

MATERIAL MËSIMOR

Në mbështetje të mësuesve të drejtimit/profilit mësimor

ELEKTROTEKNIK

Niveli I

NR. 1

Ky material mësimor i referohet:

- **Lëndës profesionale:** “Elektroteknikë dhe matje”, kl.10 (L-11-26-08).
- **Temave mësimore:**
 - Njohuri mbi fushën elektrike
 - Rryma elektrike e vazhduar
 - Qarqet elektrike të rrymës së vazhduar
 - Rryma elektrike alternative
 - Qarqet elektrike të rrymës alternative
 - Fusha magnetike
 - Koeficienti i fuqisë

Përgatiti:

**Alma Zoto
Enrik Petro**

Tiranë, 2014

Lënda profesionale: “Elektroteknikë dhe matje”, kl.10 (L-11-26-08).

Tema mësimore nr.1: “Njohuri mbi fushën elektrike”

1.1. Kuptimi për fushën elektrike

Të gjithë trupat përbëhen nga atomet. Atomet janë të ndërtuar nga bërthama e cila përbëhet prej protoneve, të cilët kanë ngarkesë pozitive dhe neutronet me ngarkesë neutrale. Rreth bërthamës rrotullohen në orbita të përcaktuara elektronet me ngarkesë negative (fig.1).

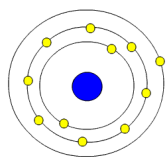


Fig. 1

Kur ngarkesat pozitive të bërthamës janë të njëjta me ngarkesat negative të elektroneve atomi paraqitet elektirikisht neutral. Në qoftë se, për ndonjë arsye, një nga elektronet largohet nga atomi, atëherë ai (atomi) kthehet në jon pozitiv. Ndërsa në qoftë se atomit i shtohet një elektron ai kthehet në jon negativ.

Ngarkesë elektrike quhet sasia e pakompensuar e elektricitetit në një trup.

Simbolikisht ngarkesën elektrike e shënojmë me q . Në sistemin SI ngarkesa matet me kulon (C). Gjatë llogaritjeve përdoren nënfishat e kulonit: milikuloni ($1\text{mC}=10^{-3}\text{C}$) dhe mikrokuloni ($1\mu\text{C}=10^{-6}\text{C}$). Përreth ngarkesës elektrike krijohet fushë elektrike.

Fusha elektrike është një formë e vecantë e materies, që karakterizohet nga forca që vepron mbi ngarkesën elektrike, e cila është në përpjestim të drejtë me ngarkesën dhe nuk varet nga shpejtësia e saj. Fusha elektrike e krijuar nga ngarkesa e palevizëshme në hapësirë dhe e pandryshuar në kohë quhet *fushë elektrostатike*.

Ngarkesat elektrike që ndodhen pranë njëra - tjetres bashkëveprojnë ndërmjet tyre nëpërmjet fushave elektrike. Forca e bashkëveprimit përcaktohet nga ligji i **Kulonit**: *Forca me të cilën dy ngarkesa elektrike bashkëveprojnë ndërmjet tyre nëpërmjet fushave elektrike, është në përpjestim të drejtë me ngarkesat elektrike dhe në përpjestim të zhdrejtë me distancën ndërmjet tyre (fig.2).*

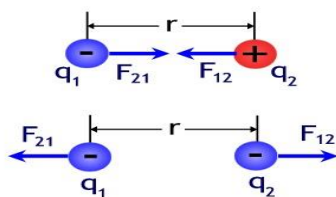


Fig.2

Shprehja e mëposhtme paraqet ligjin e **Kulonit**, ku:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

F-është forca e bashkëveprimit të dy ngarkesave. Forcat e bashkëveprimit kanë kahe të tillë që ngarkesat me të njëjtën shenjë shtyhen, kurse ato me shenja të kundërta tërhiqen.

Q₁, Q₂ – janë ngarkesat elektrike që krijojnë fushat elektrike
r - është distanca ndërmjet qendrave të ngarkesave

ε₀ – është përshkrueshmëria dielektrike e boshllëkut, ndryshe konstante dielektrike, madhësia e së cilës është $\epsilon_0 = 8,855 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$.

Përshkrueshmëria dielektrike është madhësia që karakterizon ndikimin e mjedisit dielektrik mbi forcën e bashkëveprimit të fushave elektrike. Simbolikisht shënohet **ε[F/m]** (farad /metër është njësia matëse) dhe jepet nga barazimi **ε=ε₀ε_r**, ku **ε_r**-është përshkrueshmëria relative ($\epsilon_r = \epsilon / \epsilon_0$). Vlerat e saj gjenden në manualët elektroteknike.

1.2. Madhësitë që karakterizojnë fushën elektrike

Fusha elektrike karakterizohet nëpërmjet tre madhësive kryesore të cilat janë: a) vektori fushë elektrike, b) potenciali elektrik dhe c) tensioni elektrik.

a) Vektori fushë elektrike

Vektori fushë elektrike karakterizon vlerën dhe drejtimin e forcës me të cilën fusha elektrike vepron mbi ngarkesën elektrike të vendosur në një pikë të saj.

$$E = F/Q \text{ [N/C]}$$

b) Potenciali elektrik

Potenciali elektrik është aftësia e fushës elektrike për të kryer punë. **Simbolikisht** potencialin elektrik e shënojmë me **V** dhe jepet nga barazimi i mëposhtëm, ku:

$$V = \frac{W}{Q}$$

Ē - është puna që duhet kryer për të zhvendosur ngarkesën nga pika e dhënë në pikën me potencial zero (shprehet në xhaul)

Q- është ngarkesa elektrike që zhvendoset nga fusha elektrike (në kulon)

Njësia matëse e potencialit elektrik është Volti. 1 volt = 1 Joule / Kulon. Në praktikë përdoren dhe shumëfisha dhe nënfisha të voltit: milivolti ($\text{mV} = 10^{-3} \text{ V}$); mikrovolti ($\mu\text{V} = 10^{-6} \text{ V}$); dhe kilovolti ($1\text{kV} = 10^3 \text{ V}$)

c) Tensioni elektrik

*Tension elektrik quhet diferenca e potencialeve ndërmjet dy pikave A dhe B të fushës elektrike. Jepet nga barazimi $U = V_A - V_B$. Njësia matëse e tensionit është **volt (V)**.*

Lidhja midis tensionit ndërmjet dy pikave të fushës elektrike (A dhe B) me punën që kryhet për zhvendosjen e ngarkesës njësi nga pika A në pikën B, jepet nga barazimi **U=Ē/Q**.

Ndërmjet tensionit dhe vektorit fushë elektrike egziston një lidhje e cila përcaktohet nëpërmjet barazimit **E=U/d (V/m)**.

1.3. Paraqitja grafike e fushës elektrike

Fusha elektrike grafikisht paraqitet nëpërmjet vijave të vektorit fushë elektrike **E** ose vijave të fushës siç përdoret zakonisht. Drejtimi i këtyre vijave përputhet me drejtimin e forcës që vepron mbi ngarkesën elektrike në çdo pikë të fushës. Sa më i madh të jetë vektori fushë aq më të dendura janë vijat e fushës. Vijat e fushës fillojnë nga ngarkesat pozitive dhe mbarojnë

në ngarkesat negative ose në infinit. Kjo fushë gjendet ndërmjet dy pllakave të rrafshëta paralele që kanë ngarkesa me shenja të kundërta. Dendësia e vijave të fushës dhe drejtimi i tyre është i njëjtë

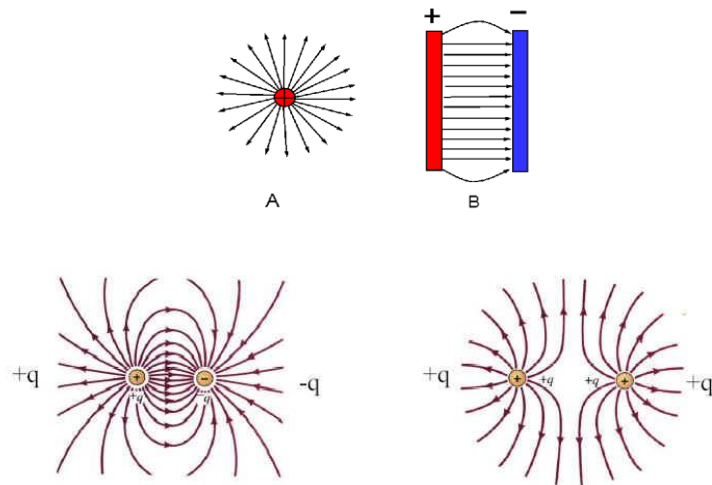


Fig.4

Fusha elektrike mund të jetë e **njëtrajtëshme** ose jo e **njëtrajtëshme**.

Fusha elektrike quhet e **njëtrajtëshme** kur në të gjitha pikat e saj vektori fushë E është i njëjtë. Në këtë rast vijat e fushes elektrike nuk ndërpriten. Vijat që bashkojnë pikat me potencial të njëjtë quhen vija ekuipotenciale. Vijat e fushës elektrike nuk egzistojnë në të vërtetë, ato janë një paraqitje grafike e fushës elektrike me qëllim studimin e saj.

1.4. Kapaciteti elektrik. Kondesatorët

Kapacitet elektrik quajmë aftësinë e trupit për të grumbulluar ngarkesa elektrike.

Kapaciteti elektrik tregon se sa rritet sasia e ngarkesave elektrike në një trup, kur potenciali i tij rritet me 1 volt. Simbolikisht kapaciteti shënohet me C dhe jepet nga formula $C=Q/V$ dhe njësia matëse e tij është Farad ($F = \text{kulon/volt}$). Në praktikë përdoren mikrofaradi ($1\mu F=10^{-6}F$), nanofaradi ($1nF=10^{-9}F$) dhe pikofaradi ($1pF=10^{-12}F$)

Kondesatorët shërbejnë për të grumbulluar ngarkesa elektrike. Kondensatori është sistemi i përbërë nga dy përcjellës (pllaka të ngarkuara) të vendosur pranë njëri - tjetrit por të ndarë ndërmjet tyre nga një dielektrik. Për të ngarkuar kondesatorin elektrodave të tij lidhen me kaset e burimit të energjisë elektrike (Fig 4.) Kondesatori karakterizohet nga kapaciteti ndërmjet elektrodave.

Kapaciteti i një kondesatori është në përpjestim të drejtë me ngarkesën elektrike të një elektrode me tensionin e zbatuar ndërmjet elektrodave.

$$C=Q/U$$

Kapaciteti i kondesatorit varet nga forma dhe përmasat e elektrodave, nga largësia ndërmjet elektrodave dhe nga vetitë e mjedisit.

Sipas formës, kondesatorët ndahen në: a) të rrafshët dhe b) cilindrikë. Sipas dielektrikut kondesatorët i kemi: a) ajrore b) me dielektrik të ngurtë dhe c) të lëngshëm.

Sipas ndërtimit, kondesatorët janë me: a) kapacitet konstant dhe b) kapacitet të ndryshueshëm. **Energjia e grumbulluar në fushën elektrike të kondesatorit quhet *energji e fushës elektrike*.** Në qoftë se gjatë procesit të ngarkimit të kondesatorit, tensioni nuk ndryshon, atëherë energjia mund të përcaktohet sipas formulës :

$$\vec{E} = U Q = UQ/2 = Q^2/2C = CU^2/2$$

KUJDES: *Energjia elektrike ruhet në kondesatorët dhe kabllot edhe pas ndërprejes së tensionit, prandaj është e domosdoshme të bëhet shkarkimi i tyre para fillimit të punës, sepse në rast të kundërt në trupin e njeriut kalojnë rryma të rrezikeshme për jetën e tij.*

Lidhja e kondensatorëve

Kondensatorët lidhen në dy mënyra: në seri dhe në paralel

Te lidhja në seri e kondensatorëve pllaka me ngarkesë negative lidhet me pllakën me ngarkesë pozitive dhe kështu në seri kondensatorët lidhen njëri pas tjetrit (fig.5)

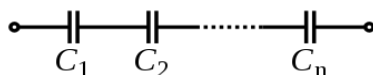


Fig.5

Lidhja në seri e kondensatorëve ka këto veti:

- Ngarkesat elektrike janë të pavarura nga kapaciteti dhe të barabarta: $Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$
- Tensioni në skajet e baterisë së kondensatorëve është e barabartë me shumën e tensioneve në çdonjërin nga kondensatorët. $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$
- Tensionet ndërmjet kondensatorëve të lidhur në seri shpërndahen në përpjestim të zhdrejtë me kapacitetet e tyre $U_1/U_2 = C_2/C_1$.
- Në lidhjen në seri të kondensatorëve, i anasjellti i kapacitetit të përgjithshëm është i barabartë me të anasjelltën e kapaciteteve të kondensatorëve të veçantë:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

- Në qoftë se në seri lidhen vetëm dy kondensatorë, atëherë kapaciteti mund të llogaritet me formulën $C = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$
- Në qoftë se në seri lidhen n kondensatorë me kapacitet të njëjtë, atëherë $C = C_1/n$

Lidhja e kondensatorëve në seri përdoret për të zvogëluar kapacitetin e përgjithshëm.

Te lidhja në paralel, të gjithë kondensatorët lidhen ndërmjet dy kapeve të burimit të energjisë elektrike dhe në to zbatohet i gjithë tensioni i burimit (fig. 6).

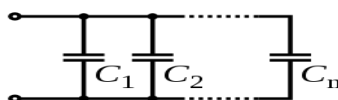


Fig. 6

Lidhja në paralel e kondensatorëve ka këto veti:

- Tensioni në kapset e kondensatorëve të veçantë është i njëjtë me tensionin në kapset e burimit; $U_1 = U_2 = \dots U_n$
- Ngarkesat në çdo kondensator shpërndahen në përpjestim të drejtë me kapacitetet: $Q_1/Q_2 = C_1/C_2$
- Ngarkesa e përgjithëshme e baterisë së kondensatorëve është e barabartë me shumën e ngarkesave të veçanta: $Q = Q_1 + Q_2 + \dots Q_n$
- Kapaciteti i përgjithshëm i lidhjes në paralel të kondensatoreve është i barabartë me shumën e kapaciteteve të kondensatorëve të veçantë:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Nëqoftëse $C_1 = C_2 = \dots C_n$, atëherë $C_{eq} = nC$

Lidhja në paralel e kondensatorëve përdoret për të rritur kapacitetin elektrik.

Shembull

Tre kondensatorë me kapacitete $C_1 = 12\mu F$, $C_2 = 6\mu F$ dhe $C_3 = 4\mu F$ janë lidhur në seri. Të gjendet tensioni në çdo kondensator, duke ditur se tensioni i zbatuar në skajet e grupit të kondensatorëve është $U = 120V$.

Zgjidhje:

a) Gjejme kapacitetin e njevlefshëm në baze të formulës:

$$1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 = 1/12 + 1/6 + 1/4 = 2\mu F$$

b) Gjejmë ngarkesën në çdo kondensator:

$$Q = CU = 2 \times 10^{-6} \times 120 = 240 \times 10^{-6}$$

c) Gjejmë tensionet në çdo kondensator:

$$U_1 = Q/C_1 = 240 \times 10^{-6} / 12 \times 10^{-6} = 20V$$

$$U_2 = Q/C_2 = 240 \times 10^{-6} / 6 \times 10^{-6} = 40V$$

$$U_3 = Q/C_3 = 240 \times 10^{-6} / 4 \times 10^{-6} = 60V$$

Prova: $U = U_1 + U_2 + U_3 = 20 + 40 + 60 = 120V$

Tema mësimore 2. Rryma elektrike e vazhduar

Rryma elektrike paraqet lëvizjen e drejtuar të ngarkesave elektrike. Ngarkesat elektrike lëvizin në një drejtim të caktuar nën veprimin e fushës elektrike. Ngarkesat lëvizin nga pika me potencial më të lartë drejt pikës me potencial më të ulët. Rryma elektrike është madhësi vektoriale. Madhësia e rrymës elektrike vlerësohet nga madhësia fizike e quajtur **intesiteti i rrymës elektrike**. Në praktikë, kjo madhësi quhet **rrymë elektrike** ose thjesht **rrymë**. Intensiteti i rrymës është sasia e elektricitetit që kalon në seksionin tërthor në njësinë e kohës.

$$I = Q/t = en/t$$

Simbolikisht shënohet **I**. Njësia matëse e intesitetit të rrymës elektrike është Amperi [**A**], ku 1 amper = 1 kulon/1sekondë. Në praktikë përdoren edhe kiloamperi (1 kA = 10^3 A), miliamperi (1 mA = 10^{-3} A); mikroamperi (μ A = 10^{-6} A), etj.

Kahu i rrymës elektrike: Si kah pozitiv i rrymës elektrike është pranuar kahu i lëvizjes së ngarkesave pozitive ose kahu i kundërt i ngarkesave negative.

Rryma elektrike në përcjellës praktikisht përhapet me shpejtësinë e dritës. Kur rryma elektrike nuk e ndryshon madhësinë dhe kahun e saj, për një interval të gjatë kohe, quhet **rrymë e vazhduar**.

Në qoftë se rryma gjatë kohës ndryshon vlerën dhe kahun ajo quhet **rrymë e ndryshueshme**.

Në llogaritjet praktike përdoret dhe densiteti i rrymës elektrike që përcaktohet nga formula $j = I/S$ [**A/m²**].

2.1. Qarku elektrik i rrymës së vazhduar

Qark elektrik quhet tërësia e elementeve që shërbejnë për kalimin e rrymës e rrymës elektrike.

Elemente përbërëse të një qarkut elektrik janë: burimi i energjisë elektrike, marrësi i energjisë, përcjellësit, aparatet komanduese, pajisjet mbrojtëse, aparatet matëse, etj. Nga këta, elementet kryesore të domosdoshëm që duhen për të formuar një qark elektrik janë tre: **burimi, marrësi dhe përcjellësat lidhës**.

Paraqitja grafike e qarkut elektrik me ndihmën e shenjave konvecionale quhet skemë elektrike. Në figurën më poshtë (fig.7), paraqitet një qark i thjeshtë elektrik dhe skema elektrike e tij.

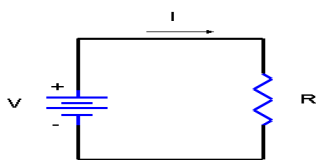


Fig.7

Konvecionalisht, qarku elektrik ndahet në **qark i brendshëm** (që përfshin vetëm burimin) dhe **qark i jashtëm** (që përfshin elementet e tjera të qarkut pa burimin).

Në një qark elektrik elementet mund të lidhen në seri siç paraqitet në fig.8 ose në paralel si në fig.9:

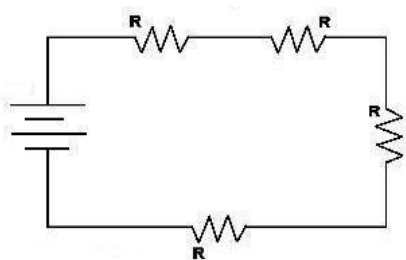


Fig.8

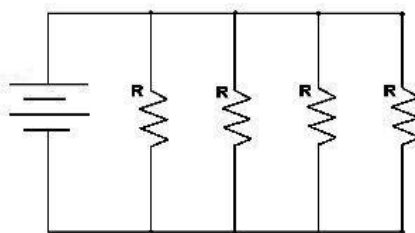


Fig.9

Pika, ku lidhen më shumë se dy përcjellës quhet **pikë nyje**. Pjesa e mbyllur e qarkut quhet kontur. **Burimi i energjisë** shndërron energjitë e formave të ndryshme në energji elektrike. **Marrësi i energjisë elektrike** është pajisja që shndërron energjinë elektrike në forma të tjera të energjisë si : mekanike (motorët), nxehtësore (furrat elektrike), drite (llambat e ndriçimit), kimike (akumulatorët). Në një qarku elektrik kalon rrymë *vetëm* nëse ai është i mbyllur.

2.2. Forca elektromotore, energjia e rrymës elektrike

Forca elektromotore e burimit (F.e.m.) e burimit është madhësia që karakterizon aftësinë e tij për të dhënë energji.

Numerikisht f.e.m. është e barabartë me punën e kryer nga fusha elektrike për zhvendosjen e ngarkesës njësi pozitive gjatë gjithë qarkut. Simbolikisht shënohet me E dhe njehsohet me anë të formulës:

$$E = Wb/Q$$

Njësia matëse e f.e.m është e njëjtë me atë të tensionit dhe potencialit elektrik ,volt.

Nën veprimin e f.e.m. në qarkun e mbyllur lind rrymë elektrike.

Në bazë të ligjit të ruajtjes së energjisë energjia e zhvilluar nga burimi është e barabartë me energjinë e zhvilluar në qarkun e jashtëm dhe energjinë e zhvilluar në qarkun e brendshëm, pra $\vec{E}_b = \vec{E} + \vec{E}_0$. Duke zëvendësuar kemi: $E = W + W/Q = W/Q + W_0/Q = U + U_0$

Nga ky barazim arrijmë në përfundimin se **f.e.m. e burimit është e barabartë me shumën e rënieve të tensionit në qarkun e jashtëm dhe në qarkun e brendshëm.**

2. 3. Fuqia dhe energjia e rrymës

Për llogaritjen praktike të energjisë së zhvilluar në të gjithë qarkun shërben formula: $Wb = EIt$

Energjia e zhvilluar në qarkun e brendshëm është: $W_0 = U_0 It$

Energjia e zhvilluar në qarkun e jashtëm është : $W = UIt$

Fuqia numerikisht paraqet punën e kryer në njësinë e kohës. Simbolikisht shënohet me P dhe jepet nga barazimi $P = W / t$.

Duke zëvendësuar W me ekuivalentet e saj për burimin, qarkun e brendshëm dhe qarkun e jashtëm, gjejmë që :

Fuqia e burimit është $P_b = EIt/t = EI$
 Fuqia në qarkun e jashtëm është $P = UIt/t = UI$
 Fuqia e qarkut të brendshëm është $P_0 = U_0It/t = U_0I$
 $P_b = P_0 + P$

2.4. Rezistenca dhe përcjellshmëria elektrike

Pengesa që përcjellësi i paraqet kalimit të rrymës quhet *rezistencë elektrike*. Simbolikisht rezistencën elektrike e shënojmë me R . Në figurën më poshtë (fig.10) paraqitet rezistenca në mënyrë konvecionale.



Fig.10

Të gjithë përdoruesit e energjisë elektrike zotërojnë një farë rezistence elektrike, prandaj nëpër skema ata paraqiten si rezistenca.

Njësia matëse e rezistencës elektrike është Ohmi [Ω]. Vlera e rezistencës elektrike mund të përcaktohet sipas formulës $R = \rho l / S$ ku ρ është rezistenca specifike e përcjellësit, l gjatësia e tij dhe S sipërfaqja e seksionit tërthor. $\rho = [1 \Omega \cdot m^2 / 1m] = [1 \Omega \cdot m]$. Rezistenca specifike ka një vlerë të caktuar për një material të caktuar. Vlerat e rezistencës specifike të materialeve të ndryshme jepen në tabelë. Madhësia e anasjelltë e rezistencës quhet *përcjellshmëri*. Simbolikisht shënohet G . $1/R = G$ [Ω^{-1}] = [S]. Simens [S] është njësia matëse e përcjellshmërisë. Madhësia e anasjelltë e rezistencës specifike quhet *përcjellshmëri specifike* dhe shënohet $\gamma = [1S/m]$.

Rezistenca e vendit të lidhjes së elementeve në qarqet elektrike quhet *rezistencë kalimtare*. Elementi i qarkut elektrik që shërben për të shfrytëzuar rezistencën e tij quhet *resistor*. Rezistorët mund të jenë me vlera të ndryshueshme (reostat) dhe vlera të pandryshueshme. Rezistenca elektrike ndryshon me ndryshimin e temperaturës, pra ajo varet dhe nga temperatura. Kur përcjellësit prej metali nxehen, rezistenca e tyre rritet. Formulatat e nxjerra më sipër vlejnë për temperaturën e mjedisit $20^\circ C$. Me rritjen e temperaturës këto vlera korrigjohen duke përdorur koeficientin e temperaturës α , i cili jepet në tabelë për materiale të ndryshme. Formula e koeficientit të temperaturës α është $\alpha = (R - R_0) / (R_0 (\Theta - \Theta_0))$ prej nga nxjerrim $R = R_0 [1 + \alpha (\Theta - \Theta_0)]$

Shembull

Të gjendet rezistenca specifike e telit me gjatësi $l = 12,56m$, diametër $d = 0,2mm$ dhe me rezistencë $R = 139\Omega$.

Zgjidhje

Gjejmë sipërfaqen e seksionit tërthor të telit me formulën:

$$S = \pi d^2 / 4 = 3,14 \times 0,2^2 / 4 = 0,314 mm^2$$

Duke zëvendësuar në formulën $\rho = RS / l$, kemi: $\rho = RS / l = 139 \times 0,314 / 12,56 = 0,48 mm^2/m$

Pra, $\rho = 0,48 mm^2/m$

2.5. Ligji i Ohmit

Ligji i Ohmit bën lidhjen ndërmjet tre parametrave kryesore të qarkut. Sipas ligjit të Ohmit: ***Intensiteti i rrymës në çdo pjesë të qarkut është në përpjestim të drejtë me tensionin në skajet e këtij qarku dhe në përpjestim të zhdrejtë me rezistencën e kësaj pjese të qarkut.***

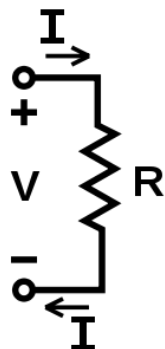


Fig.11. Tri parametrat e ligjit të Ohmit

Matematikisht, ligji i Ohmit për një pjesë të qarkut mund të shprehet me formulën

$$I = U/R \text{ [volt/ohm] } = [A] \text{ [1]}$$

Në qoftë se do të studiojmë qarkun e plotë duhet të marrim parasysh të gjithë rezistencat e qarkut si dhe f.e.m. e burimit. Varësia që jep këtë lidhje quhet ligji i Ohmit për të gjithë qarkun.

Rryma në qarkun elektrik është në përpjestim të drejtë me f.e.m. dhe në përpjestim të zhdrejtë me shumën e rezistencave të qarkut.

$$I = E / (R + R_0) \text{ [2]}$$

ku R - është rezistenca e pjesës së jashtme të qarkut ; R_0 - është rezistenca e pjesës së brendshme të qarkut (ndryshe e quajmë dhe rezistencë të brendshme të burimit)

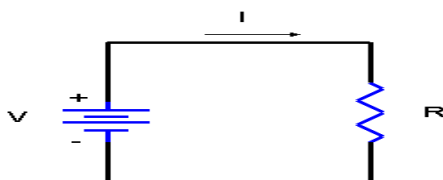


Fig. 12

Nga formula 2 mund të shkruajmë $E = I R + I R_0 = U + U_0$ [3]

Kjo formulë na tregon se ***f.e.m. e burimit është numerikisht e barabartë me shumën e rënieve të tensionit në pjesën e jashtme dhe të brendshme të qarkut.***

2.6. Regjimet e qarkut elektrik

Regjimi i punës i një qarku elektrik , përcaktohet nga vlerat e rrymës dhe të tensionit. Dallojmë tre regjime pune të një qarku elektrik. Le t'i analizojmë nëpërmjet një qarku të thjeshtë me rezistencë të ndryshueshme nga 0 në ∞ .

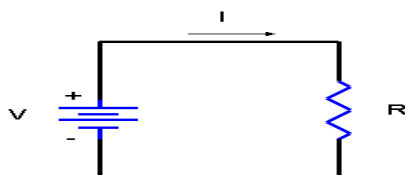


Fig.13

Regjimi nominal

Në *regjimin nominal* të gjithë elementët e qarkut karakterizohen nga madhësitë nominale të rrymës I_n , tensionit U_n , fuqisë nominale P_n , etj , për të cilat është llogaritur pajisja të punojë. Madhësitë nominale shënohen në targën e pajisjes.

Regjimi i punimit pa ngarkesë

Regjimi i punimit pa ngarkesë është rasti kur qarku është i këputur, pra $R = \infty$, rrymë është zero, $I = 0$ tensioni është i barabartë me f.e.m $U = E$.

Regjimi i lidhjes së shkurtër (l- sh)

Në *regjimin e lidhjes së shkurtër*, rezistenca e qarkut bëhet zero ($R = 0$), rryma sipas formulës $I = E/R_0 = I_{sh}$ merr vlerën maksimale dhe quhet rrymë e lidhjes së shkurtër, tensioni në qarkun e jashtëm është praktikisht zero ($U=0$). Ky regjim për shkak të rritjes së madhe të rrymës është i padëshirueshëm, sepse shoqërohet me rritje të theksuar të nxehtësisë.

2.7.Shndërrimi i energjisë elektrike në lloje të tjera të energjisë. Ligji i Xhaul - Lencit

Kalimi i energjisë elektrike në qarkun elektrik shoqërohet me shndërrimin e saj në forma të tjera energjie, si energji nxehtësore, drite dhe energji kimike. Këto shndërrime janë shfrytëzuar nga njeriu për të përdorur energjinë elektrike për nevojat e tij. Më poshtë le të shikojmë disa nga llojet kryesore të këtyre shndërrimeve:

a) Shndërrimi i energjisë elektrike në nxehtësi (Ligji i Xhaul - Lencit)

Gjatë kalimit të rrymës elektrike në përcjellës, elektronet përplasen me molekulat duke rritur në këtë mënyrë lëvizjen lëkundëse të këtyre të fundit. Energjia që zotërojnë molekulat çlirohet në përcjellës në formë nxehtësie.

Xhaul dhe Lenc, pavarësisht nga njëri – tjetri, provuan në mënyrë eksperimentale lidhjen që ekziston ndërmjet nxehtësisë së prodhuar Q , rrymës I , rezistencës R dhe kohës së kalimit të rrymës në përcjellës $Q = I^2 R t$.

Sasia e nxehtësisë së çliruar në përcjellës është në përpjestim të drejtë me katrorin e rrymës, me rezistencën e përcjellësit dhe kohën e kalimit të rrymës në përcjellës.

b) Shndërrimi i energjisë elektrike në energji drite

Parimi i shndërrimit të energjisë elektrike në energji nxehtësore shërben dhe si bazë e punës së llampave të ndriçimit. Fijet e llampës përgatiten prej metali që shkrin me vështirësi (volfram), i cili nxehet nga kalimi i rrymës deri në 3000°C . Në këtë temperaturë, një pjesë e energjisë rrezatohet në formën e energjisë së dritës.

c) Shndërrimi i energjisë elektrike në energji kimike

Ky shndërrim shrytëzohet gjatë ngarkimit të akumulatorëve. Akumulatorët gjatë ngarkimit janë marrës të energjisë elektrike. F.e.m. gjatë ngarkimit ruan të njëjtin kah si dhe gjatë shkarkimit, kurse rryma në akumulator ndërrohet kahun. F.e.m. në akumulator ka kah të kundërt me rrymën prandaj quhet *force kundër elektromotore* dhe shënohet me f.k.e.m. Energjia e harxhuar në ngarkim përcaktohet nga formula: $W_a = E_a Q = E_a I t$.

Kurse fuqia e harxhuar është: $P_a = W/t = E_a I$.

Shembull

Ngrohësi elektrik në formë shufre e ka spiralin me rezistencë $R = 110\Omega$ dhe punon me tension $U = 220\text{V}$. Sa do të zgjatë nxehja e 1l ujë nga 20° deri në vlim, n.q.s. rendimenti i ngrohësit është $\eta = 95\%$.

Zgjidhje

Nga njohuritë e fizikës, dimë që sasia e nxehtësisë për nxehjen e 1l ujë nga 20° në 100° njehsohet me formulën:

$$Q = mc (\theta_2 - \theta_1) = 1.4180(100^{\circ} - 20^{\circ}) = 334400 \text{ J}$$

Duke marrë parasysh rendimentin, sasia e nxehtësisë që nevojitet për nxehjen e ujit do të jetë $Q' = Q/\eta = 334400/0.95 = 352000\text{J}$.

Koha gjatë së cilës do të zhvillohet kjo nxehtësi, gjendet nga formula: $Q' = \dot{E} = U^2 x t / R$, nga ku $T = Q' R / U^2 = 352000 \times 110 / 220^2 = 800\text{s} = 13\text{min}20''$

Tema mësimore 3. Qarqet elektrike të rrymës së vazhduar

3.1. Ligji i parë i Kirkofit

Ligjet e Kirkofit janë rrjedhime të ligjit të ruajtjes së energjisë dhe përdoren për llogaritjen e qarqeve elektrike së bashku me ligjin e Omit.

Ligji i parë i Kirkofit merret me nyjet në qarkun elektrik:

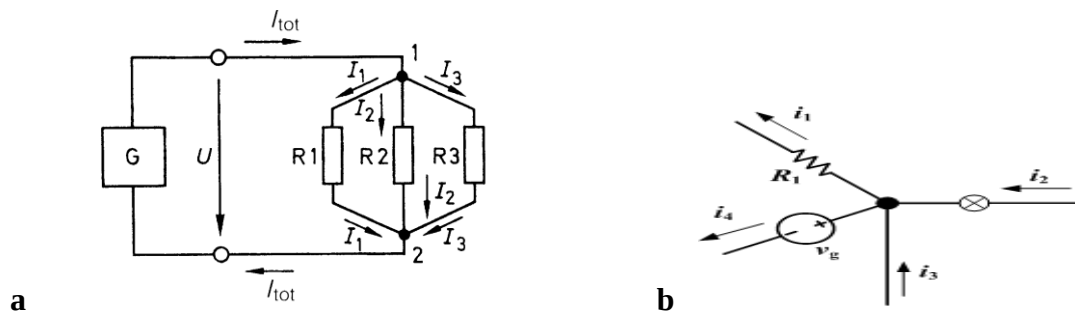


Fig.14

Shuma e rrymave që hyjnë në nyjën e qarkut elektrik është e barabartë me shumën e rrymave që dalin nga kjo nyje .

Për nyjen në fig. 12/a, kemi $I_{tot} = I_1 + I_2 + I_3$

Për nyjen në fig. 12/b (pranojmë që të shënojmë shenjë pozitive rrymat që hyjnë në nyje dhe me shenjë negative ato që largohen prej saj), kemi: $i_2 + i_3 = i_1 + i_4$

Shprehja e mësipërme, matematikisht mund të shkruhet dhe në formën e mëposhtme:

$$i_2 + i_3 + (-i_1) + (-i_4) = 0 \text{ ose në formën } \sum i = 0$$

Forma e fundit jep një formulim tjetër të ligjit të parë të Kirkofit :

Shuma algjebrike e rrymave që kalojnë në nyjen e qarkut elektrik është e barabartë me zero.

3.2 Lidhja e rezistencave në seri

Në lidhjen në seri fundi i rezistencës së parë lidhet me fillimin e të dytës, fundi i të dytës me fillimin e të tretës e kështu me radhë .

Lidhje në seri të rezistencave do të quajmë atë lidhje në të cilën nuk kemi pika nyje dhe në çdo element të qarkut kalon e njëjta rrymë.

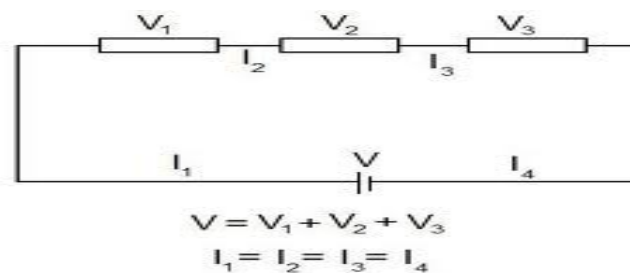


Fig. 15

Qarku elektrik me rezistenca në seri gëzon vetitë e mëposhtme:

- rryma në çdo pjesë të qarkut është e njëjtë, pra $I = \text{konstante}$
- hapja e qarkut sjell ndërprerjen e rrymës në të gjithë qarkun
- tensioni në kapset e qarkut është i barabartë me shumën e tensioneve në pjesët e veçanta . Kjo paraqitet me anë të barazimit $U=U_1+U_2+U_3$
- Rënit e tensionit janë në përpjestim të drejtë me rezistencat: $U_1/U_2=R_1/R_2$; $U_2/U_3=R_2/R_3$
- Fuqia e zhvilluar në të gjithë qarkun është e barabartë me shumën e fuqive të zhvilluara në çdo rezistencë : $P=P_1+P_2+P_3=U_1I+U_2I+U_3I=I(U_1+U_2+U_3)=UI$
- fuqitë e zhvilluara në rezistorë të veçantë, janë në përpjestim të drejtë me rezistencat e tyre : $P_1/P_2=R_1/R_2$ dhe $P_2/P_3=R_2/R_3$
- rezistenca e plotë e qarkut në lidhjen e rezistencave në seri është e barabartë me shumën e rezistorëve të veçantë : $R=R_1+R_2+R_3$

Lidhja në seri e rezistorëve përdoret kur kërkohet të merret një rezistencë më e madhe se sa rezistencat e veçanta.

3.3.Lidhja e rezistencave në paralel

Lidhje paralel të rezistorëve do të quajmë atë lidhje në të cilën fillimet e të gjithë rezistorëve lidhen në një pikë, kurse fundet në një pikë tjetër. Në fig. 16 më poshtë tregohet një skemë e lidhjes në paralel të rezistorëve.

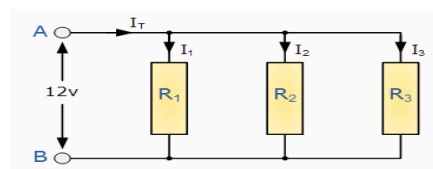


Fig. 16

Qarku me lidhje paralel të rezistorëve ka këto veti:

- tensioni në të gjitha degët është i njëjtë : $U_1=U_2=U_3=U$
- rrymat në degë të veçanta janë në përpjestim të zhdrejtë me rezistencat: $I_1R_1=I_2R_2$ ose $I_1/I_2=R_2/R_1$
- rryma në pjesën e padegëzuar të qarkut është e barabartë me shumën e rrymave në pjesë të veçanta të saj: $I=I_1+I_2+I_3$
- gjatë heqjes (keputjes) së një rezistori rryma në degët e tjera nuk ndërpritet
- e anasjellta e rezistencës së plotë është e barabartë me shumën e të anasjelltave të çdo rezistence të veçantë : $1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3$
- në qoftë se në qark kemi të lidhura vetëm dy rezistenca, atëherë rezistenca e plotë mund të llogaritet me anë të formulës: $R=R_1R_2/(R_1+R_2)$. Për n - rezistenca të njëjta do të kemi $R=R_n/N$
- fuqia e plotë e qarkut është e barabartë me shumën e fuqive të zhvilluara në çdo rezistor pra, $P=P_1+P_2+P_3$
- fuqitë e zhvilluara në degë të veçanta janë në përpjestim të zhdrejtë me rezistencat e tyre: $P_1/P_2=R_2/R_1$ ose $P_2/P_3=R_3/R_2$

Lidhja në paralel e rezistorëve përdoret kur duam të zvogëlojmë rezistencën e plotë të qarkut.

3.4.Lidhja e përzier e rezistorëve

Lidhja e përzier e rezistorëve është lidhja në të cilën brenda një qarku kemi njëkohësisht edhe lidhje në seri edhe lidhje në paralel të rezistencave. Për të kryer llogaritjet e këtyre qarqeve, bëhen zëvendësime të tilla të cilat e kthejnë qarkun nga një qark me lidhje të përzier në një qark me rezistenca në lidhje në seri ose në një qark me rezistenca në lidhje paralel.

Në fig.17 paraqiten skemash me lidhje të përzier rezistorësh.

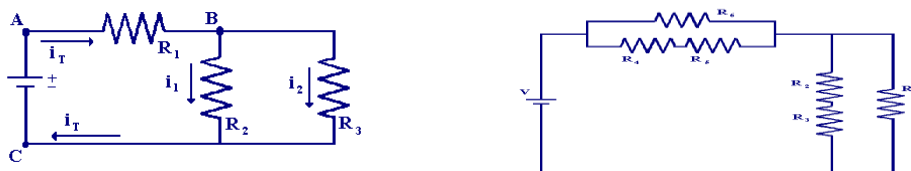


Fig. 17

Në fig.18 më poshtë paraqitet shembull i llogaritjes së një qarku kompleks hap mbas hapi :

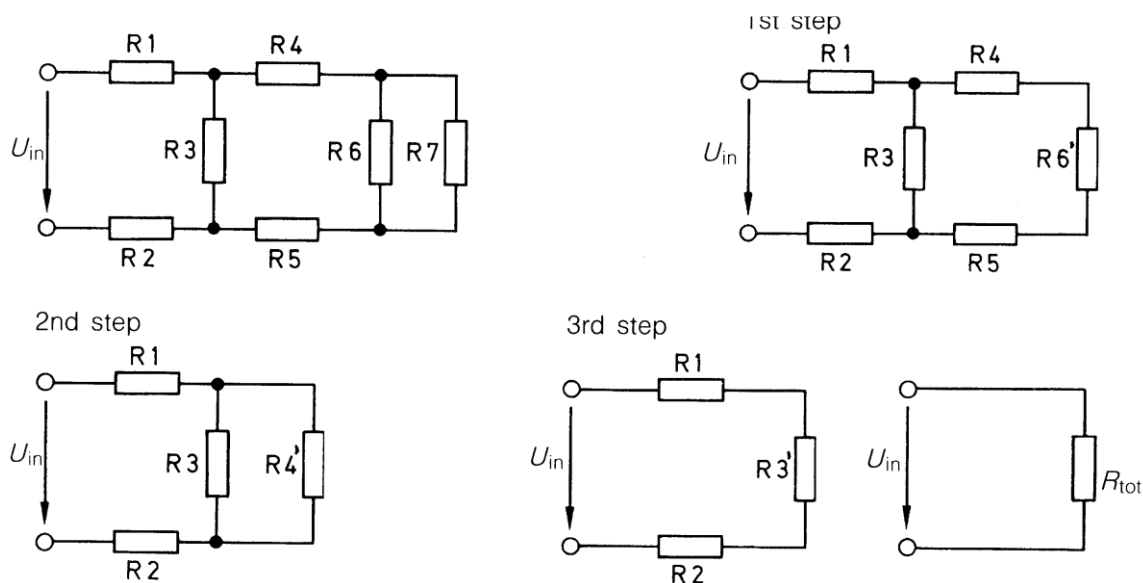


Fig. 18

Hapat që ndiqen për të kryer llogaritjen e një qarku kompleks hap mbas hapi janë:

- R_6 është lidhur në paralel me R_7 . $R_6' = R_6 R_7 / (R_6 + R_7)$ vizatojmë skemën ekuivalente 2
- R_4, R_5 dhe R_6' janë lidhur në seri; $R_4' = R_4 + R_5 + R_6'$ vizatojmë skemën ekuivalente 3
- R_3 është lidhur në paralel me R_4' $R_3' = R_3 + R_4'$ vizatojmë skemën ekuivalente 4
- R_1, R_2 dhe R_3' janë lidhur në seri $R_p = R_1 + R_2 + R_3'$ vizatojmë skemën ekuivalente 5
- Gjejmë rrymën e përgjithëshme $I = U / R_p$. Nga skema 4 shohim që në rezistencat R_1 dhe R_2 kalon e njëjta rrymë I .
- Për të gjetur rrymën në rezistencat e tjera llogarisim më parë tensionin në to. $U_3' = I R_3'$
- $I_3 = U_3' / R_3$ dhe $I_4' = U_3' / R_4'$ (R_3 në paralel me R_4' , tensioni i njëjtë për të dyja U_3')
- Nga skema 2 shohim që $I_4 = I_5 = I_6' = I_4'$
- Për të gjetur I_6 dhe I_7 llogarisim $U_6' = I_6' R_6'$

j) Gjejmë $I_6=U_6'/R_6$ dhe $I_7=U_6'/R_7$

3.5. Pjestuesit e tensionit

Pjestuesit e tensionit janë aparate të cilët shërbejnë për të marrë një tension më të vogël se ai i burimit. Ata janë të përbërë nga rezistenca të lidhura në seri dhe paralel.

Në Fig. 18/a dhe 18/b më poshtë paraqitet pjestuesi i tensionit me rezistenca në seri.



Fig.19

Në fig.19/ a pjestuesi është pa ngarkesë; tensioni i daljes që merret nga pjestuesi do të jetë:

$$U_N = IR_1 = UR_1/(R_1+R_2)$$

Në fig. 19/ b pjestuesi në dalje ka ngarkesën R_L tensioni i marrë nga pjestuesi në këtë rast është: $U_L = UR_{NJ} / R_1+R_2$ ku $R_{NJ} = R_2R_L / R_2+R_L$

Ndryshimi i vlerës së rezistencës na ndihmon të marrim vlera të ndryshme të tensionit dhe rrymës. Vlerën e rezistencës mund t'a ndryshojmë në kufi të caktuar duke përdorur rezistorët e ndryshueshëm.

Rezistorët e ndryshueshëm përbëhen prej një teli me rezistencë specifike të madhe dhe një shtresë të hollë izoluese, i cili është i mbështjellë mbi një trup porcelani. Mbi spirat e telit rrëshket një kontakt i lëvizshëm. Rezistori i ndryshueshëm mund të lidhet si reostat ose si potenciometer. Në figurën 20 më poshtë paraqiten simbolet e tyre.



Fig. 20

3.6. Burimet e tensionit dhe të rrymës

Burimi i energjië elektrike i cili siguron një tension të pandryshueshëm në kapset e tij pavarësisht nga rezistenca e ngarkesës quhet burim tensioni ose gjenerator tensioni.

Këta burime e kanë rezistencën e brendshme shumë herë më të vogël se rezistenca e ngarkesës $R_0 \ll R$. Karakteristika voltampere (k.v.a.) e burimit ideal është drejtëz paralele me boshtin e ordnatave. Si gjenerator tensioni shërbejnë gjeneratorët e zakonshëm elektrike, akumulatorët etj.

Burimi i energjië i cili siguron rrymë të njëjtë për çdo ngarkesë quhet burim rryme. Ky lloj burim karakterizohet nga një rezistencë e brendshme shumë herë më e madhe se rezistenca e ngarkesës $R_0 \gg R$. Burimi i cili e ka rezistencën e brendshme pambarimisht të madhe (teorikisht $R_0 = \infty$), quhet burim ideal i rrymës.

Rryma në këto burime është: $I = E/(R+R_0) = E/R_0 = I_{sh} = \text{konst.}$ Karakteristika voltampere e tyre është drejtëz paralele me boshtin e abshisave. Burimet e rrymës përdoren në radioteknikë,

ushqejnë ngarkesa me fuqi të vogël.

3.7. Qarku elektrik me disa burime energjie elektrike

Për zbatime të ndryshme, shpesh kërkohet që të bëhet grupimi i gjeneratorëve. Gjeneratorët mund të lidhen në seri në përputhje, në seri në kundërshtim ose në paralel të përzier.

Në lidhjen në seri në përputhje të burimeve të energjisë së rrymës së vazhdueshme, kapsja negative e burimit të parë lidhet me kapsen pozitive të burimit të dytë, kapsja negative e burimit të dytë me kapsen negative të burimit të tretë e me radhë. Daljet e lira të burimit të parë dhe të fundit shërbejnë si kapset të qarkut të jashtëm fig.21.

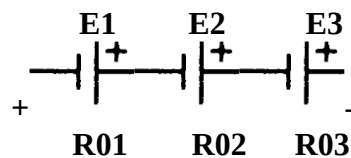


Fig.21

Për lidhjen në seri në përputhje, f.e.m. e njëvlerëshme e krejt burimit është e barabartë me shumën e f.e.m. të burimeve të veçantë.

$E_{nj} = E_1 + E_2 + E_3$; për n - burime me f.e.m. të njëjtë do të kemi $E_{nj} = nE$

Rezistenca e brendëshme e njëvlerëshme e burimit është e barabartë me shumën e rezistencave të brendëshme të burimeve të veçanta:

$R_{nj} = R_{01} + R_{02} + R_{03}$. Për n - burime me R_0 të njëjtë kemi $R_{0nj} = nR_0$. Atëherë, ligji i Ohmit merr formën $I = E_{nj} / (R + R_{0nj})$. Kjo lidhje përdoret për të rritur f.e.m. dhe fuqinë e qarkut. **Lidhja në seri në kundërshtim** - në këtë lidhje, kapsja negative e burimit të parë lidhet me kapsen negative të burimit të dytë, kurse kapset positive përbëjnë kapset e daljes së qarkut ose e kundërta.

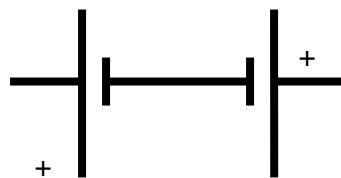


Fig.22

Në këtë lidhje f.e.m. e njëvlerëshme është e barabartë me shumën algebrike të f.e.m. të veçanta $E_{nj} = E_1 + (-E_2)$.

Rezistenca e brendëshme e njëvlerëshme e burimit është e barabartë me shumën e rezistencave të brendëshme të burimeve të veçanta: $R_{nj} = R_{01} + R_{02}$. Ligji i Ohmit merr formën $I = E_{nj} / (R + R_{0nj})$

Në këtë rast do të kemi rrymë në qark vetëm nëse $E_1 > E_2$. Nëse $E_1 < E_2$, rrymja do të përpulset me kahun e f.e.m. me të madhe. Për $E_1 > E_2$, E_2 quhet forcë kundër-elektromotore dhe burimi i dytë sillet si një marrës i energjisë elektrike.

Kur burimi i energjisë punon në regjim gjenerator, kahu i rrymës përpulset me atë të f.e.m. dhe tensioni në kapset e tij do të jetë më i vogël se f.e.m., sa rënia e brendëshme e

tensionit: $U_1 = E_1 - IR_{01}$

Kur burimi i energjisë punon në regjimin marrës, kahu i rrymës është i kundërt me atë të f.e.m. dhe tensioni në kapset e tij do të jetë më i madh se f.e.m., sa rënia e brendëshme e tensionit: $U_2 = E_2 + IR_2$

3.8. Lidhja në paralel

Në këtë lidhje të burimeve të energjisë së rrymës së vazhduar të gjitha kapset pozitive lidhen në të njëjtën kapëse të qarkut të jashtëm, kurse të gjitha kapëset negative lidhen në kapsen tjetër. Përgjithësisht, në paralel lidhen burimet me f.e.m. dhe rezistenca të brendëshme të njëjta. Në këtë rast f.e.m. e njëvlersëhme e qarkut është sa f.e.m. e në burimi $E_{nj} = E$ kurse rezistenca e brendëshme e njëvlerëshme përcaktohet ashtu si në lidhjen paralel të rezistencave $R_{nj} = R_n/n$.

Rryma në qarkun e jashtëm sipas ligjit të parë Kirkofit është sa shuma e rrymave të të gjitha burimeve: $I_{nj} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$ Ligji i Ohmit për këtë lidhje do të shkruhet $I = E/(R + R_0/n)$

Kjo lidhje e burimeve përdoret kur kërkohet të rritet rryma dhe fuqia e qarkut të jashtëm.

3.9. Qarqet e përbëra të rrymës së vazhduar

Qarqet e përbëra nga disa burime ushqimi dhe disa rezistenca quhen qarqe të përbëra ose të degëzuara. Elementet e qarkut që përmbajnë burime energjie elektrike quhen elemente aktive, kurse elementet me rezistenca, bobina dhe kondensatorë quhen elemente pasive. Në fig. 23 më poshtë paraqitet një qark i përbërë.

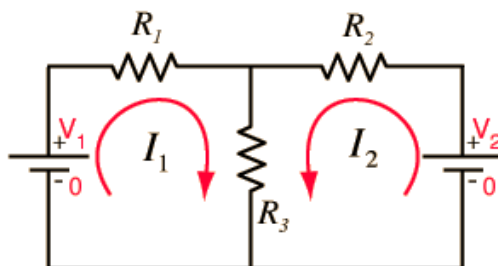


Fig.23

3.10. Ligji i dytë i Kirkofit

Në çdo kontur të qarkut elektrik shuma algebrike e f.e.m. që veprojnë në kontur, është e barabartë me shumën algebrike të rënieve të tensionit në rezistorët e veçantë që përfshihen në këtë kontur $\sum E = \sum IR$.

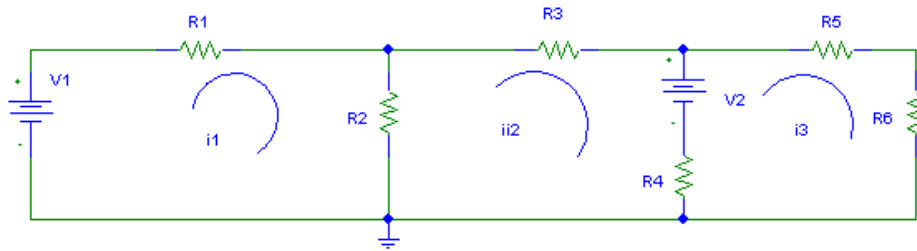


Fig.24

Llogaritja e qarqeve të përbëra bëhet me metodën e ekuacionit të nyjeve dhe kontureve, duke ndjekur këto hapa:

- përcaktohet numri i degëve
- vendosim në mënyrë arbitrare kahet e rrymave në çdo degë
- përpilojmë $(n-1)$ ekuacione sipas ligjit të parë të Kirkofit (n - është numri i nyjeve).
- përpilojmë ekuacionet e tjera për konturet elementare
- vendosim vlerat dhe zgjidhim sistemin
- vendosim në skemë kahet e vërteta të rrymave. Nëqoftëse rrymat janë pozitive i lemë siç janë, dhe nëqoftëse janë negative ju ndryshojmë kahun.
- bëjmë kontrollin e llogaritjeve

Shembull

Për skemën e qarkut të përbërë në fig.22, jepen: $E_1=48\text{V}$, $E_2=36\text{V}$, $R_{01}=5\Omega$, $R_{02}=4\Omega$, $R_1=35\Omega$, $R_2=36\Omega$, $R_3=20\Omega$, $R_4=30\Omega$. Të llogariten rrymat.

Zgjidhje

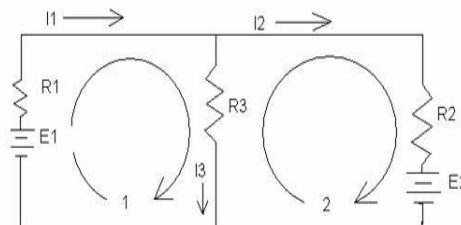


Fig.25

Numri i degëve që përfshihen në qarkun e përbërë është tre, pra kemi tre të panjohura. Vendosim në mënyrë arbitrare kahet e rrymave. Nga ligji i parë i Kirkofit përpilojmë një ekuacion, mbasi qarku ka dy pika nyja (B dhe E).

Për pikën nyje B kemi:

Nga ligji i dytë i Kirkofit përpilojmë dy ekuacionet që mbeten.

Për konturin ACFDA (sipas kahut të akrepave të orës) shkruajmë: $E_1 = I_1(R_{01}+R_1)+I_3(R_3+R_4)$.
 Për konturin elementar ABEDA (sipas qarkullimit të akrepave të orës) shkruajmë:
 $E_1-E_2 = I_1(R_{01}+R_1) - I_2(R_{02}+R_2)$. Vendosim vlerat numerike dhe zgjidhim sistemin:

$$\begin{cases} I_1+I_2=I_3 \\ 48=I_1(5+35)+I_3(20+30) \\ 48-36=I_1(5+35)-I_2(4+36) \end{cases}$$

Nga zgjidhja e sistemit gjejmë $I_1 = 0,45A$; $I_2 = 0,15A$; $I_3 = 0,6A$

Meqënëse rrymat janë pozitive, kahët e zgjedhura të rrymave përputhen me kahet e vërteta.
 Bëjmë kontrollin:

Për nyjet B dhe E: $I_1+I_2=I_3$: $0,45+0,15=0,6A$; $0,6A=0,6A$

Për konturin **ACFDA** kemi: $E_1 = I_1(R_{01}+R_1)+I_3(R_3+R_4)$ dhe duke zëvendësuar kemi
 $48=0,45 \times 40 + 0,6 \times 50 \Rightarrow 48V=48V$

Për konturin elementar **ABEDA** kemi:

$E_1-E_2=I_1(R_{01}+R_1)-I_2(R_{02}+R_2)$ pra $48-36=0,45 \times 40 - 0,15 \times 40 \Rightarrow 2V=12V$

Për konturin **BCFEB** kemi:

$E_2=I_2(R_{02}+R_2)+I_3(R_3+R_4)$ dhe duke zëvendësuar kemi $36=0,15 \times 40 + 0,6 \times 50 \Rightarrow 36V=36V$

Bëjmë bilancin e fuqive: $E_1 I_1 + E_2 I_2 = I_1^2(R_{01}+R_1) + I_2^2(R_{02}+R_2) + I_3^2(R_3+R_4)$. Zëvendësojmë:
 $48 \times 0,45 + 36 \times 0,15 = 0,45^2 \times 40 + 0,15^2 \times 40 + 0,6^2 \times 50 \Rightarrow 27E = 27E$

Metoda e tensionit të nyjeve

Përdoret për llogaritjen e qarqeve që kanë vetëm dy pika nyje. Tensioni ndërmjet dy pikave nyje quhet tensioni i nyjeve.

Të provohet që : **Tensioni i nyjeve është i barabartë me raportin e shumës algjebrike të prodhimeve të f.e.m. me përcjellshmëritë e degëve përkatëse, me shumën e përcjellshmërive të të gjitha degëve** . $U = \Sigma EG / \Sigma G$

Llogaritja do të kryhet sipas hapave të mëposhtëme:

- përcaktohen përcjellshmëritë e degëve
- përcaktohet tensioni i nyjeve
- njehsohen rrymat e degëve

Shembull

Të gjenden vlerat dhe kahet e rrymave në qarkun elektrik të dhënë në fig. 23 më sipër me metoden e tensionit të nyjeve, n.q.s. $E_1=45V$; $E_2=36V$; $R_1=35\Omega$; $R_2=36\Omega$ $R_3= 50\Omega$; $R_{01}=5\Omega$; $R_{02}=4\Omega$

Zgjidhje

Përcaktojmë përcjellshmëritë e degëve:

$$G_1 = 1/(R_1+R_{01}) = 1/(35+5) = 0,025S$$

$$G_2 = 1/(R_2 + R_{02}) = 1/(36 + 4) = 0,025S$$

$$G_3 = 1/R_3 = 1/50 = 0,02S$$

Përcaktojmë tensionin e nyjave:

$$U = (E_1 G_1 + E_2 G_2) / (G_1 + G_2 + G_3) = (48 \times 0,025 + 36 \times 0,025) / (0,025 + 0,025 + 0,02) = 30V$$

Përcaktojmë rrymat e qarkut:

$$I_1 = (E_1 - U) G_1 = (48 - 30) / 0,025 = 0,45A$$

$$I_2 = (E_2 - U) / G_2 = (36 - 30) / 0,025 = 0,12A$$

$$I_3 = U G_3 = 30 \times 0,02 = 0,6A$$

Vendosim në skemë kahet e vërteta të rrymave sipas shenjave të vlerave të llogaritura të rrymave

Për të kontrolluar saktësinë e zgjidhjes, përpilohet ekuacioni i ligjit të parë të Kirkoftit për nyjen A; $I_1 + I_2 = I_3$; $0,45 + 0,15 = 0,6A$ $0,6A = 0,6A$.

Në këtë shembull $E_1 > U$; dhe $E_2 > U$, d.m.th. të dy burimet e f.e.m. punojnë në regjimin gjenerator. Nëqoftëse në një degë çfarëdo $E = U$, atëherë në këtë degë nuk kalon rrymë, mbasi tensioni i nyjeve ekuilibron f.e.m. të dhënë .N.q.s. $E < U$, atëherë ky burim punon në regjim marrësi.

Metoda e mbivendosjes

Kjo metodë përdoret për llogaritjen e qarqeve elektrike të përbëra nga disa brime. Në fillim supozohet sikur në qarkun elektrik vepron vetëm një f.e.m. dhe përcaktohen rrymat e krijuara prej saj të cilat quhen rryma të pjesshme. Pastaj përfshijmë në qark një f.e.m. tjetër dhe përjashtojmë të tjerat. Gjejmë përsëri rrymat e pjesshme. Hapat që ndiqen për llogaritjen e qarkut me këtë metode janë:

- Llogariten rrymat e pjesshme e krijohen për çdo f.e.m. sikur ato të vepronin me radhë dhe veçmas dhe me f.e.m. të tjera të përjashtuara. Gjatë llogaritjes së rrymave të pjesshme në qark të gjitha rezistencat e brendshme të burimeve të f.e.m., pavarësisht se ato nuk veprojnë njëkohësisht.
- Për çdo degë bëhet shuma algjebrike e rrymave të pjesshme.
- Në skemë vendosen kahet e vërteta të rrymave që perputhen me kahet e rrymave të pjesshme më të mëdha të degëve përkatëse.
- Për të kontrolluar saktësinë e zgjidhjes, shtrohet ekuacioni i ligjit të parë të Kirkoftit për nyjet.

Kjo metodë përdoret kur qarku nuk ka shumë burime f.e.m. si pasojë dhe numri i rrymave të pjesshme është i vogël.

Shembull

Të gjenden rrymat në çdo degë të qarkut të dhënë në figurën 25 më sipër me metodën e mbivendosjes n.q.s.

$$E_1 = 242V ; E_2 = 121V ; R_{01} = 1\Omega ; R_{02} = 0,5\Omega ; R = 40\Omega$$

Zgjidhje:

Ndahet qarku në dy qarqe të thjeshta, në të cilat burimet e f.e.m. veprojnë me radhë në rezistorët e ngarkesës së përzier. Rrymat në këto qarqe drejtën në përputhje me kahun e f.e.m.

së tyre. Për skemën a gjejmë rezistencën e plotë të qarkut.

Tema mësimore 4. Rryma elektrike alternative

4.1. Llojet e rrymave elektrike

Rrymat elektrike që përdoren në praktikë, në shumicën e rasteve ndryshojnë gjatë gjithë kohës vlerën ose vlerën dhe drejtimin. Nga karakteri i ndryshimit të tyre gjatë kohës, ato mund të ndahen në rryma të vazhduara, aperiodike, alternative, pulsante dhe impulsive.

Rryma e vazhduar (DC) është ajo rrymë vlera dhe drejtimi i së cilës mbeten pothuaj të pandryshueshme gjatë një intervali kohe pak a shumë të gjatë. Paraqitja grafike e saj në varësi të kohës është një vijë e drejtë paralele me boshtin e kohës.

Bateritë dhe qelizat diellore të furnizimit me energji elektrike janë shembull i DC. Diagrami tregon një ekran oshiloskopi ku shfaqet sinjal nga një furnizim me rrymë elektrike të vazhduar (DC).

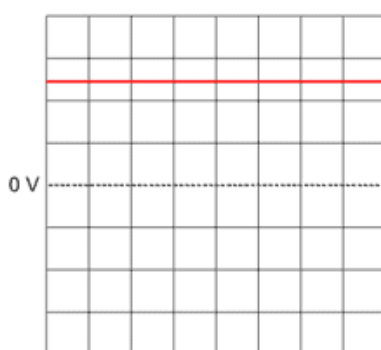


Fig. 26. Sinjali i rrymës elektrike të vazhduar

Rryma e ndryshueshme (aperiodike) është ajo rrymë që në një interval të caktuar të kohës ndryshon vlerën dhe kahun, ndryshim i cili nuk përsëritet në mënyrë periodike. Kjo lloj rryme ndeshet zakonisht në qarqet elektrike gjatë regjimeve kalimtare psh. gjatë kyçjes së kondensatorit në qarkun e burimit të tensionit të vazhdueshëm.

Rryma alternative (AC) është ajo rrymë, ndryshimi i së cilës në vlerë dhe kah përsëritet në intervale kohe të barabarta, të cilat quhen perioda të rrymës alternative. Në këtë mënyrë, nëqoftëse në një cast të çfarëdoshëm të kohës t_1 rryma ka vlerën i_1 , atëherë në çastet e kohës $t_2 = t_1 + T$, $t_3 = t_1 + 2T$, ..., $t_n = t_1 + nT$ rryma do të ketë po atë vlerë $i_1 = i_2 = \dots = i_n$.

Furnizimi me energji elektrike i banesave bëhet me rrymën AC. Diagrami tregon një ekran oshiloskopi ku shfaqet sinjal nga një furnizim me rrymë elektrike alternative (AC).

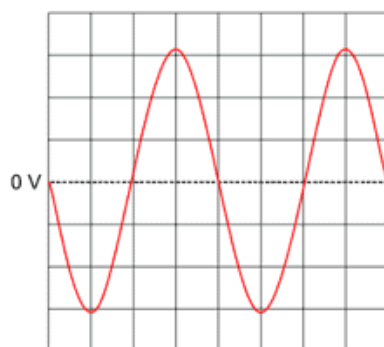


Fig.27. Sinjali i rrymës elektrike alternative

Rryma pulsante është ajo rrymë , vlera e së cilës ndryshon peridiokisht vetëm vlerën por jo drejtimin. Vlera e kësaj rryme ndryshon nga zero deri në maksimum dhe përsëri në zero, ose prej një vlere të caktuarfilllestare në maksimum dhe përsëri në vlerën e fillimit.Kjo lloj rryme ndeshet gjerësisht në qarqet e drejtimit të rrymës alternative.

Rryma impulsive ndahet në dy grupe kryesore: vidioimpulsive dhe vidioimpulsive radioimpulsive. **Rrymat vidioimpulsive paraqesin ndryshime të rrymës së vazhduar për një kohë të shkurtër. Rrymat radioimpulsive paraqesin ndryshime të rrymës alternative sinusoidale për një kohë të shkurtër.**

Në figurën më poshtë paraqiten grafikisht rryma pulsante, e vazhduar, e ndryshueshme (aperiodike) dhe alternative.

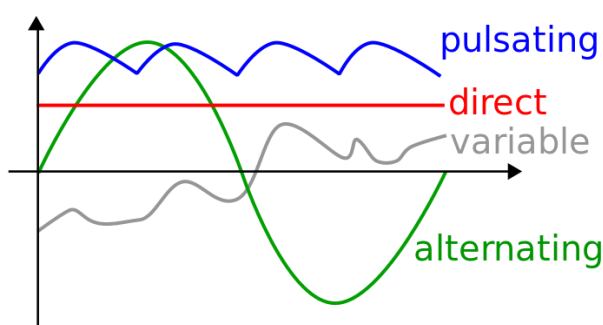
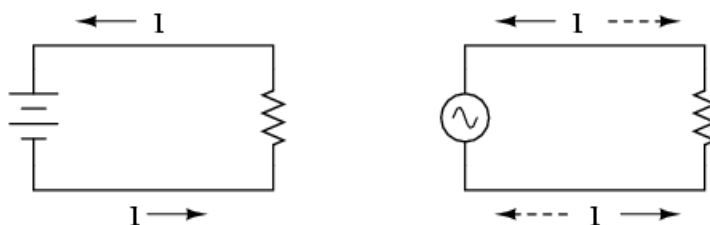


Fig. 28. Paraqitja grafike e rrymave pulsante, e vazhduar, e ndryshueshme (aperiodike) dhe alternative.

Në figurën e mëposhtme një jepen skemat e një qarku të rrymës së vazhduar dhe të një qarku të rrymës alternative.



a) Qark i rrymës së vazhduar

b) Qark i rrymës alternative

Fig.29. Qarqet DC dhe AC

4.2. Rryma alternative (AC)

Siç e thamë më sipër, rryma alternative karakterizohet nga ndryshime të vlerës dhe të kahut që përsëriten në interval kohe të barabarta.

Rryma alternative sot përdoret gjerësisht; pothuajse e gjithë energjia elektrike prodhohet në formën e energjisë së rrymës alternative sinusoidale.Koha më e vogël mbas së cilës rryma përsërit veten quhet periudë $T[s]$.E anasjellta e saj, pra $1/T = f [Hz]$ quhet frekuencë. Vlerën e

rrymës në një çast çfarëdo e quajmë vlerë të çastit (i). Vlera më e madhe që merr rryma e çastit gjatë një periode quhet amplitudë (I_m). Vlera mesatare I_{mes} për një periudhë është zero. $I_{mes} = (2/\pi)I_m = 0.637I_m$. Në praktikë, për vlerësimin e rrymës sinusoidale përdoret vlera efektive $U = U_m/\sqrt{2}$. Nga pikëpamja fizike, vlera efektive është ajo vlerë e rrymës së vazhduar që duke kaluar në një përcjellës, prodhon të njëjtin efekt nxehtësie që prodhon në të njëjtën kohe rryma alternative. Raporti $I / I_{mes} = k_f$ quhet koeficienti i formës.

Analitikisht rryma alternative sinusoidale paraqitet me anë të ekuacionit: $i = I_m \sin(\omega t + \Psi)$

ku: $\omega = 2\pi/T = 2\pi f$ është frekuenca këndore; ωt - këndi që i përkon kohës t ; φ - këndi i fazës fillestare ose faza fillestare. Për $\varphi = 0$ sinusoida kalon nëpër origjinë; për $\varphi > 0$ sinusoida zhvendoset majtas kundrejt boshtit të ordinateve (rryma $I_m \sin(\omega t + \varphi)$ është në përparim faze me këndin Ψ kundrejt rrymës $I_m \sin \omega t$); për $\varphi < 0$ sinusoida zhvendoset djathtas kundrejt boshtit të ordinateve (rryma $I_m \sin(\omega t - \varphi)$ është në vonesë faze me këndin φ kundrejt rrymës $I_m \sin \omega t$).

Dy rryma me ekuacionet $i_1 = I_{m1} \sin(\omega t - \varphi_1)$ dhe $i_2 = I_{m2} \sin(\omega t - \varphi_2)$ janë të zhvendosura në fazë kundrejt njëra tjetrës me këndin $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$. N.q.s. $\varphi_1 > \varphi_2$, atëherë i_1 është në përparim faze kundrejt i_2 ; n.q.s. $\varphi_1 < \varphi_2$, atëherë i_2 është në përparim faze kundrejt i_1 .

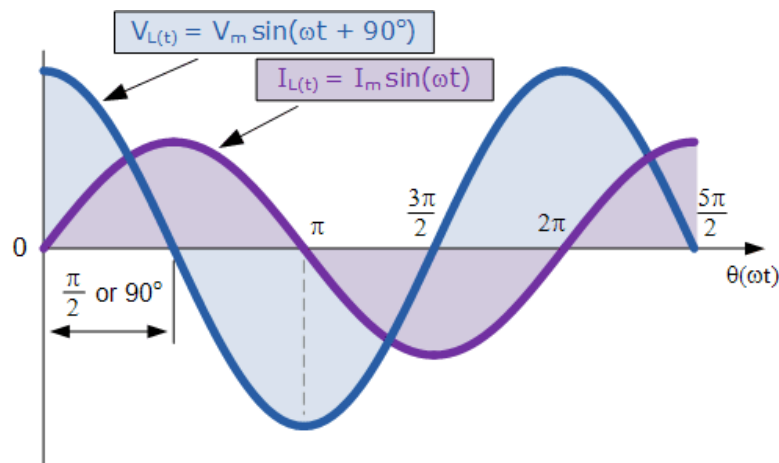


Fig.30. Rryma alternative sinusoidale

Çdo madhësi elektrike sinusoidale mund të paraqitet grafikisht me vektor rrotullues ose me sinusoidë. Në rastin e parë gjatësia e vektorit është e barabartë me amplitudën dhe rrotullohet kundrejt origjinës së kordinatave me një shpejtësi këndore $\omega = 2\pi/T = 2\pi f$. Projektioni i këtij vektori mbi boshtin e ordinateve jep vlerën e çastit të rrymës sinusoidale.

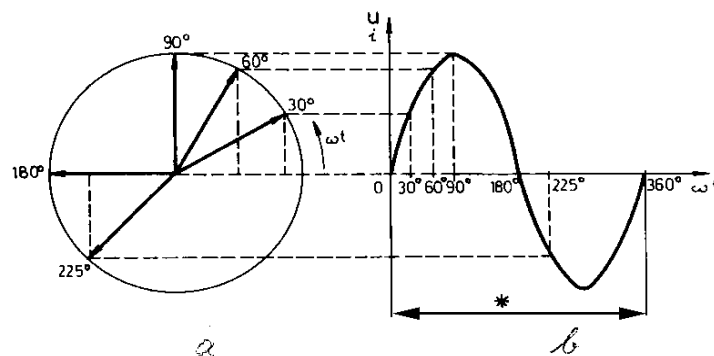


Fig. 31. Paraqitja grafike e rrymës sinusoidale me vektor rrotullues dhe ndërtimi nëpërmjet saj i sinusoidës së rrymës

Veprimet me madhësitë sinusoidale janë të njëjta si veprimet me vektorët. Në mënyrë analitike vektori rezultat gjendet me formulën:

$$I_m = \sqrt{I_{1m}^2 + I_{2m}^2 + 2I_{1m}I_{2m} \cos(\varphi_1 - \varphi_2)}$$

Tema mësimore 5. Qarqet elektrike të rrymës alternative

Çdo qark elektrik përmban rezistencë R , induktivitet L dhe kapacitet C , të cilat paraqesin parametrat e qarkut. Vlerat e parametrave dhe ndikimi i tyre në qarqet elektrike zakonisht nuk janë të njëjta. Në dias raste vlerat e një ose dy parametrave janë aq të vogla saqë ato mund të mos merren parasysh në llogaritjen e këtyre qarqeve.

Për të lehtësuar studimin e dukurive në qarqet e rrymës alternative, Në fillim studiohen qarqet që përmbajnë një parameter (R , L ose C) dhe më pas ato me dy e më shumë parametra.

5.1. Qarku me rezistencë aktive R

Në figurën 32 më poshtë, paraqitet qarku elektrik me rezistencë aktive R .



Fig. 32. Qarku i rrymës alternative me rezistencë aktive

Nëse burimi prodhon një tension sinusoidal $u = U_m \sin \omega t$, atëherë vlera e çastit e rrymës që do të kalojë, në bazë të ligjit të Ohmit do të jetë $i = I_m \sin \omega t$, ku $I_m = U_m / R$. Prej këtij del se në qarkun me rezistencë aktive, tensioni dhe rryma janë në përputhje faze (këndi i zhvendosjes është $\varphi = 0$). Vlera efektive e rrymës gjendet duke pjestuar amplitudë me $\sqrt{2}$:

$I_m / \sqrt{2} = U_m / \sqrt{2} R$, prej ku $I = U / R$ (ligji i Ohmit për qarkun e rrymës alternative me R).

Fuqia e çastit jepet nga formula $p = ui$. Duke zëvendësuar vlerat e u dhe i kemi ekuacionin e fuqisë së çastit: $p = U_m \sin \omega t \cdot I_m \sin \omega t = U_m I_m \sin^2 \omega t$ ose $p = P_m \sin^2 \omega t$, ku $P_m = U_m I_m$ është fuqia maksimale.

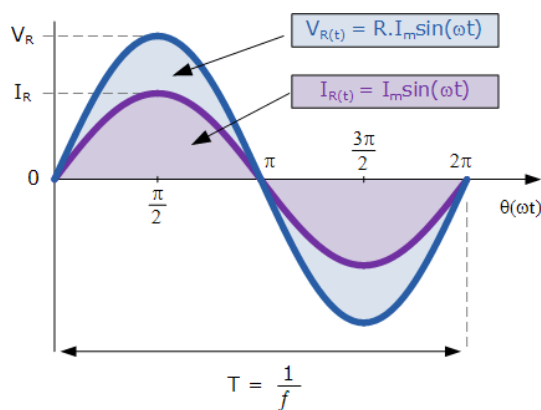


Fig. 33. Paraqitja grafike e rrymës dhe tensionit në qarkun me rezistencë aktive

5.2. Qarqet e thjeshta RC dhe RL

Një qark rezistencë - kondensator (RC), është një qark elektrik i përbërë nga resistorë dhe kondensatorë, të drejtuar nga një tension ose burim rryme aktual. Një qark RC i rangut të parë përbëhet nga një rezistencë dhe një kondensator dhe është lloji më i thjeshtë i qarqeve RC.

Një qark rezistencë-induktor (RL) përbëhet nga një rezistencë dhe një induktor, në seri apo në paralel, nxitur nga një burim tensioni.

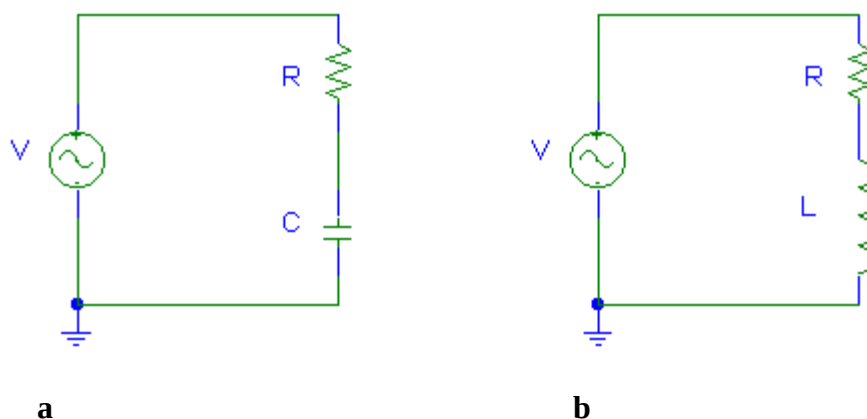


Fig. 34. Qarqe RC dhe RL në seri

Në fig. 35 më poshtë paraqitet diagrami vektorial i qarkut RC.

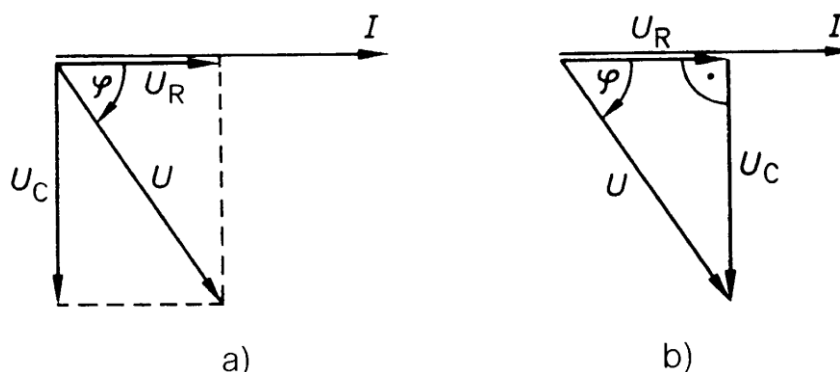


Fig. 35 Diagrami vektorial i qarkut RC.

Tensioni aktiv në rezistencën R do të jetë në përputhje faze me rrymën : $U_a = IR$. Tensioni në kapacitet do të jetë $U_c = I (I / \omega C)$. Tensioni resultant në R dhe C do të jetë:

$$U = \sqrt{U_a^2 + U_c^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_c)^2} = I \sqrt{R^2 + X_c^2} = IZ, \text{ prej nga } I = U / Z.$$

Madhësia Z quhet rezistencë e plotë e qarkut dhe matet me om.

Fuqia aktive e qarkut jepet me formulën $P = UI \cos \varphi$, ndërsa fuqia reaktive merret nga formula $Q = UI \sin \varphi$.

Në qarqet RL, llogaritja e madhësive të ndryshme të qarkut bëhet nëpërmjet vlerave efektive të rrymës dhe të tensionit. Nëse I është vlera efektive e rrymës sinusoidale që kalon në qark, atëherë vlera efektive e tensionit do të jetë $U_a = IR$. Ky quhet tension aktiv. Tensioni në

induktivitete do të jetë $U_L = I\omega L = IX_L$ dhe ky quhet tension reaktiv.

Tensioni resultant në skajet e qarkut sipas diagramit vektorial, do të jetë:

$$U = \sqrt{U_a^2 + U_L^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L)^2} = I \sqrt{R^2 + X_L^2} = IZ, \text{ prej nga } I = U / Z.$$

Madhësia Z quhet rezistencë e plotë ose e dukshme e qarkut dhe matet me ohm.

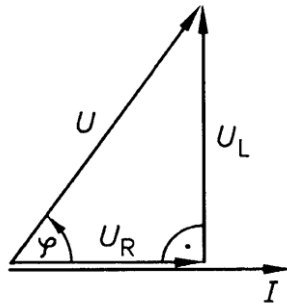


Fig. 36. Diagrami vektorial i qarkut RL

Fuqia aktive e qarkut jepet me formulën $P = UI \cos \varphi$, ndërsa fuqia reaktive merret nga formula $Q = UI \sin \varphi$.

Më poshtë jepet paraqitja grafike e I, U , dhe P për qarqet RC dhe RL

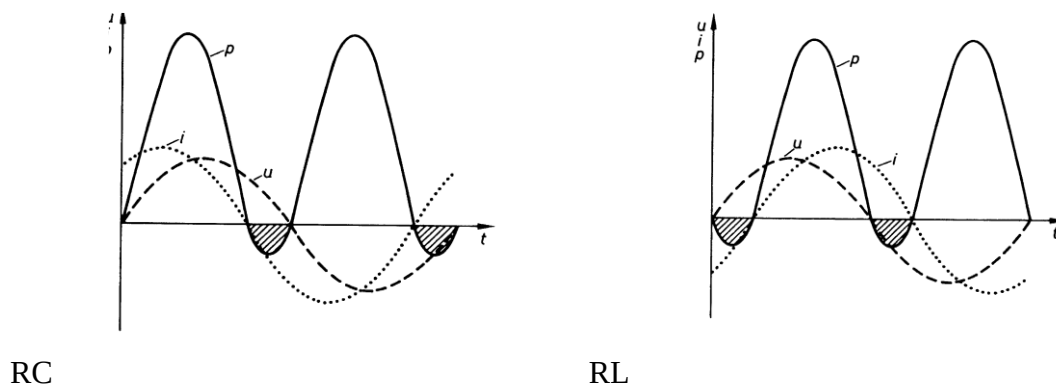


Fig. 37. Paraqitja grafike e rrymës, tensionit dhe fuqisë për qarqet RC dhe RL

5.3. Qarqet e thjeshta të rrymës alternative RLC (seri)

Një qark RLC është një qark elektrik i cili përbëhet nga një rezistencë, një induktor, dhe një kondensator, të lidhur në seri apo në paralel. Qarku krijon lëkundje harmonike të rrymës dhe bën rezonancë të ngjashme me atë të një qarku LC. Dallimi kryesor qëndron në faktin se prania e rezistencës bën që çdo luhajtje e detyruar në qark do të shuhet me kalimin e kohës nëse nuk furnizohet nga një burim. Ky efekt i rezistencës quhet fikje. Prania e rezistencës gjithashtu redukton disi frekuencën e kulmit të rezonancës. rezistenca është e pashmangshme në një qark real, edhe në qoftë se në të nuk është përfshirë si një komponent i veçantë një rezistencë. Një qark LC i pastër, ideal, është një abstraksion për qëllim të teorisë.

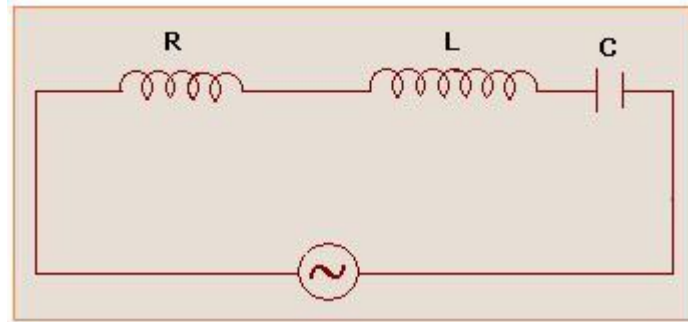


Fig. 38. Skema e një qarku RLC

Rryma I në çdo pjesë të qarkut është e njëjtë. Tensioni aktiv në R është $U_a = IR$, tensioni induktiv në L është $U_L = I\omega L = IX_L$, ndërsa tensioni kapacitiv në C është $U_C = I(1/\omega C) = IX_C$. Tensioni resultant, sipas diagramit vektorial është :

$$U = \sqrt{U_a^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L - IX_C)^2} = I \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = IZ, \text{ prej ku } I = U/Z$$

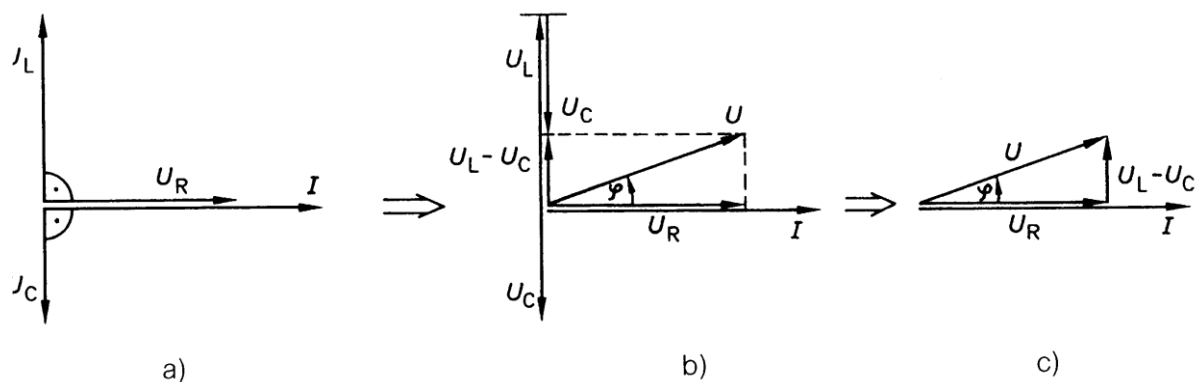


Fig. 39. Diagramet vektoriale të qarkut RLC

Fig.a - Diagrami vektorial i qarkut RLC kur $X_L = X_C$

Fig.b - Diagrami vektorial i qarkut RLC kur $X_L > X_C$

Fig.c - Diagrami vektorial i qarkut RLC kur $X_L < X_C$

Në rastin kur $X_L > X_C$ kemi $Z = \sqrt{R^2 + ((X_L - X_C)^2)}$ dhe $\sin\phi = (X_L - X_C) / Z$, $\cos\phi = R / Z$, $\tan\phi = (X_L - X_C) / R$.

Gjithashtu, $\sin\phi = (U_L - U_C) / U$, $\cos\phi = U_R / U$ dhe $\tan\phi = (U_L - U_C) / U_R$

Në rastin kur $X_L < X_C$ kemi $Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$ dhe $\sin\phi = (X_C - X_L) / Z$, $\cos\phi = R / Z$, $\tan\phi = (X_C - X_L) / R$.

5.4. Qarqet e degëzuara me rezistenca të thjeshta

5.4.1. Qarku me dy degë paralele

Nëqoftëse në qarkun e përbërë nga dy degë paralele, në secilën prej të cilave ka një rezistencë aktive dhe reaktive, do të zbatohet një tension sinusoidal, atëherë në çdo degë do të

kalojë njëm rrymë sinusoidale. Meqënëse tensioni i zbtuar në të dy degët është i njëjtë, vlerat efektive të rrymave do të jenë:

$$I_1 = U / Z_1 \text{ dhe } I_2 = U / Z_2 \text{ ku } Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_1^2} \text{ dhe } Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_2^2} \text{ janë}$$

rezistencat e plota të degëve paralelele.

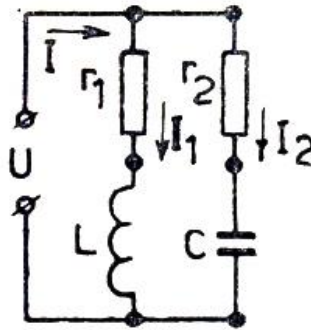


Fig. 40. Qarku me dy degë paralele me rezistencë aktive dhe reaktive

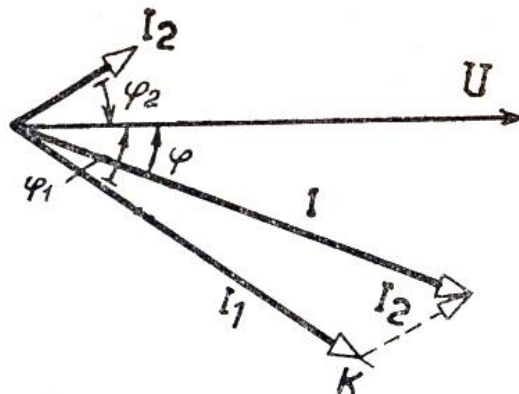


Fig. 41. Diagrami vektorial i qarku me dy degë paralele me rezistencë aktive dhe reaktive

Rryma I_1 në degën e parë është në vonesë faze kundrejt tensionit me këndin ϕ_1 sepse qarku i kësaj dege përbëhet prej rezistencës aktive dhe induktive, ndërsa rryma I_2 është në përparim faze kundrejt tensionit me këndin ϕ_2 sepse qarku i degës së dytë përbëhet nga rezistenca aktive dhe kapacitive. Tangentet e këtyre këndeve jepen nga formulat:

$\text{tg } \phi_1 = X_1 / R_1$ dhe $\text{tg } \phi_2 = -X_2 / R_2$. Siç duket edhe nga diagrami vektorial në figurën më

sipër, vlera e rrymës I në pjesën e padegëzuar të qarkut është $I = I_1 + I_2$.
Sipas teoremës së kosinusit, nga ΔOKM kemi:

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + 2 I_1 I_2 \cos (\phi_1 - \phi_2)}.$$

Fuqitë aktive, reaktive dhe të plota për gjithë qarkun jepen nga formulat: $P = U I \cos \phi$;
 $Q = U I \sin \phi$ dhe $S = UI$.

5.4.2. Qarqet e degëzuara me rezistenca thjesht reaktive

Llogaritja e qarqeve të degëzuara që përmbajnë rezistenca thjesht reaktive është më e thjeshtë. Në qarkun e fig. më poshtë i përbërë nga tri degë paralele ku në dy të parat kemi rezistenca induktive X_1 dhe X_2 dhe në degën e tretë rezistencën kapacitive X_3 , rryma në çdo degë paralele do të jetë:

$$I_1 = U / X_1 = U / \omega L_1; I_2 = U / X_2 = U / \omega L_2; I_3 = U / X_3 = U / \omega L_3.$$

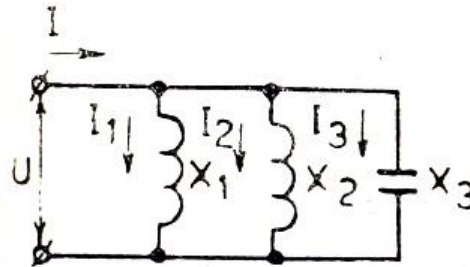


Fig. 42. Qarku i degëzuar me rezistenca aktive

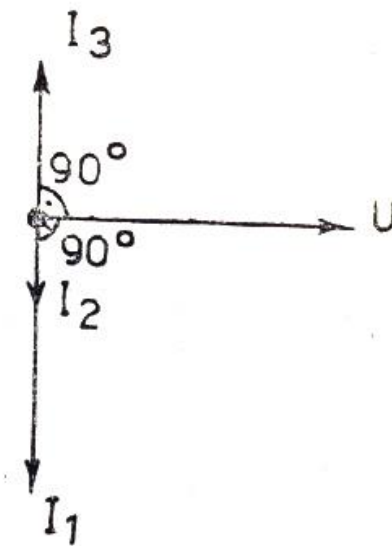


Fig.43. Diagrami vektorial i qarkut me rezistenca aktive

Rrymat në degët me L do të jenë me vonesë faze 90° kundrejt tensionit, kurse në degën me C janë me përparim faze 90° , siç tregohet edhe në diagramin vektorial të fig. më sipër.

Rryma në pjesën e përgjegjëzuar të qarkut do të jetë sa shuma algjebrike e tyre, pasi ato kanë të njëjtin drejtim, pra $I = I_1 + I_2 + (-I_3)$. Duke zëvendësuar rrymat me formulat përkatëse të ligjit të Ohmit, do të kemi: $U / X = U / X_1 + U / X_2 + U / (-X_3)$, prej nga, duke faktorizuar dhe thjeshtuar marrim $1 / X = 1 / X_1 + 1 / X_2 + 1 / (-X_3)$, ku X është rezistenca reaktive e njëvlershme e gjithë qarkut.

5.4.3. Qarku me lidhje të përzier të rezistencave aktive dhe reaktive

Në fig. më poshtë, paraqitet një qark me lidhje të përzier të rezistencave aktive dhe reaktive.

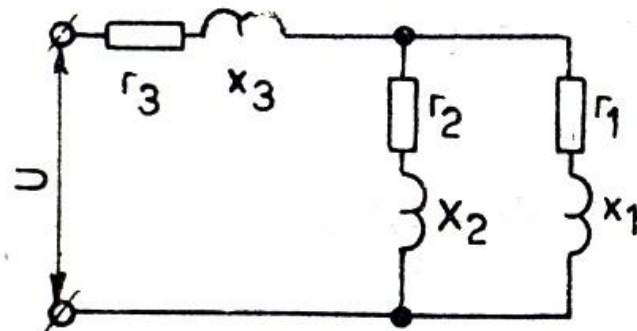


Fig. 44. Qarku me lidhje të përzier të rezistencave aktive dhe reaktive

Llogaritja e I dhe U në pjesët e qarkut, mund të bëhet duke zëvendësuar pjesët e degëzuara të qarkut të përbëra nga dy (ose disa) degë paralele, me një pjesë të njëvlerëshme me pjesën e padegëzuar (fig.).

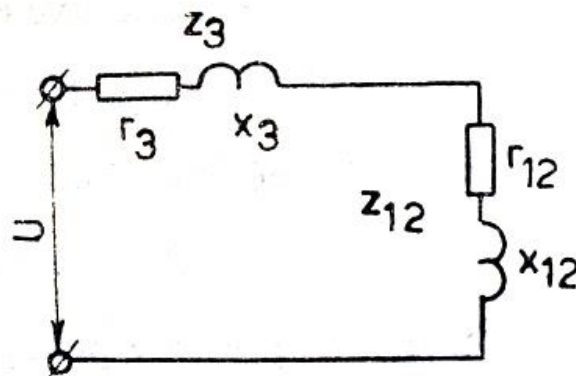


Fig. 45. Qarku i njëvlerëshëm i lidhjes së pjesëve të rezistencave aktive dhe reaktive

Rezistencat e njëvlerëshme aktive dhe reaktive të pjesëve të degëzuara do të jenë ;
 $R_{12} = g_{12} Z_{12}^2$ dhe $X_{12} = b_{12} Z_{12}^2$ (g dhe b janë përcjellshmëritë aktive dhe reaktive të degëve).

Më tej, qarkun e padegëzuar të fi. E zëvendësojmë me një qark të njëvlerëshëm me një rezistencë Z (fi.).

Rezistenca e plotë do të jetë $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$. Rryma në qark dhe rrjedhimisht edhe rryma në rezistencën Z_3 (fig.) është $I = I_3 = U / Z$. Kjo rrymë është e zhvendosur ndaj tensionit me këndin $\text{tg}\phi = X / R$.

Për degën e parë paralele kemi: $I_1 = U_1 / Z_1 = U_1 / \sqrt{R_1^2 + X_1^2}$ dhe $\text{tg}\phi_1 = X_1 / R_1$. Po ashtu,

edhe për degën e dytë paralele do të kemi $I_2 = U_2 / Z_2 = U_2 / \sqrt{R_2^2 + X_2^2}$ dhe $\text{tg}\phi_2 = X_2 / R_2$. Fuqitë aktive dhe reaktive të çdo pjese të qarkut dhe për gjithë qarkun do të jenë:

$$P_1 = U_1 I_1 \cos \phi_1, P_2 = U_2 I_2 \cos \phi_2, P_3 = U_3 I_3 \cos \phi_3, P = P_1 + P_2 + P_3 \text{ ose } P = UI \cos \phi$$

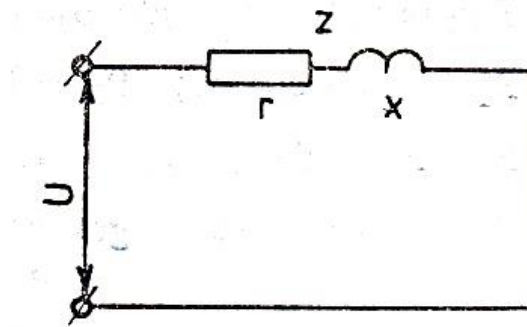


Fig. 46. Qarku i njëvlershëm i lidhjes së pjesëve të rezistencave aktive dhe reaktive

Në fig. 47. më poshtë jepet diagrami vektorial i qarkut me lidhje të përzier të rezistencave aktive dhe reaktive.

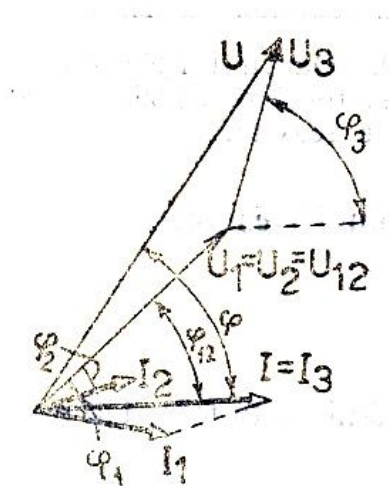


Fig. 47. Diagrami vektroial i qarkut me lidhje të përzier të rezistencave aktive dhe reaktive

5.5. Rezonanca në qarkun RLC

Një veti e rëndësishme e këtij qarku është aftësia e tij për të pasur rezonancë në një frekuencë të caktuar, të ashtuquajturën frekuencën rezonancë, f_0 . Frekuencat janë të matur në njësitë e Hertz. Megjithatë, shpesh përdoret frekuenca këndore ω_0 , si më e përshtatshme matematikisht. Kjo matet në radian për sekondë. Ato lidhen me njëra-tjetrën me anë të formulës $\omega_0 = 2 / \pi f_0$. Rezonanca ndodh sepse energjia në qark është ruajtur në dy mënyra të ndryshme : në një fushë elektrike meqë kondensatori është ngarkuar dhe në një fushë magnetike meqënëse rryma rrjedh nëpër induktor. Energjia mund të transferohet nga njëri te tjetri brenda qarkut dhe kjo mund të jetë oshiluese. Frekuenca rezonancë përkufizohet si frekuenca në të cilën rezistenca e plotë e qarkut është minimale. Në mënyrë ekuivalente, ajo mund të përcaktohet

edhe si frekuenca ku rezistenca është tërësisht reale. Kjo ndodh për shkak se rezistenca e induktorit dhe ajo e kondensatorit në rezonancë janë të barabarta, por me shenja të kundërta dhe për këtë arsye ato anullojnë njëra tjetrën. Qarqet ku L dhe C janë në paralel, ndryshe nga ata ku ato janë në seri, kanë më tepër një rezistencë të plotë maksimale se sa një rezistencë të plotë minimale. Për këtë arsye ata janë përshkruar shpesh si antirezonues, e megjithatë është e zakonshme që frekuenca në të cilën ndodh kjo dukuri të konsiderohet si frekuenca rezonancë.

Në qarkun e rastit **a** kemi $\omega_0 = 1 / \sqrt{LC}$, ndërsa në qarkun e rastit **b** kemi $\omega_0 \approx 1 / \sqrt{LC}$

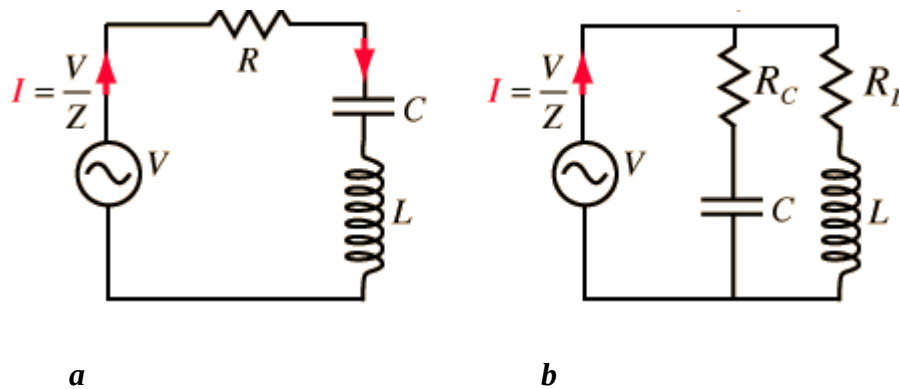


Fig. 48. Qarqe RLC në rezonancë

- a) *Rezonancë në seri – minimum i rezistencës në frekuencën e rezonancës*
- b) *Rezonancë në paralel - maksimumi i rezistencës në frekuencën e rezonancës*

Rezonanca në seri - Rezonancë e një qark RLC në seri ndodh kur reactanca induktive dhe kapacitive janë të barabarta në madhësi, por anullojnë njëra-tjetrën për shkak se ato janë të 180 gradë ndryshim në fazë. Pra, kur kemi $X_L = X_C$, atëherë frekuenca këndore e rrymës alternative që lind në qark është $\omega_0 = 1 / \sqrt{LC}$. Në këtë rast frekuenca e rrjetit ω përputhet me frekuencën e lëkundjeve vetjake të qarkut ω_0 . Kjo dukuri quhet **rezonanca në qarkun në seri ose rezonanca e tensioneve**.

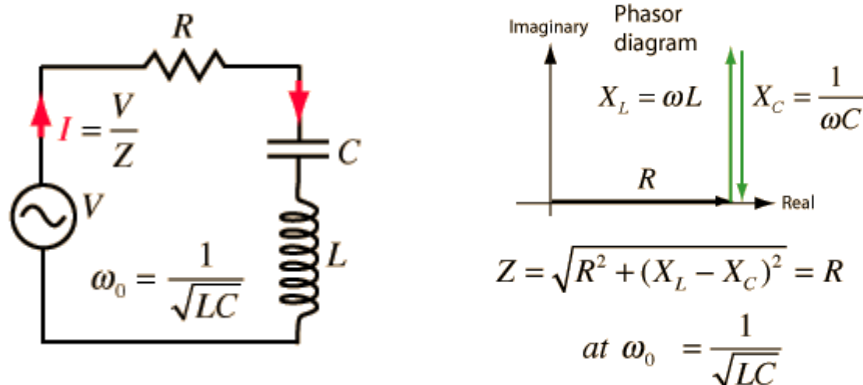


Fig. 49. Rezonanca e një qarku RLC në seri

Rezonanca paralele - Rezonanca e një qarku paralel RLC është pak më shumë e ngatërruar se sa rezonanca seri. Frekuenca e rezonancës mund të përkufizohet në tre mënyra të ndryshme, të cilat konvergojnë në të njëjtën shprehje si frekuenca e rezonancës seri në qoftë se rezistenca e qarkut është e vogël.

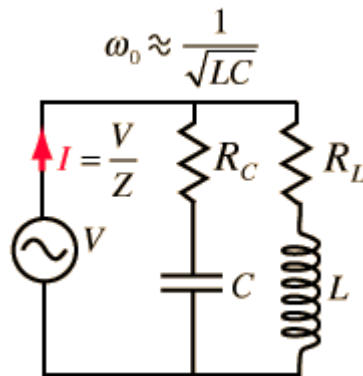


Fig. 50. Qark në rezonancë paralele

Në rastin kur $I_C = I_L$ diagrami vektorial i rezonancës paralel paraqitet si në figurën më poshtë:

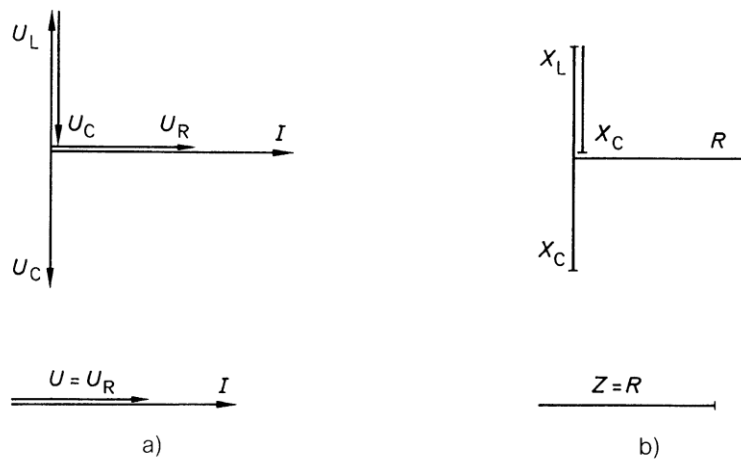


Fig. 51. Diagrami vektorial i rezonancës paralel kur $I_C = I_L$

Në rastet kur $I_C > I_L$ dhe $I_C < I_L$ kemi paraqitjet e mëposhtëme të diagramit vektorial.

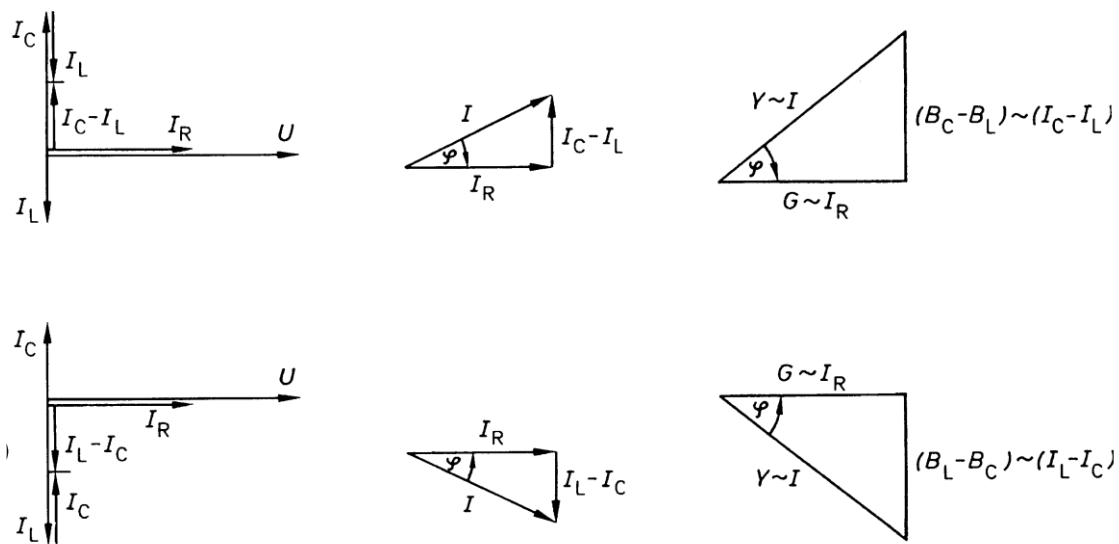


Fig. 52. Diagramet vektoriale të rezonancës paralel kur $I_C > I_L$ dhe $I_C < I_L$

Tema mësimore 6. Njohuri mbi fushën magnetike

Fusha magnetike është një formë e veçantë e materies që karakterizohet nga forca që vepron mbi ngarkesën elektrike të lëvizshme që është në përpjestim të drejtë me ngarkesën dhe shpejtësinë e lëvizjes së saj. Ajo krijohet rreth ngarkesave të lëvizshme; rreth përcjellësit me rrymë; brenda dhe jashtë trupave të magnetizua. Sipas llojit të rrymës mund të jetë e ndryshueshme dhe e pandryshueshme. Vektori fushë magnetike $\mathbf{B}$ është madhësia që karakterizon dendësinë e fushës magnetike. Është karakteristika kryesore e fushës magnetike. Në sistemin SI vektori fushë magnetike matet me Tesla [T].

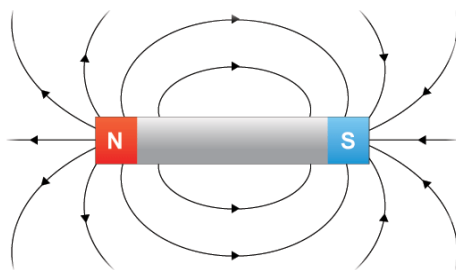


Fig.53

6.1. Ligji i Amperit

Rreth përcjellsave me rrymë krijohen fusha magnetike të cilat bashkëveprojnë midis tyre. Forcat e bashkëveprimit përcaktohen sipas ligjit të Amperit i cili shprehet:

Forca e bashkëveprimit midis dy përcjellsave me rrymë është në përpjestim të drejtë me rrymat I_1 , të përcjellësve; gjatësitë l_1 , të tyre; përkthueshmërinë magnetike dhe në përpjestim të zhdrejtë me katrorin e largësisë së tyre, dhe nga këndi midis largësisë R të tyre me elementin njësi në studim. Analitikisht shprehet me formulën:

$$F = (\mu I_1 I_2 l_2 / 4 \pi R^2) \sin \alpha$$

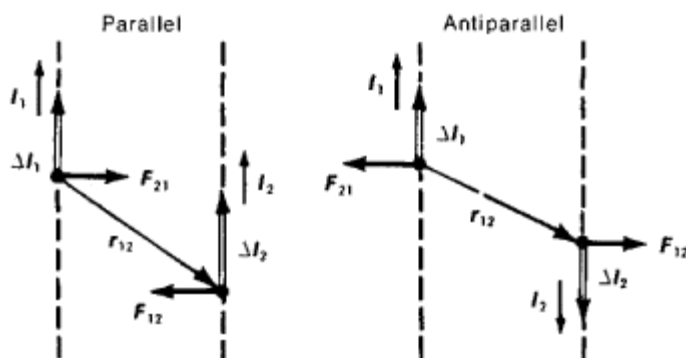


Fig. 54

Raporti i kësaj force me prodhimin e rrymës me gjatësinë e përcjellësit të dytë (apo të parë)

I_2 (I_1) përfaqëson vektorin fushë magnetike të përcjellësit me rrymë të parë (apo të dytë) pra do të kemi:

$$\mathbf{B} = \mathbf{F} / I_2 l_2 = (\mu I_1 I_2 / 4 \pi R^2) \sin \alpha$$

Njësia matëse është T (tesla).

Drejtimi i vektorit fushë magnetike përputhet me atë të pingules së hequr mbi rrafshin që përmban elementin $d\mathbf{l}$ dhe pikën A dhe si kah ka kahun e turjelës dhe varet nga kahu i rrymës.

6.2. Vijat e fushës magnetike

Vijat e fushës magnetike paraqesin grafikisht fushën magnetike. Ato janë të tilla që tangentja në çdo pikë të saj përputhet me drejtimin e vektorit fushë magnetike $\mathbf{B}$. Për përcjellsa me forma të ndryshme janë të ndryshme.

Për përcjellsin drejtëvizor, vijat e fushës magnetike janë rrathë bashkëqendrorë me qendër përcjellësin dhe shtrihen në rrafshin pingul me të. Kahu gjendet me rregullën e turjelës dhe të dorës së djathtë siç paraqitet në figurën më poshtë.

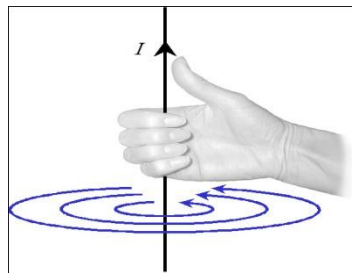


Fig.55. Vijat e fushës magnetike për përcjellësin drejtëvizor

Për llogaritjen e fushës magnetike në qendër të përcjellësit rrethor përdoret formula

$$B = \mu_0 I / 2\pi r$$

Për bobinën cilindrike:

Bobina, gjatësia e së cilës është shumë më e madhe se diametri i saj, quhet cilindrike. Në figurën 48 më poshtë paraqitet grafikisht fusha magnetike e saj. Brenda bobinës vijat e fushës janë vija paralele të baraslarguara, ndërsa në skaje dhe jashtë saj të lakuara. Aty ku vijat e fushës dalin, krijohet poli veri (V), kurse në anën tjetër është poli jug (J). Fusha magnetike e një bobine është e njëjtë me atë të një magneti të përhershëm



Fig.56. Fusha magnetike e bobinës cilindrike

Për bobinën unazore (toroidale).

Quhet unazore sepse përcjellësi mbështillet në bërthamë unazore. Fusha magnetike e saj paraqitet me rrathë bashkëqëndror me qendër në qendrën e unazës dhe të barazlartuar dhe shtrihen vetëm brenda bobinës. Kahu gjendet me rregullën e turjelës (fig. 57).

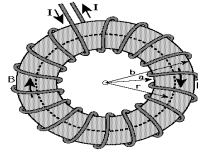


Fig.57. Fusha magnetike e bobinës unazore

6.3. Përshkueshmëria magnetike

Përshkueshmëria magnetike quhet madhësia që karakterizon vetitë dhe ndikimin e mjedisit mbi fushën magnetike.

Përshkueshmëria magnetike e një mjedisi të çfarëdoshëm quhet absolute. Ajo matet me Henri/metër (H/m) dhe shënohet me simbolon “ μ ”.

Përshkueshmëria magnetike e boshllëkut shënohet me μ_0 , ka vlerë $4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m. Raporti i përshkueshmërisë magnetike absolute me atë të boshllëkut quhet përshkueshmëria magnetike relative, shënohet me μ_r dhe shprehet me formulën:

$$\mu_r = \mu / \mu_0 = B / B_0$$

Përshkueshmëria magnetike relative tregon sa herë më e madhe apo më e vogël është përshkueshmëria absolute e mjedisit, nga ajo e boshllëkut. Në varësi të vlerës së μ_r materialet klasifikohen në:

- Materiale diamagnetikë ($\mu_r < 1$) si bakri, argjendi etj.
- Materiale paramagnetikë ($\mu_r > 1$) si ajri, alumini, magnezi etj.
- Materiale ferromagnetikë ($\mu_r \gg 1$) hekuri, kobalti, nikeli etj.

Për efekt llogaritjesh, përshkueshmëria magnetike relative e dy grupeve të para merret 1

6.4. Fusha magnetizuese (fluksi i vektorit fushë magnetike)

Fusha magnetizuese është shkaku i lindjes së fushës magnetike. Ajo merr parasysh vetëm ndikimin e rrymës dhe formën e përcjellesit. Është madhësi llogaritëse pasi nuk merr parasysh ndikimin e mjedisit. Shënohet me **H**, njësia matëse e saj është A/m (Amper/metër)

Fusha magnetizuese H dhe fusha magnetike B janë vektorë të drejtuar sipas kahut të veprimit të fushës. Midis moduleve të këtyre vektorëve egziston lidhja:

$$B = \mu H$$

Fusha magnetike është e barabartë me prodhimin e fushës magnetizuese, që vëret nga rryma dhe forma e përcjellesit, me përshkueshmërinë magnetike absolute që varet nga mjedisi.

Është vërtetuar që fusha magnetizuese në qendrën e përcjellsit rrethor llogaritet me formulën: $H = I/D$ ku I- rryma në përcjellës në A (Amper), D- diametri i përcjellesit në m (meter)

Fluksi magnetik

Fluksi magnetik është numri i vijave të fushës magnetike që kalojnë nëpër një sipërfaqe të vendosur në një fushë magnetike (figura 58).

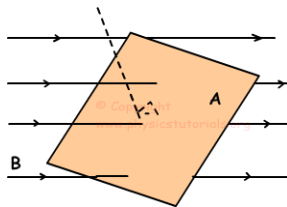


Fig.58. Fluksi magnetik

Fluksi magnetik shënohet me shkronjën greke Φ dhe njësia matëse është Weber (wb) . Ne e gjejmë atë me formulën $\Phi = BA \cos \theta$, ku Φ është fluksi magnetik, B është fusha magnetike dhe θ është këndi që formojnë vijat e fushës magnetike me sipërfaqen.

Në dy figurat e mëposhtme tregohen dy gjendje të ndryshme të këndit të fluksit magnetik.

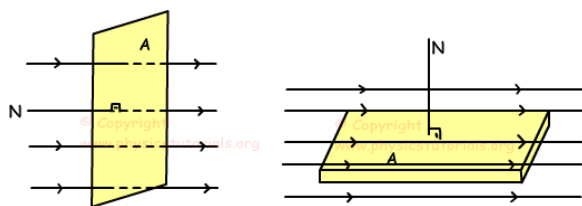


Fig. 59. Dy gjendje të ndryshme të këndit të fluksit magnetik

Në rastin e parë, vijat e fushës magnetike janë pingule me sipërfaqen, kështu që këndi që formojnë vijat e fushës magnetike me planin e sipërfaqes A , është 0 dhe në këtë rast $\cos \theta = \cos 0 = 1$. Formula e mësipërme mer formën $\Phi = BA$.

Në figurën e dytë, këndi ndërmjet pingules së hequr mbi sipërfaqen A dhe vijave të fushës magnetike është 90° prandaj kemi $\cos \theta = \cos 90^\circ = 0$ dhe ekuacioni i fluksit magnetik bëhet $\Phi = BA \cos 90^\circ = BA \cdot 0 = 0$.

6.5. Ligji irrymës së plotë. Forca magnetomotore (f.m.m)

Ligji i rrymës së plotë

Nëqoftë se në një sipërfaqe S që përshkohet nga disa përcjellës me rrymë me kah të përcaktuar, do të pranojmë si kah pozitiv të rrymës atë që hyn në sipërfaqen S dhe si kah negativ atë që del nga sipërfaqja, atëherë vërtetohet se rryma e plotë që përshkon sipërfaqen S është e barabartë me shumën algjebrike të rrymave që përshkojnë këtë sipërfaqe.

Pra : $\Sigma I = I_1 + I_2 - I_3$. Ligji irrymës së plotë shprehet me formulën $\Sigma I = H_l$

Forca magnetomotore

Ligji i rrymës së plotë , për një bobinë me spira jepet me formulën $\Sigma I = IW$.

Prodhimi i rrymës në bobinë me numrin e spirave të saj quhet force magnetomotore f.m.m, e cila jepet me formulën $F_m = IW$. Njësia matëse e saj është As (amper spira).

Për llogaritjet teknike, përdoret formula e cila jep lidhjen midis f.m.m dhe ligjit të rrymës së

plotë: $\Sigma I = IW = H l$ ose $H/I = W/l$.

6.6. Fusha magnetike e përcjellsit të drejtë me rrymë

Për të llogaritur fushën magnetike të përcjellsit të drejtë me rrymë paraqiten dy raste:

a) Llogaritja e fushës magnetike në largësi x jashtë përcjellsit, ku me largimin nga përcjellsit fusha magnetike dobësohet dhe anasjelltas. Në këtë rast përdoret formula

$$\Sigma I = I = H l \text{ ku } (l = 2\pi x)$$

b) Llogaritja e fushës magnetike brenda përcjellsit, ku arsyetohet si më sipër, vetëm se largësia x është më e vogël se rrezja e përcjellsit dhe rryma më e vogël se ajo e plotë ($x < r$). Në bazë të ligjit të rrymës së plotë, rryma në atë pjesë të seksionit që studjojmë është:

$$I' = I x^2 / r^2$$

Atëherë fusha magnetike do të llogaritet me formulën $B = \mu I' / 2\pi r^2$.

Fusha magnetike arrin vlerën maksimale të saj në sipërfaqen e përcjellsit dhe vlerën minimale (zero) në qendër të tij ($x = r$).

5.7. Fusha magnetike e bobinës

Bobinat që përdoren në praktikë mund të jenë unazore ose cilindrike. Të llogaritim fushën magnetike të bobinës unazore. Kur kemi studiuar këtë bobinë kemi thënë se nga kalimi i rrymës në të krijohet fushë magnetike vetëm brenda bobinës. Vijat e kësaj fushe janë rrathë bashkëqëndrorë me qendër në qendrën e unazës. Jashtë bobinës nuk ekziston fushë magnetike.

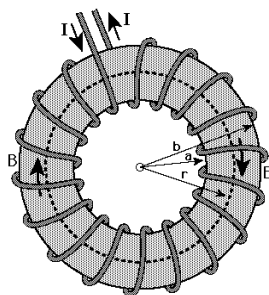


Fig. 60. Fusha magnetike e bobinës

Në pikat brenda unazës me reze $x < R_1$ (rrezja e brendshme) fusha magnetizuese $H=0$, rryma mungon: $\Sigma I=0$

Në pikat jashtë unazës me reze $x > R_2$ (rrezja e jashtme) fusha magnetizuese $H=0$, rryma mungon $\Sigma I=0$.

Në pikat brenda unazës me reze $R_1 < x < R_2$ fusha magnetizuese e ndryshme nga zero në bazë të ligjit të rrymës së plotë shkruajmë:

$$IW = Hl \text{ ose } H = IW / l$$

Për një pikë të çfarëdoshme brenda bobinës, gjatësia $l = 2\pi x$ kështu $H = IW / 2\pi x$.

Fusha magnetike në bobinën cilindrike ka vlerë maksimale në pikat brenda saj në largësi $x = R_1$ dhe minimale në pikat me largësi $x = R_2$.

Bobina cilindrike mund të studjohet si pjesë e bobinës unazore me rreze shumë të madhe në të cilën përshtjellat janë përqendruar në një pjesë të bërthamës së saj me gjatësi l' . Në këto kushte, fusha magnetizuese do të llogaritet me formulën $H = IW' / l'$, ku W' është numri i spirave në pjesën që po studjojmë.

6.7.1. Induktiviteti i një bobine

Induktiviteti është parametri që karakterizon bobinën dhe shënohet me L . Në rastin një bobine me W spira, gjatësi l dhe seksion S , që ndodhet në një mjedis joferromagnetik dhe pa bërthamë ferromagnetike, induktiviteti magnetik L llogaritet me anë të formulës:

$$L = M_{ws} / L$$

Vëmë re se në këtë rast induktiviteti varet nga parametrat konstruktivë të bobinës dhe jo nga rryma në të. Për një bobinë të dhënë, induktiviteti është madhësi konstante.

Pra kur duam induktivitet të madh këshillohet përdorimi i një bërthame Fe të pangopur.

6.7.2. Induktiviteti i ndërsjelltë

Nëqoftëse dy bobina me rrymë vendosen pranë njëra tjetrës, atëherë një pjesë e fluksit të njëjës bobinë pret spirat e tjetrës dhe anasjelltas. Në këtë mënyrë, formohet fluksi i ndërlidhur ndërmjet pjesës së fluksit të njëjës bobinë dhe spirave të bobinës tjetër. Për bobinën e parë ky

fluks shënohet $\psi_{12} = \Phi_{12} W_2$; ndërsa për bobinën e dytë do të kemi $\psi_{21} = \Phi_{21} W_1$

(ku ψ_{12} dhe ψ_{21} janë respektivisht pjesë të fluksit të parë dhe të dytë që presin përkatësisht spirat e bobinës së dytë dhe të parë).

Nëqoftëse bobinat ndodhen në mjedis joferromagnetik dhe nuk kanë bërthamë, atëherë flukset e ndërlidhur pjesorë janë në përpjestim të drejtë me rrymat e tyre, dhe kjo shprehet me anë të formulave të mëposhtme:

$$\psi_{12} = M_{12} I_1 \quad \psi_{21} = M_{21} I_2$$

Ku M_{12} dhe M_{21} janë koeficientë përpjestimi të barabartë mes tyre. Ky koeficient shënohet me M dhe quhet *induktiviteti i ndërsjelltë i dy bobinave*; njësia matëse e tij është Henri [H].

Bobinat e lidhura nëpërmjet fluksit quhen të lidhura magnetikisht. Lidhja manjetike mes bobinave vlerësohet nëpërmjet koeficientit të lidhjes (çiftimit) K . Ai llogaritet me anë të formulës:

$$K = M / \sqrt{L_1 L_2}$$

6.8. Fusha magnetike në mjedis ferromagnetik

Materialet ferromagnetike përbëhen nga zona të vogla magnetike të çrregullta, në formën e magnetëve dypolarë. Në mungesë të fushës së jashtme magnetike forcat magnetike kompesohen dhe fusha magnetike në trup është zero. Nëqoftëse një material i tillë vendoset në fushë magnetike, atëherë ai do të magnetizohet. Nën veprimin e fushës së jashtme, magnetët elementarë orientohen sipas fushës, në mënyrë që në njërin skaj formohet një pol dhe në tjetrin poli kundërt. Trupi del i polarizuar duke formuar fushën e vet magnetike. Rritja e fushës së jashtme sjell edhe rritjen e fushës së brendshme.

Kur drejtimi i fushës magnetike të magnetizimit përputhet në të gjitha pikat me drejtimin e fushës magnetike të jashtme, arrihet ajo që quhet *fusha magnetizuese e ngopjes*. Fusha magnetike në mjedisin ferromagnetik përcaktohet si shumë e fushës së jashtme B_0 dhe asaj të brëndshme B_b .

Pra, kemi: $B = B_0 + B_b$

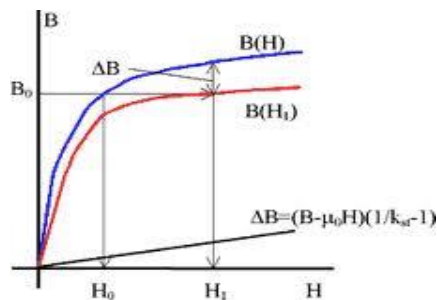


Fig. 61. Vija e magnetizimit $B(H)$.

Në figurën 61 paraqitet grafikisht kjo varësia midis B dhe H nëpërmjet vijës që quhet *vija e magnetizimit*, $B(H)$.

Vija e magnetizimit përbëhet nga tre pjesë kryesore:

- a) pjesa OA e cila është pjesa në të cilën fusha magnetike rritet në përpjestim të drejtë me fushën magnetizuese.
- b) pjesa AB e cila është pjesa në të cilën rritja e fushës magnetike ngadalësohet (quhet ndryshe edhe gjuri i karakteristikës), dhe
- c) pjesa mbi B, tek e cila vërehet rritje e dobët e fushës (ndodh ngopja, pra magnetizimi i plotë i materialit).

Duhet theksuar se çdo material ferromagnetik ka vijën e vet të magnetizimit.

6.9. Vija e magnetizimit fillestar . Cikli i histerezias.

Nëqoftëse një material ferromagnetik i pamagnetizuar më parë, magnetizohet deri në vlerën maksimale, atëherë përftohet vija $B(H)$ që quhet vija e magnetizimit fillestar (fig.62).

Nëse zvogëlojmë fushën magnetike të jashtme, atëherë materiali do të çmagnetizohet. Vëmë re se çmagnetizimi nuk ndodh sipas së njëjtës vijë me magnetizimin. Vija e çmagnetizimit do të jetë më lart se ajo e magnetizimit, sepse procesi i çmagnetizimit mbetet pas atij të magnetizimit.

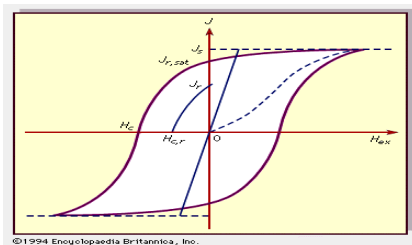


Fig. 62. Vija e magnetizimit fillestar

Dukuria e vonesës së ndryshimit të fushës magnetike nga ndryshimi i fushës magnetizuese quhet histerezis magnetik.

Vëmë re se kur H është zero, B është e ndryshme nga zero. Fusha magnetike ruan një vlerë B_{mb} që quhet *fusha magnetike mbetëse*.

Për të çuar në zero fushën magnetike të trupit, duhet të ndryshohet kahu i fushës magnetizuese. Madhësia e fushës magnetizuese që nevojitet për të zhdukur fushën magnetike mbetëse, quhet *forcë kohercitive* H_{koer} . Kur fusha magnetizuese rritet mbi forcën kohercitive, atëherë edhe fusha magnetike rritet përsëri, por me kah të kundërt. Në këtë rast rifillon magnetizimi dhe materiali magnetizohet deri në ngopje me polaritet të kundërt.

Vija e mbyllur e varësisë së fushës magnetike nga ajo magnetizuese për dy cikle magnetizimi quhet **nyje histerezis**. Vendi gjeometrik i majave të nyjeve të veçanta të histerezisit quhet vija kryesore e magnetizimit.

6.10. Qarku magnetik. Rezistenca magnetike

6.10.1. Klasifikimi i qarkut magnetik

Qark magnetik quhet tërësia e trupave dhe mjediseve nëpër të cilët mbyllet fluksi magnetik. Në figurën 55 më poshtë, tregohen forma të ndryshme të qarkut magnetik. Qarqet magnetikë mund të jenë të thjeshtë (si psh. bërthamat e bobinave) dhe të ndërlikuar (si psh. bërthamat makinave elektrike).

Qarqet mund të bëhen prej materialesh të ndryshëm, me gjatësi dhe seksione tërthore të ndryshme.

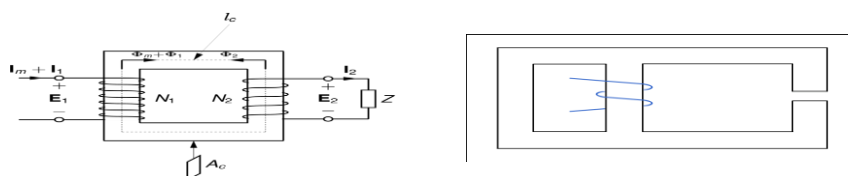


Fig. 63. Qarqe magnetike

Qarku magnetik prej të njëjtit material dhe seksion të njëjtë quhet i njëtrajtshëm.

Qarku magnetik prej materialesh të ndryshëm ferromagnetikë dhe me seksion të ndryshëm quhet qark jo i njëtrajtshëm.

Sipas formës, qarqet ndahen në të degëzuar dhe në të padegëzuar. Në qarkun e padegëzuar fluksi magnetik është konstant në të gjithë seksionet e tij. Domethënë kemi:

$$\Phi = B_i S_i = \text{konst}$$

Për dy seksione çfarëdo kjo shprehje mund të shkruhet:

$$B_1 / B_2 = S_1 / S_2$$

Fushat magnetike në pjese të ndryshme të qarkut magnetik janë në përpjestim të zhdrejtë me sipërfaqet e tyre. Qarqet e degëzuar ndahen në qarqe simetrikë dhe qarqe josimetrikë.

Qarqe të degëzuar simetrikë quhen ato qarqe, ku pjesët e majta dhe të djathta të shtyllave janë të përbëra nga i njëjti material, me gjatësi, seksione dhe forcë magnetomotore të njëjtë.

Për llogaritjen e qarqeve magnetike zbatohet ligji i Ohmit dhe ligjet e Kirkofit.

6.10.2. Rezistenca magnetike

Madhësinë, e cila jepet nga formula $l / \mu S = R_m$ do ta quajmë rezistencë magnetike. Njësia matëse e saj është $[1/H]$. Sa më e madhe të jetë përshkueshmëria magnetike e mjedisit, aq më e vogël është rezistenca e tij dhe anasjelltas. Materialet ferromagnetike kanë rezistencë të vogël. Rezistencën më të madhe magnetike e ka ajri ($\mu = 1$). Për këtë arsye makinat apo aparatet elektrike ndërtohen me hapësira ajrore minimale.

6.10.3. Ligji i Omit për qarkun magnetik

Shprehjet $F_m = \Phi (l / \mu S)$ apo $\Phi = F_m / R_m$ shprehin ligjin e Omit për qarkun magnetik.

Disa parametra kryesorë të qarkut magnetik janë:

- a) Fluksi magnetik Φ
- b) Rezistenca magnetike $R_m = l / \mu S$
- c) Tensioni magnetik $U_m = \Phi R_m$
- d) Forca magnetomotore $F_m = \Phi R_m$

6.10.4. Ligjet e Kirkofit për qarkun magnetik

Për studimin e qarkut magnetik zbatohen dy ligjet e Kirkofit.

Ligji i parë: Shuma algjebrike e flukseve magnetike në nyje është e barabartë me zero.

$$\sum \Phi = 0$$

Nyje quajmë pikën ku kalojnë tre ose më shumë vija të fushës magnetike.

Flukset që drejtohen nga nyja, kanë shenjë plus (+) dhe ata që largohen prej saj shenjën minus (-).

Ligji i dytë: Shuma algjebrike e f.m.m në një kontur magnetik është e barabartë me shumën algjebrike të prodhimeve të flukseve magnetike perkatëse të konturit të dhënë ose me shumën e tensioneve magnetike në pjesë të vecanta të qarkut:

$$\sum I W = \sum U_m$$

6.11. Llogaritja e qarkut magnetik.

6.11.1. Llogaritja e qarkut magnetik të padegëzuar.

Në praktikë për llogaritjen e këtyre qarqeve magnetikë të padegëzuar përdoren metoda grafike dhe metoda grafoanalitike.

Tipet e problemave që paraqiten për zgjidhje janë dy:

a) Problemi i parë ose i drejtë: “Jepen fusha magnetike B (ose fluksi), llojet e materialeve, përmasat e përcjellësve dhe përmasat e hapësirave ajrore. Kërkohet të gjendet forca magnetomotore për të krijuar këtë fushë magnetike”.

b) Problemi i dytë ose i kundërt: Jepet forca magnetomotore, llojet e përcjellësve, përmasat e përcjellësve dhe të hapësirave ajrore. Kërkohet të gjendet fusha magnetike (apo fluksi).

Le të shohim rradhën e punës që ndiqet në të dy tipet e problemeve.

Për problemin e parë:

Shfrytëzojmë ligjin e dytë të Kirkofit për qarkun magnetik, i cili jepet me formulën

$$\sum I W = \sum H_i l_i \quad (\text{ku } i \text{ përfaqëson numrin e elementëve në qark}).$$

Radha e punës do të jetë si vijon:

- Përcaktojmë numrin e elementëve të qarkut magnetik me materiale dhe përmasa të ndryshme
- Përcaktojmë gjatësitë e vijave magnetike mesatare për çdo element të qarkut
- Llogaritim vlerat e fushës magnetike në çdo pjesë të qarkut magnetik.
- Llogaritim vlerat e fushës magnetizuese në çdo pjesë të qarkut magnetik ($H_i = B_i / \mu$) për hapësirën ajrore $H_0 = B_0 / \mu_0$).
- Llogaritim tensionin magnetik në çdo element të qarkut sipas shprehjes: $U_{mi} = H_i l_i$
- Me vlerat e llogaritura paraqesim numerikisht ligjin e dytë të Kirkofit.

Për problemin e dytë

Sipas të dhënave të këtij problemi, njohim forcën magnetomotore, materialet dhe përmasat e elementëve të qarkut magnetik. Kërkohej të gjendet fusha magnetike që krijon kjo forcë magnetomotore. Për zgjidhjen e këtij problemi shfrytëzojmë ligjin e rrymës së plotë për konturin e qarkut magnetik

$$\sum I W = \sum H_i l_i = \sum U_{mi}$$

6.11.2. Llogaritja e qarkut magnetik të degëzuar

Qarqet magnetike mund të jenë simetrike ose josimetrike. Qarku simetrik përbëhet nga dy konture të njëjtë. Kolona e mesit së bashku me bobinën përfshihet në të dy konturet. Fluksi magnetik i kolonës së mesit ndahet në dy flukse të njëjta:

$$\Phi_2 = \Phi_3 = \Phi_1 / 2$$

Për shkak të barazimit të flukseve llogaritja në konturet simetrike reduktohet në llogaritjen e njërit kontur, e cila bëhet në të njëjtën mënyrë si në qarkun e padegëzuar.

Për qarqet josimetrike rezistencat magnetike si dhe flukset magnetike nuk janë të njëjta. Elementet e skemës së zëvendësimit kanë karakteristikat $\Phi = (U_m)$ jodrejtvizore, dhe në tërësi qarku është jodrejtvizor. Për shkak të vështirësive që paraqet ky problem, ai studiohet në një nivel më të lartë.

6.12. Magnetët e përhershëm

Materialet ferromagnetike të magnetizuar paraprakisht më parë quhen magnetë të përhershëm. Ata kanë forma të ndryshme, më të përhapura janë ato në formën e patkoit (apo U) si dhe në formën e thuprës.

Përftohen nga materiale të fuqishme ferromagnetike që futen në fushë magnetike të fuqishme të pandryshueshme. Edhe pas largimit të fushës magnetike ata i ruajnë vetitë e fuqishme magnetike. Vetia kryesore e magnetëve të përhershëm është se forca tërheqëse e tyre është konstante dhe nuk mund të ndryshohet.

6.12.1. Elektromagnetët

Elektromagnetët janë pajisje elektroteknike të përbëra nga bobina me bërthamë ferromagnetike.

Ndryshe nga magnetët e përhershëm, nëpërmjet tyre mund të merren forca tërheqëse më të fuqishme dhe të ndryshueshme. Duke ndryshuar rrymën në bobinë ndryshohet madhësia e forcës tërheqëse.

Sipas parimit të punës, elektromagnetët ndahen në magnetë të papolarizuar dhe magnetë të polarizuar.

Quhen elektromagnetë të papolarizuar ata elektromagnetë, tek të cilët ndryshimi i kahun të rrymës në bobinë nuk ndryshon kahun e forcës tërheqëse.

Forca me të cilën elektromagneti tërheq materialin ferromagnetik quhet forca tërheqëse ose ngritëse. Për elektromagnetin në formë thupre kjo forcë llogaritet:

$$F = (B^2 S / 8\pi) 10^7$$

Ndërsa për elektromagnetin në formë patkoi forca tërheqëse llogaritet:

$$F = (B^2 S / 4\pi) 10^7$$

Duke ndryshuar rrymën në bobinë ndryshohet edhe madhësia e forcës tërheqëse të elektromagnetit dhe kjo mund të vihet re shumë thjeshtë.

Elektromagnet i polarizuar quhet elektromagneti, tek i cili gjatë ndryshimit të kahut të rrymës në bobinë, ndryshon kahu i forcës tërheqëse.

Bërthama e këtij elektromagneti është magnet i përhershëm. Kur rryma në bobinë ka kah të tillë që fusha magnetike e saj përputhet me atë të bërthamës, fusha rezultane rritet. Materiali ferromagnetik tërhiqet duke mposhtur forcën tërheqëse të sustës që është lidhur. Kur kahu I rrymës në bobinë ndryshon fusha rezultante zvogëlohet, forca tërheqëse zvogëlohet, zgjedha largohet nga elektromagneti, bie nën veprimin e sustës.

6.13. Induksioni elektromagnetik

6.13.1. Njohuri të përgjithshme mbi induksionin magnetik. Ligji i Lencit.

Duke ditur se rryma elektrike rreth përcjellësit ku ajo rrjedh krijon fushën magnetike, Faradei u interesua se a mund të ndodhë edhe e kundërta. Ai, në mënyrë eksperimentale, vërtetoi se edhe fusha magnetike mund të krijojë rrymën elektrike. Kjo dukuri u quajt induksion elektromagnetik, kurse rryma e krijuar në këtë mënyrë u quajt rrymë e induktuar. Induksioni elektromagnetik është dukuria e cila tregon lidhjen e forcës elektromotore me fluksin magnetik të një qarku.

Ekzistojnë disa mënyrë të shkaktimit të induksionit elektromagnetik. Një shembull i tillë është rasti kur magneti i përhershëm vendoset dhe nxirret nga bobina e palëvizshme. Në këtë rast rryma e induktuar, në varësi nga lëvizja e magnetit, e ndërron kahun e vet në mënyrë alternative. Kur magneti futet në bobinë kemi një kah të rrymës e kur ai nxirret kemi një kah tjetër. Kjo shihet në voltmetër. Sa më shpejt që futet apo nxirret magneti nga bobina rryma ka intensitet më të madh. Intensiteti po ashtu varet nga numri i dredhave në bobinë. Dukuria e induksionit elektromagnetik, e zbuluar me 1831 nga Majkëll Faradei, është një nga dukuritë më të rëndësishme të Fizikës dhe që gjen zbatime të shumta në praktikë.

Vetia kryesore e fushës magnetike është veprimi i saj mbi ngarkesën elektrike në lëvizje. Forca elektromagnetike që vepron mbi çdo elektron të përcjellësit me rrymë në fushë magnetike është :

$$F_L BIl = B(e / t) l$$

e - ngarkesa e elektronit

l - rruga e përshkruar nga elektroni gjatë kohës t

Ndryshe kjo formulë mund të shkruhet: $F = Bev$ (ku $v = l/t$ është shpejtësia e lëvizjes)

Konkluzioni : Forca që vepron mbi elektronin është në përpjestim të drejtë me fushën magnetike dhe me shpejtësinë e lëvizjes së tij pingul me drejtimin e fushës.

Ky konkluzion paraqet ligjin e Lencit. Kahu i kësaj force gjendet me rregullën e dorës së majtë. Pëllëmba e dorës së majtë vendoset në mënyrë të tillë që vijat e fushës të hyjnë në të, katër gishtat e shtrirë drejtohen sipas kahut të rrymës dhe gishti madh i shtrirë, tregon kahun e forcës.

6.13.2. Ligji i induksionit elektromagnetik

Dukuria e lindjes së f.e.m në përcjellësin që zhvendoset në fushë magnetike, duke prerë vijat e saj, quhet induksion elektromagnetik.

Forcat e fushës magnetike, që veprojnë mbi ngarkesat në lëvizje të përcjellësit, shkaktojnë

përqëndrim të ngarkesave me shenjë të kundërt në skajet e tij. Lind një fushë elektrike, forcat e së cilës F_e veprojnë në kah të kundërt me ato të fushës magnetike F_m . Veçimi i ngarkesave ndërpritet kur forcat e të dy fushave barazohen Duke ditur se diferenca e potencialeve kur qarku është i hapur jep forcën elektromotore, gjejmë :

$$E = B l v$$

Forca elektromotore që lind në përcjellës për shkak të forcave të fushës magnetike, quhet forca e induksionit elektromagnetik

Forca elektromotore e induksionit elektromagnetik që lind në përcjellës , është në përpjestim të drejtë me fushën magnetike B , me gjatësinë e përcjellësit l dhe me shpejtësinë v të lëvizjes së tij brënda fushës magnetike pingul me të.

Kahu i kësaj forcë gjendet me rregullën e dorës së djathtë: pëllëmba e dorës së djathtë , e shtrirë, vendoset në mënyrë që vijat e fushës magnetike të bien pingul në të, gishti i madh i shtrirë me 90° kundrejt të tjerëve tregon zhvendosjen e përcjellësit; katër gishtat e tjerë tregojnë kahun e forcës elektromotore.

Kur përcjellësi lëviz brenda fushës magnetike me një kënd të ndryshëm nga 90° , atëherë forca elektromotore e induksionit magnetik , duke marrë parasysh pozicionin e tij, llogaritet :

$$E = B l v \sin \alpha$$

6.13.3. Forca elektromotore e induksionit elektromagnetik në kontur.

Në çdo kontur që kufizon një sipërfaqe, nëpër të cilën përshkohet një fluks magnetik i ndryshueshëm, lind një forcë elektromotore e induksionit e elektromagnetik e cila jepet nga formula $Blv = Bl \, dl/dt = d\Phi/dt$. Kur konturi ka W spira, atëherë forca elektromotore induksionit elektromagnetik do të llogaritet sipas formulës: **$e = W \, d\Phi/dt$.**

Kahu i kësaj force elektromotore jepet nga **Ligji i Lencit**, sipas të cilit **“forca elektromotore e induktuar në një kontur, ka kah të tillë, që rryma e krijuar prej saj të kundërshtojë shkakun që e krijon këtë forcë elektromotore”.**

Pra, mund të shkruajmë **$e = -W \, d\Phi/dt$.**

Shenja minus tregon kundërshtimin e shkakut (ndryshimi i fluksit) dhe pasojës (forcë elektromotore e induktuar). Vëmë re se kur fluksi rritet, forca elektromotore është negative. Kur fluksi zvogëlohet, forca elektromotore është pozitive. Njësia matëse e saj është volt [V].

6.13.4. Parimi i punës së gjeneratorit dhe motorit elektrik

Gjatë lëvizjes së përcjellësit në fushën magnetike të njëtrajtshme në të induktohet f.e.m. si rezultat i të cilës në përcjellës do të kalojë rrymë nq.s. ai do ta mbyllë qarkun nëpërmjet një rezistence R . Mbi përcjellësin me rrymë fusha magnetike do të veprojë me një forcë $F = BIl$ e cila ka kah të kundërt me shpejtësinë v të lëvizjes së përcjellësit.

Pra për të vënë në lëvizje përcjellësin duhet një forcë e jashtëme mekanike e cila zhvillohet nga një motor i jashtëm me fuqi: $P_{mek} = Fv = BIl \, v = EI = P$. Kjo tregon se energjia mekanike shndërrohet në energji elektrike (gjeneratori elektrik).

Dimë që mbi përcjellësin me rrymë që ndodhet në fushë magnetike fusha ushtron një forcë $F = BIl$ (rregulli i dorës majtë). Nën veprimin e të cilës përcjellësi do të zhvendoset me shpejtësi v , duke kryer punë dhe në të do të induktohet f.e.m. $E = Blv$. Pra energjia elektrike në këtë rast shndërrohet në energji elektrike (motori elektrik).

Rrymat Fuko

Rrymat që lindin në përcjellësit masive kur ata lëvizin në fushën magnetike ose kur në ta ndryshon fluksi magnetik, quhen rryma Fuko. Në shumë pajisje elektrike këtë rryma janë të padëshirueshme, mbasi shkaktojnë nxehjen dhe uljen e rendimentit të tyre. Rrymat Fuko zvogëlohen duke e fletëzuar përcjellësin masiv në një rrafsh paralel me vektorin fushë dhe duke i izoluar fletët ndërmjet tyre.

Forca elektromotore e vetëinduksionit

Gjatë ndryshimit të rrymës në një kontur (bobine) në të iduktohet f.e.m.e vetë induksionit. Kjo forcë është në përpjestim të drejtë me induktivitetin e konturit dhe me shpejtësinë e ndryshimit të rrymës në kontur, por e marrë me shenjë të kundërt.

$$e_L = -L \frac{di}{dt} \text{ sipas ligjit të Lencit kur } \frac{di}{dt} > 0, e_L < 0; \text{ dhe kur } \frac{di}{dt} < 0, e_L > 0$$

Induktiviteti i ndërsjelltë

Kur dy bobina ndodhen pranë, gjatë ndryshimit të rrymës në njërën kontur në tjetrin lind forca elektromotore e induksionit të ndërsjelltë. Kjo forcë elektromotore është në përpjestim të drejtë me shpejtësinë e ndryshimit të rrymës në kontur dhe me induktivitetin e ndërsjelltë të të dy kontureve, por të marra me shenjë të kundërt: $e_{M2} = -M \frac{di_1}{dt}$ dhe $e_{M1} = -M \frac{di_2}{dt}$

Tema mësimore 7 . Koeficienti i fuqisë

7.1. Rëndësia e ekonomike e koeficientit të fuqisë

Koeficienti i fuqisë tregon se ç'pjesë e fuqisë së dukshme shndërrohet në fuqi aktive. Në kushtet praktike të përdorimit të energjisë elektrike të rrymës alternative, koeficienti i fuqisë ka rëndësi ekonomike , sepse nga vlera e tij varen shpenzimet e investimeve fillestare dhe ato të shfrytëzimit të impianteve elektrike si edhe efektiviteti i shfrytëzimit të pajisjeve të këtyre impianteve. Për të sqaruar ndikimin e koeficientit të fuqisë te treguesit ekonomikë të impianteve elektrike, le të marrim një konsumator që punon me fuqi aktive të pandryshueshme në rrjetin me tension të pandryshueshëm. Fuqia e harxhuar nga konsumatori përcaktohet nga formula $P = UI \cos\phi = S \cos\phi$ ku $\cos\phi$ është koeficienti i fuqisë së konsumatorit të dhënë. Rryma në konsumator , e për rrjedhim edhe në përcjellësit që e lidhin atë me gjeneratorin, varet nga $\cos\phi$: $I = P / U \cos\phi$.

Sa më i vogël të jetë $\cos\phi$ e konsumatorit, aq më e madhe do të jetë rryma në të, në përcjellësit e linjës, në transformatorët dhe në pajisjet e tjera të rrjetit të furnizimit të energjisë elektrike. Humbjet e fuqisë në bazë të ligjit të Zhul – Lencit janë në përpjestim të drejtë me katrorin e rrymës dhe me rezistencën e përcjellësit : $\Delta P = I^2 R$. Është e qartë se sa më e madhe të jetë rryma në konsumator, aq më të mëdha do të jenë humbjet e energjisë në qarkun elektrik. Vlera e humbjeve të energjisë përfshihet në shpenzimet e shfrytëzimit, si rrjedhim **rritja e $\cos\phi$ të konsumatorit zvogëlon humbjet e energjisë duke pakësuar shpenzimet e shfrytëzimit.**

7.2.Përcaktimi i koeficientit të fuqisë

Koeficienti i fuqisë së instalimeve që harxhojnë energji elektrike, nuk qëndron konstant. Për këtë arsye, vlerat e çastit të $\cos\phi$ nuk mund të karakterizojnë punën e instalimeve, prandaj përdoret koncepti i koeficientit mesatar të fuqisë për një interval të caktuar kohe:

$\cos\phi_{\text{mes}} = W_a / \sqrt{W_a^2 + W_r^2}$. Duhet theksuar që, ndërsa energjia elektrike (fuqia) aktive e dhënë nga gjeneratori shndërrohet në konsumator në një lloj tjetër energjie, energjia (fuqia) reaktive nuk shndërrohet në një lloj tjetër energjie në konsumator, por lëkundjet ndërmjet gjeneratorit dhe konsumatorit dhe vlera mesatare e kësaj fuqie është zero.

Në figurën më poshtë tregohet skematikisht rruga e qarkullimit të fuqisë aktive dhe reaktive në qarkun elektrik të përbërë nga gjeneratori dhe konsumatori.

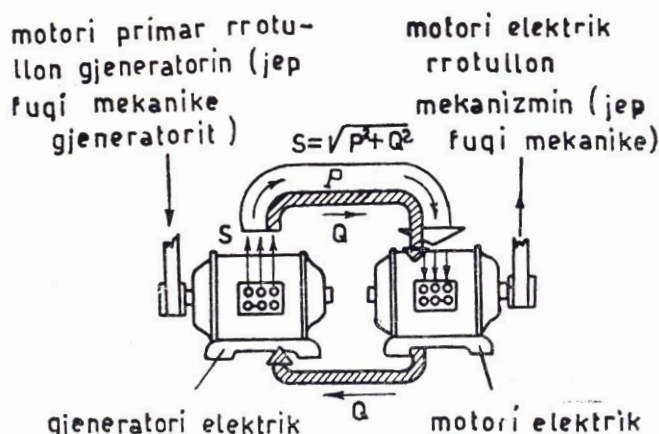


Fig. 64. Skema e qarkullimit të fuqisë aktive dhe reaktive në një qark elektrik

7.3. Përmirësimi i koeficientit të fuqisë

Për të marrë vlera të mëdha ekonomike të koeficientit të fuqisë, duhen marrë masa për rritjen e tij në radhë të parë duke zgjedhur drejt fuqinë e motorëve të rrymës alternative dhe të transformatorëve dhe duke i shfrytëzuar në mënyrë racionale. **Masat për përmirësimin e koeficientit të fuqisë të cilat lidhen me zgjedhjen dhe shfrytëzimin e pajisjeve, quhen masa natyrore të përmirësimit të koeficientit të fuqisë.**

Në ato raste kur me masat natyrore nuk mund të sigurohet vlera e kërkuar e koeficientit të fuqisë, merren **masa artificiale** për përmirësimin e tij. Një nga këto masa është lidhja në paralel me konsumatorët e baterisë së kondensatorëve. Për të përcaktuar vlerën e kapacitetit dhe të fuqisë së baterisë së kondensatorëve, duhet të bëhet llogaritja në bazë të këtyre të dhënave: P – fuqia aktive e kondensatorit ; U – tensioni i rrjetit ; $\cos\phi_1$ dhe $\cos\phi_2$ – vlerat mesatare të koeficientit të fuqisë para dhe pas rritjes.

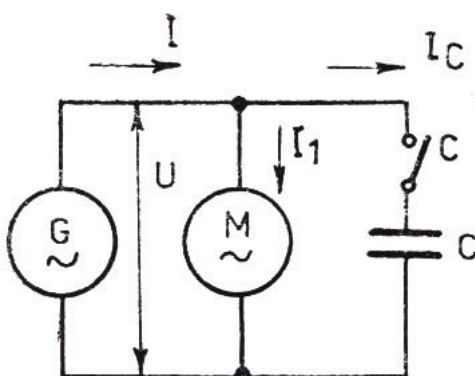


Fig.65. Qarku për përmirësimin e koeficientëve të fuqisë me bateri kondensatorësh

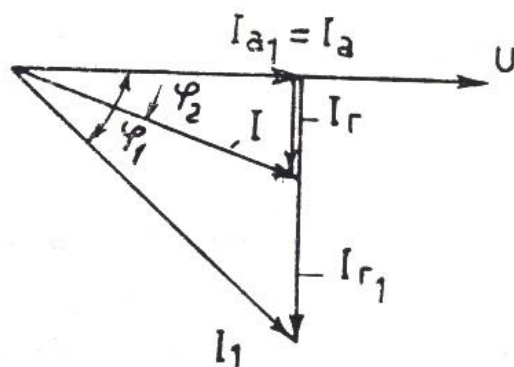


Fig. 66. Diagrami vektorial i qarkut për përmirësimin e koeficientëve të fuqisë me bateri kondensatorësh

Për të treguar metodën e llogaritjes do të mbështetemi tek diagrami vektorial i qarkut për përmirësimin e koeficientëve të fuqisë me bateri kondensatorësh.

Rryma që merr konsumatori: $I = P_1 / U \cos\phi_1$ është në vonesë faze kundrejt tensionit me këndin ϕ_1 . Kjo rrymë kalon në gjenerator dhe në përcjellësit.

Rryma aktive e konsumatorit është $I_{a1} = I_1 \cos\phi_1$ dhe rryma reaktive është $I_{r1} = I_1 \sin\phi_1$.

Pas lidhjes së kondensatorëve rryma reaktive e konsumatorit I_{r1} kompensohet pjesërisht nga rryma kapacitive I_C , si rrjedhim në përcjellësit, rryma zvogëlohet deri në vlerën I , ku

$I = P / U \cos \phi_2$, kurse këndi i zhvendosjes së fazës është ϕ_2 . Rryma aktive në mbështjellat nuk ndryshon pasi regjimi i punës së qarkut për fuqinë aktive mbetet po ai :

$I \cos \phi_2 = I_1 \cos \phi_1$. Rryma reaktive në qarkun kryesor do të zvogëlohet në vlerën :

$I_r = I \sin \phi_2$. Që të rritet koeficienti i fuqisë nga $\cos \phi_1$ në $\cos \phi_2$, rryma në kondensator duhet të ketë vlera $I_C = I_{r1} - I_r$.

Nga ligji i Ohmit për qarkun e baterisë së kondensatorëve $I_C = U / X_C = U / 1 / \omega C = U \omega C$, nxjerrim $C = I_C / U \omega$ dhe fuqia reaktive e baterisë së kondensatorëve do të jetë $Q = UI_C$.