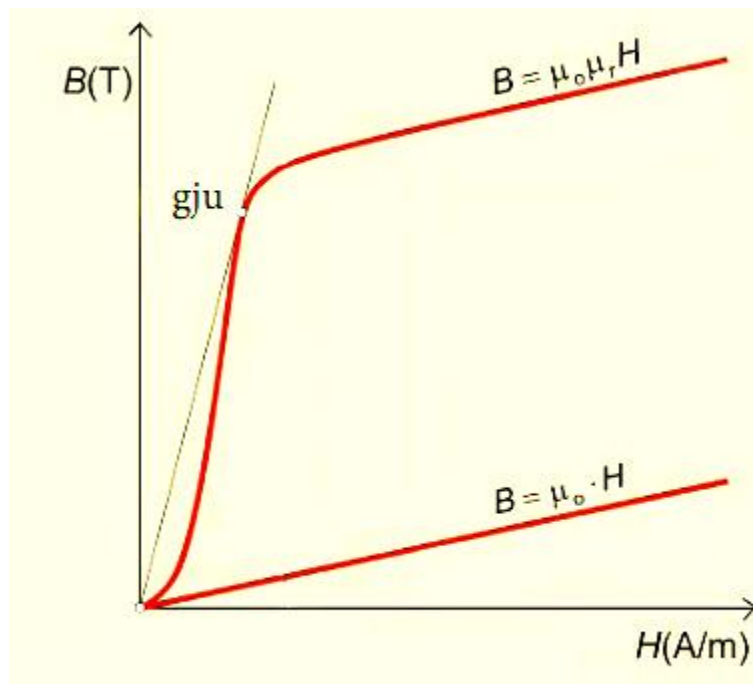


Fig. 49. Lakorja paraprake e magnetizimit.

Në fig. 49, është paraqitur edhe drejtëza që e tregon varësinë e intensitetit të induksionit magnetik prej intensitetit të fuqisë së fushës magnetike për vakuum. Për këtë varësi fitohen vija të drejta vetëm me pjerrësi tjetër dhe për paramagnetikët dhe për materialet diamagnetik.

Vlerat për permeabilitet relativ magnetik që janë përmendur paraprakisht materialet feromagnetik, zbatohet për vlera të vogla të fuqisë së

fushës magnetike ku lakorja e magnetizimit mund të zëvendësohet me drejtëz.

3.5. LIGJI I AMPERIT

Fusha magnetike e krijuar prej rrymës elektrike e cila rrjedh nëpër përçues në vakuum varet prej renditjes gjeometrike të përçuesve dhe fuqia e rrymës nëpër ato. Pavarësisht prej kompleksitetit të gjeometrisë, për vektorin e induksionit magnetik vlen një ligj shumë i thjeshtë i cili e jep lidhjen ndërmjet vektorit të induksionit magnetik dhe rrymës që e krijon fushën. Ajo është *ligji i Amperit dhe ai mund të shprehet me këtë shprehje:*

$$Bl = \mu_0 \sum I .$$

Barazimi *

Zbatohet sipas gjatësisë së një vije të forcës së mbyllur ku intensiteti i vektorit të induksionit magnetik B është i njëjtë. Te barazimi (*) l është gjatësia e vijës së forcës dhe m_0 permeabiliteti i vakuumit. $\sum I$ paraqet shumë algjebrike e fuqive të rrymave nëpër përçues të përfshirë me vijën e forcës së mbyllur . Shenja e rrymave të rrymave në këtë shumë algjebrike caktohet me rregullën e dorës së djathtë dhe atë ashtu që gishtat prej dorës së djathtë i vendojmë te kahja e vijës së forcës. Nëse rryma te ndonjë përçues rrjedh në kahen e gishtit të madh të drejtuar të dorës së djathtë, ajo te shuma merret me shenjë pozitive. Nëse rrjedh në kahen e anasjelltë atëherë merret me parashenjë negative.

Për shembullin në fig. 50, ligji i Amperit e ka formën:

$$Bl = \mu_0 (I_1 - I_2 - I_3) .$$

Ligji i Amperit mund të zbatohet për caktimin e vektorit të induksionit magnetik me raste të caktuara të cilët janë plotësuar kushte të caktuara të simetrisë.

Për shembull për përçuesin të paraqitur te fig. 44, me ndihmën e ligjit të Amperit mund ta caktojmë shprehjen për intensitetin e vektorit të induksionit magnetik te pika gjendet në largësi r prej përçuesit. Gjatësia e vijës së forcës e cila kalon nëpër atë pikë është $2\pi r$.

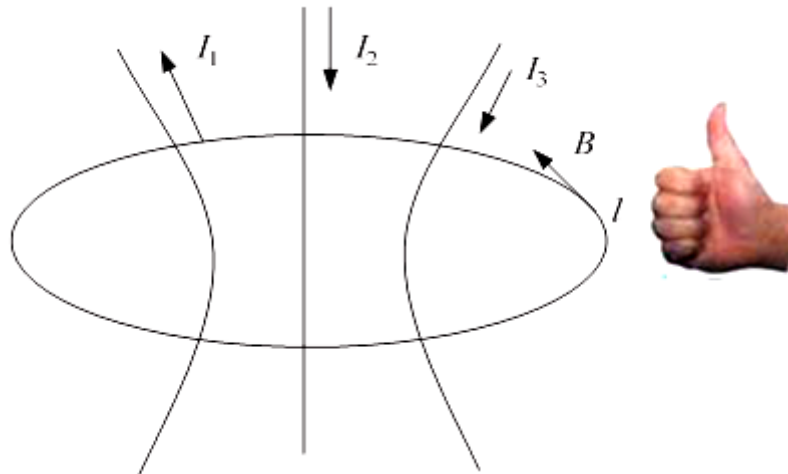


Fig. 50. Ligji i Amperit.

Duke e përdor ligjin e Amperit fitohet:

$$B2\pi r = \mu_0 I$$

Ligji i Amperit fitohet formë tjetër te mjedisi magnetik:

$$Hl = \sum I ,$$

Ku H është intensiteti i vektorit të fuqisë magnetike, por l është gjatësia e vijës së forcës. $\sum I$ pra, paraqet shumë algjebrike të fuqive të rrymave nëpër përçues të përfshirë me vijë të forcës së mbyllur dhe mundet të zbatohet rregulla e njëjtë për caktimin e shenjës së rrymave të shumta algjebrike.

LITERATURA

1. **Prof Dr. Ruzhdi SEFA, Prof.Dr. Luan AHMA, Mr.sc. Vjosa SHATRI** : Bazat e Elektroteknikes, Prishtinë 2012.
2. **Prof.Dr. Ruzhdi SEFA** : Qarqet Elektrike, Prishtinë.
3. **Prof.Dr. Vesna ÇESHELKOSKA** : Електро и електронски, Скопје 2011.
4. **Teknika e rrymës se vazhdueshme**: Literaturë nga Kursi, Mitrovicë 2015.