

Agjencia Kombëtare e Arsimit, Formimit Profesional dhe Kualifikimeve

Spektori i Skeletkurrikulave dhe Standarteve të Trajnimit të Mesuesve të AFP

MATERIAL MËSIMOR

Në mbështetje të mesuesve të drejtimit mësimor

ELEKTROTEKNIK

Niveli I

Ky material mësimor i referohet:

- **Lëndës profesionale:** “Matje elektrike”, kl.11 (L-11-476-18)
- **Temave mësimore:**
 - Metodat e matjeve dhe gabimet në matje
 - Njohuri të përgjithshme për aparatet matëse elektrike
 - Matja e rrymës, tensionit dhe frekuencës
 - Matja e rezistencave
 - Instrumentet dixhitale
 - Oshiloskopi
 - Matja e fuqisë dhe energjisë

Përgatiti:

Ing. Emanuela Shkupi

Ing. Myzejen Menkulazi

Tiranë, 2020

Lënda profesionale: “Matje elektrike”, kl.11 (L-11-476-18).

Tema mësimore nr.1: Metodat e matjeve dhe gabimet në matje

1.1. Njohuri të përgjithshme për matjet

Matjet në përgjithësi luajnë një rol shumë të rëndësishëm në të gjitha degët e shkencës dhe teknikës. Gjithashtu zhvillimi i shkencës dhe teknikës kërkon përsosjen e matjeve në vijimësi.

Matjet elektrike përdoren për përcaktimin e madhësive të parametrave të ndryshëm gjatë prodhimit, transmetimit dhe shpërndarjes së energjisë elektrike, si dhe gjatë shfrytëzimit të saj.

Matjet elektrike përdoren gjerësisht edhe për të marrë informacion për vlerat e madhësive të ndryshme gjatë rregullimit dhe komandimit të proceseve të ndryshme teknologjike.

Si rezultat i arritjeve të mëdha në qarqet e integruara u ndërtuan aparate matës shifrorë të cilat jo vetëm lexohen me lehtësi por dhe kanë saktësi shumë të lartë në matje.

Matjet elektronike janë të lidhura me matjet e shumë madhësive dhe parametrave.

Krahas matjes së rrymës, tensionit, frekuencës etj. mund të matet: induktiviteti, kapaciteti, përcjellshmëria etj.

Këto matje kryhen në frekuenca të ndryshme që fillojnë nga frekuenca zanore deri në frekuenca disa GHz.

Matjet elektronike kanë disa *përparësi*:

- ndjeshmëri të lartë (matin rryma deri të rendit 1^{10-12} A dhe më pak)
- përpikmëri të lartë të matjes që do të thotë gabim shumë i vogël
- matje në distanca të mëdha të madhësive të ndryshme vlerat e të cilave nuk ndikohen nga largësia (psh. nga dispeçeria në qendër në Tiranë maten të gjithë parametrat e energjisë të prodhuara në HEC-et dhe TEC-et e vendit);

- matin me lehtësi dhe përpikmëri të lartë dhe madhësi jo elektrike (psh. temperaturat në pësjtjellat e transformatorëve ose gjeneratorëve);

- japin mundësi të kryhet përpunimin i informacionit të matjes që nevojitet për komandimin dhe kontrollin e shumë proceseve teknologjike;

Zhvillimi i madh i teknologjisë kërkon një nivel më të lartë të matjeve elektrike dhe elektronike si dhe përsosmërinë e aparateve matës.

Matje quhet gjetja e vlerave të madhësive të ndryshme fizike me anën e mjeteve matëse.

Matjet realizohen me ndihmën e *mjeteve matëse*, të cilat janë:

Masa është mjeti matës i caktuar për të riprodhuar madhësinë fizike të një vlere të dhënë, p.sh bobinat matëse të rezistencës.

Aparat matës elektrik quhet mjeti matës i caktuar për të përpunuar sinjalin e informacionit matës, në formë të përshtatshme për ta vrojtuar, si: ampermetrat, voltmetrat etj.

Shndërrues matës elektrik quhet mjeti matës i caktuar për të përpunuar sinjalin e informacionit matës, në formë të përshtatshme për transmetimin dhe shndërrimin e mëtejshëm ose ruajtjen e tij.

Shndërruesit matës ndahen në:

- a) shndërrues matës të madhësive elektrike në një madhësi tjetër elektrike si: shuntet, rezistencat shtesë transformatorët matës

b) shndërues të madhësive jo elektrike në madhësi elektrike si: termometrat elektrikë, tenzorezistorët, shndëruesit induktivë.

Instalimi matës elektrik përbëhet nga tërësia e mjeteve matëse, (masat, aparatet matës, shndërruesit matës) dhe nga mjetet ndihmëse që shërbejnë për realizimin e matjes.

Sistemi matës i informacionit mer informacionin matës në mënyrë automatike nga burime të vecanta dhe bën transmetimin e përpunimin e tij.

Cdo madhësi fizike ka njësinë e vet.

Njesitë janë sasi të caktuara të sakta të madhësive.

Për njesitë e madhësive fizike, për të gjitha degët e shkencës, teknikës dhe ekonomisë ekziston Sistemi Ndërkombëtar **SI** i cili përmban:

- njesitë themelore matëse
- njesitë e prejardhura matëse

Njesitë themelore janë: metri, sekonda, kilogrami, temperatura absolute, intensiteti i rrymës, forca e dritës dhe sasia e substancës.

Njësi të prejardhura janë: Hz, Wb, W, F etj.

Etalon matjeje është masë matjeje ose instrument matës, që përcakton një njësi ose më shumë vlera të një madhësie, për t'i transmetuar ato, me anë të krahasimeve, me instrumente të tjera matëse.

Etalonet janë mjete të cilat pergjigjen fizikisht me njesitë themelore.

Madhësitë që karakterizojnë dukuritë elektrike, quhen *madhesi elektrike*.

Në tabelën vijuese janë dhënë njesitë themelore matëse dhe simbolet e tyre:

Madhësia	Emërtimi	Simboli
Gjatësia	metër	m
Masa	kilogram	kg
Koha	sekondë	s
Rryma elektrike	Amper	A
Temperatura	Kelvin	K
Sasia e materies	mol	mol
Intensiteti i ndriçimit	kandela	cd

Në tabelën më poshtë janë paraqitur madhësitë elektrike, njesitë dhe simbolet e tyre.

MADHËSIA	NJËSIA	SIMBOLI
Frekuenca	Herc	Hz
Forca	Njuton	N
Presioni	Paskal	Pa
Energjia e punës	Xhaul	J
Fuqia	Vat	W
Ngarkesa elektrike	Kulon	C
Potenciali elektrik	Volt	V
Kapaciteti elektrik	Farad	f
Rezistenca elektrike	Ohm	Ω

Përçueshmëria elektrike	Simens	S
Fluksi magnetik	Veber	Wb
Induksioni magnetik	Tesla	T
Induktiviteti	Henri	H
Temperatura	Gradë celcius	°C
Këndi	Radian	rad
Këndi hapësinor	Steradian	sr
Fluksi i ndriçimit	Lumen	lm
Ndriçimi	Luks	lx

1.2. Metodatat e matjeve elektrike

Nga mënyra e nxjerrjes së rezultatit matjet ndahen në:

- të drejtpërdrejta, kur rezultati lexohet në aparat psh. rryma në ampermetër, tensioni në voltmetër.

- jo të drejtpërdrejta, kur vlera e madhësisë që kërkohet gjendet në bazë të varësisë së njohur ndërmjet kësaj madhësie dhe madhësive të nxjerra si rezultat i matjeve të drejtpërdrejta.

Psh. matja e fuqisë me ampermetër dhe voltmetër ($P = UI$).

Në varësi të parimeve dhe të mjeteve matëse të përdorura, metodatat ndahen në:

- Metoda e vlerësimit të drejtpërdrejtë, është metodë e thjeshtë por ka përpikmëri relativisht të ulët.

- Metoda e krahasimit, është metoda kur madhësia që kërkohet të matet krahasohet në procesin e matjes me madhësitë e masave. Me këtë metodë sigurohet përpikmëri më e lartë matjeje se metoda e vlerësimit të drejtpërdrejtë.

Metoda e krahasimit ndahet në: metoda e zeros, diferenciale dhe e zëvendësimit.

Metoda e zeros, me këtë metodë gjatë krahasimit të madhësisë që matet me masat, veprimi i matjes mbi treguesin çohet në zero nëpërmjet veprimit të kundërt të madhësive të njohura. Psh. matja e rezistencës elektrike nëpërmjet urës ekuilibruese.

Metoda diferenciale, me këtë metodë gjatë krahasimit të madhësisë që matet me masat, matet me anë të aparatit diferenca ndërmjet madhësisë që matet dhe madhësive të masave të njohura. Me këtë metodë bëhet ekuilibrimi jo i plotë i madhësisë që matet. Psh. matja e rezistencave nëpërmjet urave të paekuilibruara, ku madhësia e matur përcaktohet jo vetëm nëpërmjet rezistencave të njohura të urës por edhe nga treguesi i aparatit.

Metoda e zëvendësimit, me këtë metodë gjatë krahasimit, madhësia që matet X_m zëvendësohet në aparat matës me madhësinë e masës së njohur, dhe duke ndryshuar madhësinë X , aparat matës çohet në gjendjen e mëparshme, pra arrihet i njëjti tregim si dhe gjatë veprimit të madhësisë X_m .

1.3. Gabimet e matjeve

Qëllimi i çdo matjeje është që të përcaktohet vlera e saktë e madhësisë që matet.

Megjithatë, gjatë çdo matjeje gabimet janë të pashmangshme. Rezultatet e përfituara janë të përafërta. Gabimet në matje janë pasojë e mospërsosmërisë së instrumenteve dhe metodave matëse, si dhe nga gabimet e shqisave të njeriut dhe faktorëve të tjere.

Shmangia e rezultatit nga vlera e vërtetë e madhësisë së matur quhet *gabim i matjes*.

Në matje dallojmë:

- gabim absolut
- gabim relativ

Gabimi absolut i matjes është i barabartë me diferencën ndërmjet rezultatit të matjes X_m dhe vlerës së vërtetë të madhësisë së matur X

$$\Delta X = X_m - X$$

Gabimi relativ i matjes paraqet raportin e gabimit absolut të matjes me vlerën e vërtetë të madhësisë së matur, i shprehur në përqindje

$$\delta X = \Delta X \cdot 100/X$$

Gabimi relativ paraqet gabimin e bërë për çdo njësi të madhësisë së matur, prandaj nëpërmjet këtij gabimi mund të gjykohet mbi shkallën e përpikmërisë, ose klasën e saktësisë së aparatit.

Për shembull nëse kemi një aparat të klasës së saktësisë 2, do të thotë që gabimi relativ $\delta U = 2\%$ dhe nëse vlera maksimale e leximit në fund të shkallës është $U_m = 200V$, atëherë gabimi absolut më i madh që bën aparati do të jetë

$$\Delta U_{\max} = \delta U \cdot U_m = 0,02 \cdot 200 = \pm 4V$$

Në aparatet shifrore, gabimi jepet në trajtën e gabimit relativ, plus minus një shifër.

Meqë vlera e vërtetë e madhësisë që matet nuk njihet, në vend të saj shfrytëzohet vlera *faktike*, që është vlera e madhësisë së matur në mënyrë eksperimentale që i afrohet shumë vlerës së vërtetë dhe që mund të meret si vlerë e vërtetë.

Për të gjetur vlerën e vërtetë ose faktike të madhësisë së matur, përdoret *korrigjimi* që është gabimi absolut i marrë me shenjë të kundërt.

Kështu vlera e vërtetë del duke i shtuar vlerës së matur, korrigjimin.

Gabimi relativ i referuar i aparatit matës, është raporti ndërmjet gabimit më të madh absolut ΔX_{\max} që bën aparati gjatë matjes, ndaj vlerës nominale (kufitare) që mat aparatit X_n

$$\gamma = \Delta X_{\max} \cdot 100/X_n$$

Madhësia e matur është më e vogël se vlera kufitare e matjes së aparatit, prandaj gabimi relativ i matjes do të jetë më i madh se gabimi relativ i referuar i aparatit, sepse i njëjti gabim absolut i referohet një madhësie më të vogël të matur.

Shkalla e përpikmërisë së një aparatit varet nga gabimi relativ i referuar.

Që matjet me aparate të jenë sa më të përpikta, duhet që vlera e matur të jetë sa më

afër vlerës kufitare të matjës së aparatit ose e thënë ndryshe shkalla e aparatit të zgjidhet në mënyrë të tillë që vlera e matur të bjerë në 2/3 e shkallës.

Gabimi sistematik është gabimi i cili gjatë matjeve të përsëritura të së njëjtës madhësi mbetet i pandryshuar ose ndryshon në mënyrë të rregullt.

Këto gabime janë të njohura dhe mund të përcaktohen ose zhduken me anë të korigjimeve përkatëse (zakonisht kanë të bëjnë me ndërtimin e aparatit).

Gabimet sistematike shkaktohen nga mospërputhja e ndërtimit të aparateve, metoda e matjeve, ndikimi faktorëve të jashtëm si: temperatura, lageshtira, presioni ajrit.

Gabim i rastësishëm është gabimi që ndryshon në mënyrë të rastësishme gjatë matjeve të përsëritura të së njëjtës madhësi, Këto gabime nuk mund të shmangen.

Ato shkaktohen nga ndikimi i faktorëve të rastësishëm mbi rezultati e matjes si: lëvizje të rastësishme të aparatit, lodhja e syrit etj.

Zvogëlimi i ndikimit të gabimeve të rastësishme mbi rezultatin e matjes, arrihet me anë të matjeve të përsëritura dhe në kushte të njëjta të madhësisë.

$$X_{mes} = (X_1 + X_2 + \dots + X_n) / n$$

ku n është numri i matjeve.

Shembull

Vlera e matur e rrymës me anë të ampermetrit është $I_m = 50A$, kurse vlera faktike është $I = 49,9A$. Të gjendet gabimi absolut dhe gabimi relativ i matjes.

Gabimi absolut është $\Delta I = I_m - I = 50 - 49,9 = 0,1A$

Gabimi relativ $\delta I = \Delta I \cdot 100 / I = 0,1 \times 100 / 49,9 = 0,2 \%$

Tema mësimore nr.2: Njohuri të përgjithshme për aparatet matëse elektrike

2.1. Klasifikimi i aparateve matëse

Aparatet matëse në përgjithësi janë të tipeve të ndryshëm. Ekzistojnë disa ndarje të instrumenteve elektrike të matjes, duke u nisur kështu sipas: ndërtimit të tyre, nga parimi i punës, nga madhësitë që matin etj.

Sipas parimit të punës instrumentet elektrike të matjes ndahen në:

- instrumente me kuadër rrotulluese
- instrumente me magnet rrotullues
- instrumente elektrodinamike
- instrumente elektrostatische
- instrumente me induksion etj.

Sipas madhësië elektrike të cilat matin, instrumentet ndahen në:

- ampermetra
- voltmetra
- vatmetra
- ommetra
- frekuencmetra
- cosinusfimetra
- matës energjie etj.

Sipas llojit të rrymës instrumentet mund të jenë për:

- rrymë të vazhduar
- rryme alternative
- universal

Sipas saktësisë së matjes dallojme:

- instrumente laboratorike (precize)
- instrumente motorike.

2.2. Karakteristikat e aparateve matëse

Një numër i madh i instrumenteve matëse kanë disa të dhëna të përbashkëta.

Këto janë:

- fusha treguese
- fusha matëse
- ndjeshmëria
- konstantja e instrumentit
- tensioni ushqyes
- gabimet dhe saktësia

Fusha treguese e instrumentit është e tërë gjatësia e shigjetës së atij instrumenti.

Fusha matëse është ajo pjesë e fushës treguese ku matet me saktësi të garantuar.

Një instrument mund të ketë një ose më tepër fusha matëse.

Ndjeshmeria e instrumenteve përcaktohet me madhësinë e këndit me të cilin zhvendoset shigjeta kur madhësia e matur ndryshon për një njësi matëse. Ndjeshmëria varet nga konstruksioni i instrumentit.

Për shembull: për matjen rrymës kemi një ampermeter me fushë matëse nga 0 deri 10 A.

Shkalla e instrumentit është me 20 pjesë ndarëse. Gjatë matjes së rrymës 5A, shigjeta do të zhvendoset për 10 pjesë ndarëse të shkallës. Nëse me të njëjtin ampermetër matim rrymën 4A,

shigjeta do të zhvendoset për 8 pjesë ndarëse. Kjo do të thotë se për ndryshimin e madhësisë së rrymës për një njësi matëse, ndryshimi i zhvendosjes së shigjetës është: $20 - 18 = 2$ pjesë ndarëse.

Pra instrumenti është me ndjeshmëri 2 pjesë ndarëse për Amper.

Nëse ndjeshmëria është e njëjtë në çdo pjesë të shkallës së instrumentit matës, atëherë instrumenti është me shkallë lineare. Në shkallët jolineare ndjeshmëria nuk është e njëjtë në tërë shkallën, d.m.th. distanca midis pjesëve ndarëse të shkallës është e ndryshme.

Rezolucioni paraqet ndryshimin më të vogël të madhësisë matëse që mund të matet me instrument.

Pragu i ndjeshmërisë është vlera më e ulët e madhësisë matëse që mund të matet.

Për shembull: me dy voltmetra mund të matet tensioni prej 100V. Njëri voltmetër është me shkallë prej 100 pjesë ndarëse, kurse tjetri me shkallë prej 25 pjesë ndarëse. Me voltmetrin e parë mund të maten ndryshimet e tensionit prej 1V, kurse me tjetrin 4V. Mund të themi se rezolucioni i voltmetrit të parë është 1V, kurse i të dytit është 4V.

Pra voltmetri i parë ka katër herë rezolucion më të madh se sa voltmetri i dytë.

Nëse të dy voltmetrat janë me numër të njëjtë të pjesëve ndarëse, për shembull 20, por me fushë të ndryshme matje, psh. i pari me fushë matëse prej 400V, kurse i dyti me fushë matëse prej 20V, atëherë voltmetri i dytë është me prag më të ulët ndjeshmërie.

Konstante e instrumentit është raporti i fushës matëse dhe numrit të përgjithshëm të pjesëve ndarëse.

Për shembull: nëse fusha matëse është nga 0 deri 100V, kurse shkalla ka 50 pjesë ndarëse, konstantja e instrumentit është: $k = 100/50 = 2\text{V/pjesë ndarëse}$.

Nëse kemi lexuar 20 pjesë ndarëse atëherë vlera e madhësisë së matur do të jetë:

$$U = 20 \times 2 = 40 \text{ V}$$

Në shkallën e aparatit tregohet diapazoni i tregimit dhe diapazoni i matjes aparatit.

Ndarësit e shkallëve tek instrumentet analoge matëse mund të jenë të renditur në mënyra të ndryshme. Për shembull, nëse instrumenti duhet të lexohet nga një distancë e madhe, ku saktësia e leximit nuk është vendimtare, atëherë instrumenti mund të jetë me shigjetë të madhe.

Në rast se nevojitet lexim i saktë, shigjeta duhet të jetë e hollë dhe leximi duhet të zbatohet në mënyrë të përpiktë. Në fig. 2.1, paraqiten dy fusha aparatësh analoge.

Pavarësisht nga parimi i punës së aparatit matës, distanca midis ndarjeve të shkallës mund të jetë e njëtrajtëshme ose jo e njëtrajtëshme.

Në shkallën e njëtrajtëshme të aparatit, diapazoni i matjes dhe diapazoni i tregimit përputhen. Shigjetat mund të jenë me forma të ndryshme, pavarësisht nga tipi i aparatit.

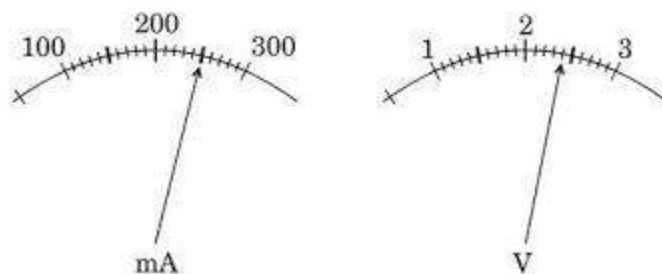


Fig. 2.1

Ekzistojnë 8 klasa të saktësisë së aparateve matëse: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 5. Instrumentet e klasës 0,05 dhe 0,1 quhen *instrumente precize etalone*.

2.3. Shenjat e aparateve matëse

Shpesh herë instrumentet matëse gjatë kycjes së qarqeve elektrike janë të ekspozuar ndaj tensionit që mund ta dëmtojne atë. Prandaj gjatë prodhimit të instrumenteve matëse duhet bërë kontrolli se deri në cilat tensione mund të punojë instrumenti pa u dëmtuar.

Tension kontrollues është tensioni që duhet të ruajë izolimin e pjesëve të instrumentit të cilat janë nën tension. Tensioni kontrollues është caktuar me dispozita dhe është nga 500V – 10kV. Ai është treguar në shkallën e instrumentit me yll. Nëse numri nuk është shënuar, instrumenti me shenje të tilla është për tension kontrollues prej 500V.

Ka instrumente të cilat nuk ka nevojë të kontrollohen në tension të vecantë. Në këto instrumente shënohet numri zero në shenjën e yllit.

Për shembull: në fig. 2.2. janë treguar shenjat të cilat gjenden në shkallën e instrumentit.

Instrumenti është me spirale dhe orientues lëvizës, për rryme të vazhduar dhe alternative, klasa e saktësisë 1.5, perdoret në pozicion horizontal dhe tensioni kontrollues është 2kV.

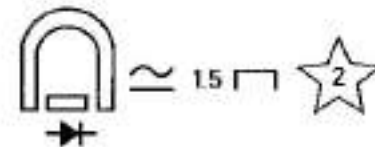







Fig. 2.2




Në çdo instrument matës ka të shënuar *shenja* të cilat tregojnë: llojin e madhësisë që matet, tensionin kontrollues, pozicionin e punës, klasën e saktësisë, dedikimin e instrumentit dhe parimin e punës. Këto shenja gjenden në shkallën e instrumentit, kurse për instrumente shumë të vogla një pjesë e shenjave hyn në dokumentacionin teknik.














Në tabelat më poshtë janë treguar shenjat për instrumentet analoge:










Simbolet për tensionin kontrollues	
Sistemi kontrollues prej 500 V	☆
Mbi 500 V (për shembull 2 kV)	☆ 2
Nuk kontrollohet	☆ 0

Simbolet për pozicionin e instrumentit	
Pozicioni vertikal	
Pozicioni horizontal	
Pozicioni në kënd (60°)	

Simbolet për klasën e saktësisë	
Gabimi në % nga fusha matëse	1,5
Gabimi në % nga gjatësia e shkallës	
Gabimi në % nga vlera e vërtetë	

Simboli për llojin e rrymës të cilën mat instrumenti	
Rryma e vazhduar	
Rryma alternative	
Rryma e vazhduar dhe alternative	
Rryma trefazore	
Qarku trefazor me ngarkesë alternative	
Një sistem matës për rrjet me tre përcjellës	
Një sistem matës për rrjet me katër përcjellës	
Dy sisteme matëse për rrjet me tre përcjellës me ngarkesë alternative	
Dy sisteme matëse për rrjet me katër përcjellës me ngarkesë alternative	
Tri sisteme matëse për rrjet me katër përcjellës me ngarkesë alternative	

Simbolet për parimin e punës të instrumentit matës dhe mjeteve shoqëruese	
Instrumenti me spirale lëvizëse	
Logometër magnetoelektrik	
Instrumenti me magnet lëvizës	
Elektromagnetik	
Instrumenti me hekur dhe magnet lëvizës	
Logometër elektromagnetik	
Instrumenti elektrodinamik	
Instrumenti ferodinamik	
Logometër elektrodinamik	
Instrumenti elektrodinamik ferodinamik	
Instrumenti induktiv	
Instrumenti me tel të nxehur	
Instrumenti bimetalik	

Instrumenti elektrostatik	
Instrumenti me flet a vibruese	
Pajisje elektronike në qarkun matës	
Drejtues	
Instrumenti me spirale lëvizëse dhe drejtuesi	
Tokëzimi	
Korigjuesi i zeros	
Paralajmërim për udhëzim të veçantë	
Paralajmërim se tensioni kontrollues nuk vlen	

2.4. Ndërtimi i aparateve matëse elektrike

Instrumentet matëse mund t'i ndajmë në: analoge dhe dixhitale

Instrumenti matës *analog* është instrumenti tek i cili rezultati i matjes fitohet me zhvendosjen e shigjetës së aparatit.

Ndërtimi i instrumentit elektrik të matjes mund të ndahet në dy pjesë: pjesa e jashtme dhe pjesa e brendëshme.

Pjesa e jashtme e instrumentit është kutia dhe shtrënguesit lidhës.

Pjesa e brendëshme përmban mekanizmin e levizjes dhe shkallën matëse.

Pjesa levizëse e instrumentit e cila mund të jete një spirale ose magnet permanent, lëviz rreth një boshti. Nën ndikimin e madhësisë elektrike që matet, ndaj pjesës levizëse vepron një moment rrotullues i caktuar që rezulton me zhvendosjen (rrotullim) e pjesës levizëse. Me pjesën levizëse është lidhur edhe shigjeta e cila zhvendoset proporcionalisht me madhësinë që matet, në kahun e akrepave të orës, që meret kah pozitiv.

Momenti rrotullues varet nga madhësia që matet x dhe nga këndi i rrotullimit të pjesës së levizshme α

$$M = F_1(x, \alpha)$$

Për aparatet elektromekanike shprehja e përgjithshme e momentit rrotullues mund të jepet nga raporti i ndryshimit të energjisë së fushës magnetike ose elektrike me ndryshimin e këndit të zhvendosjes së pjesës së levizshme $d\alpha$

$$M = dW_m / d\alpha$$

Pjesa e lëvizshme e aparatit do të rrotullohet derisa momenti rrotullues M të ekuilibrohet nga momenti i kundërveprimit M_k , i cili rritet me rritjen e këndit të rrotullimit të pjesës së lëvizshme

$$M_k = F_2 \alpha$$

Kur këto dy momente barazohen, pjesa e lëvizshme ndalon së lëvizuri, pra shigjeta qetësohet

$$M = M_k$$

Pra ekuacioni i shndërrimit të mekanizmit të aparatit matës paraqitet si:

$$\alpha = F(x)$$

Një nga instrumentet matëse më të përdorura është instrumenti me spirale rrotulluese.

Ky instrument karakterizohet me shkallë lineare, ndricim dhe rezolucion të lartë. Me të mund të matim tensionin dhe rrymën e vazhduar dhe alternative (me disa plotësime) si dhe rezistencën.

Parimi i punës bazohet në dukurinë e forcës elektromagnetike që lind nga bashkëveprimi i fushës së magnetit me rrymën që kalon në spirale. Spirala është vendosur në cilindër prej hekuri të butë, fig. 2.3. Kur spirala dhe fusha magnetike janë në pingule me njëra-tjetrën, forca e cila vepron në spirale është maksimale dhe llogaritet sipas shprehjes:

$$F = BWl$$

ku B është induksioni magnetik i magnetit permanent, W numri i spirave, I intensiteti i rrymës në spirale dhe l gjatësia e një spire.

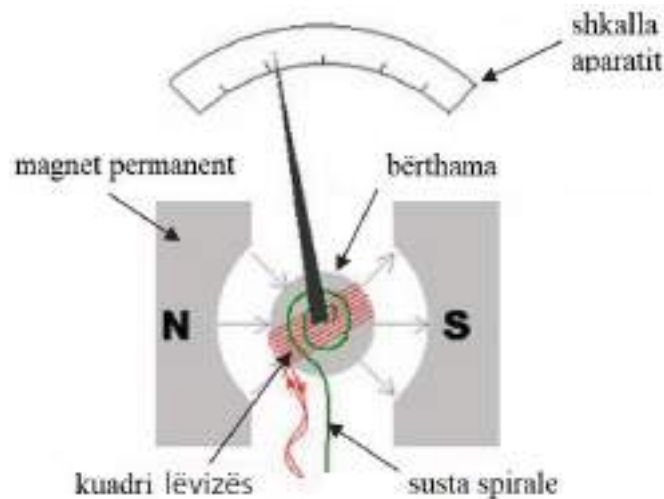


Fig. 2.3. Ndërtimi i aparatit matës

Në aparatet matëse krahas momentit të kundërveprimit është e nevojshme të krijohet edhe momenti i qetësimit, që jep mundësinë e frenimit të shigjetës së aparatit dhe leximit të menjëhershëm të vlerës së matur nga aparati. Ka mënyra të ndryshme të krijimit të momentit të qetësimit. Në fig. 2.4 tregohen disa tipe të ndryshëm të aparateve analogë.



Fig.2.4

Tema mësimore nr.3: Matja e rrymës, tensionit dhe frekuencës

3.1. Matja e rrymës, ampermetri

Aparatet matëse që lidhen me qarkun elektrik nuk duhet të ndryshojnë regjimin e punës së këtij qarku.

Ampermetri është aparat që shërben për matjen e rrymës elektrike dhe lidhet në seri në qarkun. Në qarkun më poshtë fig. 3.1, para lidhjes së ampermetrit vlera e rrymës është

$$I = U / R$$

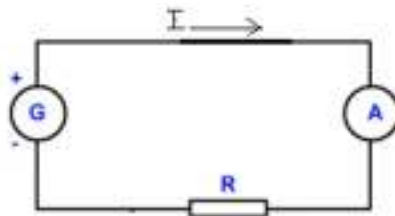


Fig. 3.1. Lidhja e ampermetrit në qark

Me lidhjen e ampermetrit në seri me qarkun, rryma ka vlerën: $I' = U / (R + R_A)$

ku R_A është rezistenca e brendëshme e ampermetrit.

Në mënyrë që $I' \approx I$, duhet që rezistenca e brendëshme e ampermetrit të jetë shumë e vogël se rezistenca e qarkut ku matet rryma, pra $R_A \ll R$.

Kështu edhe humbjet në aparat do të jenë të vogla:

$$\Delta P_A = I_A^2 R_A$$

Për zgjerimin e kufirit të matjes së rrymës nga mekanizmit matës, në qarqet e rrymës së vazhduar, përdoren *shuntet*.

Shunti është një shndërrues matës i thjeshtë i rrymës në tension. Ai është një rezistor me katër kapëse. Dy kapëset e hyrjes në të cilat kalon rryma, quhen kapëse të rrymës (fig. 3.2).

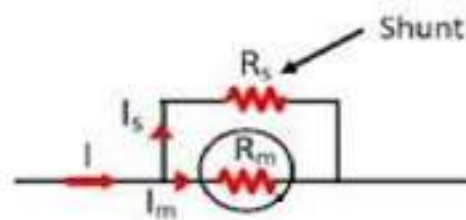


Fig. 3.2. Skema e lidhjes së shuntit me mekanizmin matës

Dy kapëset e daljes në të cilat matet tensioni, quhen kapëse tensioni. Rezistenca e shuntit përcaktohet nga raporti i vlerës nominale të rrymës me tensionin nominal në dalje

$$R_{sh} = U_n / I_n$$

Në fig.3.3. jepen disa tipe shuntesh.

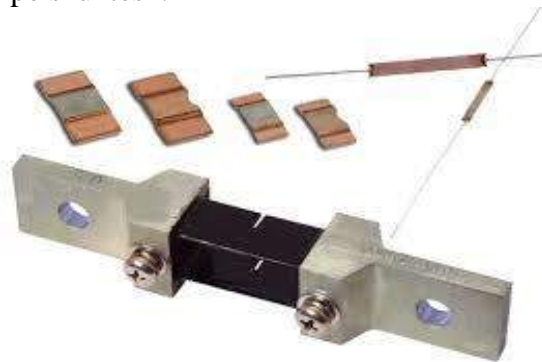


Fig.3.3. Disa tipe shuntesh

Gjatë matjes pjesa më e madhe e rrymës kalon në shunt. Shuntet kanë rezistencë të vogël dhe përdoren kryesisht në qarqet e rrymës së vazhduar me mekanizëm matës të sistemit magnetoelektrik. Rezistenca e shuntit

$$R_{sh} = R_M / (n-1) \quad \text{ku } n = I / I_M$$

n quhet koeficient i shuntimit, I është rryma që do matet dhe I_M është rryma e mekanizmit matës.

Shuntet përgatiten prej mangani dhe nëse është llogaritur për rryma jo të mëdha ai zakonisht përfshihet në trupin e aparatit. Për matjen e rrymave më të mëdha përdoren shunte të jashtme të cilët janë të kalibruara domethënë llogariten për rryma dhe tensione të caktuara.

Në fig.3.4. është paraqitur skema e lidhjes së instrumentit me tre zona matëse. Nga figura shihet se kur çelësi është vendosur psh. në pozicionin 1, ampermetri është kyçur në zonën matëse më të vogël.

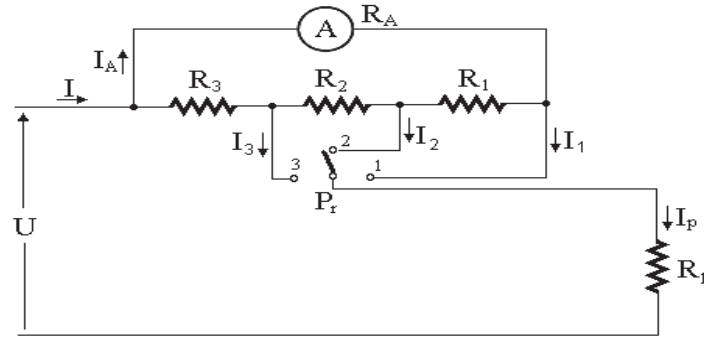


Fig.3.4. Skema e lidhjes së aparatit me tre zona matëse

3.2. Matja e tensionit, voltmetri

Voltmetri është një aparat që shërben për matjen e tensionit elektrik.

Ky aparat lidhet në paralel me elementin e qarkut ku do kryhet matja.

Në qarkun më poshtë fig. 3.5. para lidhjes së voltmetrit vlera e tensionit në rezistencën R është

$$U = IR$$

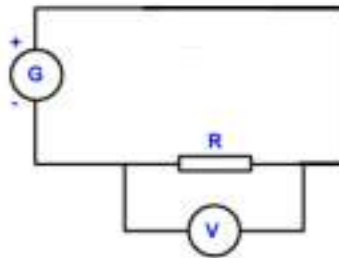


Fig.3.5. Lidhja e voltmetrit në qark

Pas lidhjes së voltmetrit në paralel me rezistencë R, vlera e tensionit do të jetë

$$U' = I R' \quad \text{ku} \quad R' = R \cdot R_V / R + R_V$$

R' është rezistenca e njevlerëshme e rezistencës R në paralel me rezistencën e voltmetrit R_V .

Meqë në lidhjen në paralel $R' < R$, si rrjedhim $U' < U$. Pra me lidhjen e voltmetrit në paralel me rezistencën ku bëhet matja, tensioni do të zvogëlohet.

Ky zvogëlim do jetë aq më i madh sa më e vogël te jetë R' kundrejt rezistencës R .
 Pra nëse rezistenca e voltmetrit është shumë herë më e madhe se rezistenca e qarkut ku bëhet matja $R_V \gg R$, atëherë $R' \approx R$ dhe $U' \approx U$.

Kështu edhe humbjet në aparat do të jenë të vogla:

$$\Delta P_V = I^2 R_V = U^2 R_V / R$$

Për zgjerimin e kufirit të matjes së tensionit nga mekanizmit matës, në qarqet e rrymës së vazhduar, përdoren *rezistencat shtesë*.

Rezistori shtesë është shndërrues matës i thjeshtë i tensionit në rrymë (fig.3.6).

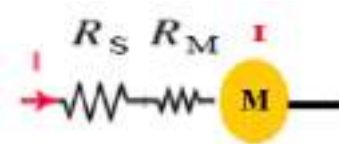


Fig. 3.6. Skema e lidhjes së rezistencës shtesë me mekanizmin matës

Rezistori shtesë lidhet në seri me mekanizmin matës. Rryma I_M në qarkun e përbërë nga mekanizmi matës me rezistencë R_M dhe rezistori shtesë me rezistencë R_S do të jetë

$$I_M = U / (R_M + R_S)$$

ku U është tensioni që matet.

Rezistori shtesë llogaritet me formulën

$$R_S = R_M (n-1)$$

n tregon sa herë zgjerohet kufiri i matjes i mekanizmit matës. Rezistorët shtesë përgatiten prej fijesh teli prej mangani të izoluar të montuar në pllakë prej materiali izolues. Ato përdoren në qarqet e rrymës së vazhduar dhe alternative. Rezistorët shtesë mund të jenë të brendshëm ose të jashtëm.

Në fig.3.7 është paraqitur skema e lidhjes së instrumentit me tre zona matëse.

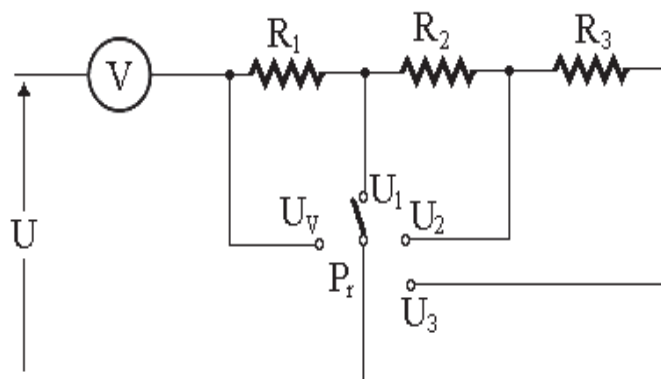


Fig. 3.7. Skema e lidhjes së aparatit me tre zona matëse

Gjatë matjes së tensionit të vazhduar është e nevojshme të kemi kujdes me polaritetin e

skajeve të instrumentit (+ dhe -). Në rastin e lidhjes së gabuar të instrumentit mund të ndodhë dëmtimi i pjesës së lëvizshme të tij sepse shigjeta devijohet në drejtimin e kundërt dhe godet në mekanizmin kufizues.

Gjatë matjes së madhësive elektrike alternative të rrymës dhe tensionit lidhja bëhet njësoj si edhe gjatë matjes së madhësive të vazhduara.

Në këtë rast instrumenti tregon vlerën *efektive* të madhësisë alternative.

3.3 Njohuri të përgjithëshme për transformatorët matës

Transformatorët matës ndahen në *transformatorë matës të rrymës* dhe *transformatorë matës të tensionit*. Transformatorët matës përdoren:

- Për zgjerimin e kufirit matës të aparateve matëse të rrymës alternative
- Për veçimin e aparateve matës dhe mbrojtjen e personelit që bën matjet, pasi këto transformatorë përdoren gjatë matjes në tension të lartë (mbi 1000V).

Parimi i punës është i njëjtë për të dy transformatorët matës.

Ttransformatori matës i rrymës përbëhen nga dy pështjella të vendosura në një bërthamë feromagnetike. Pështjellat janë të izoluar nga njëra tjetra dhe nga bërthama.

Pështjella primare ka numër të vogël spirash dhe seksion të trashë. Ai lidhet në seri me qarkun ku do të bëhet matja. Sipas numrit të spirave në primar transformatorët e rrymës mund të jenë me një spirë ose disa spira.

Në fig. 3.8 jepen simbolet e transformatorit matës të rrymës.



ose

Fig. 3.8

Pështjella dytësore ka numër më të madh spirash me seksion të hollë dhe lidhet në seri me aparatit matës. Koeficienti nominal i transformimit të transformatorit përcaktohet nga barazimi

$$K_{in} = I_{1n} / I_{2n} \approx W_2 / W_1$$

Vlera e madhësisë që matet meret nga shumëzimi i tregimit të aparatit matës që lidhet në pështjellën dytësore, me koeficientin e transformimit të transformatorit.

Në fig. 3.9. paraqitet skema elektrike e lidhjes së transformatorit të rrymës në qark.

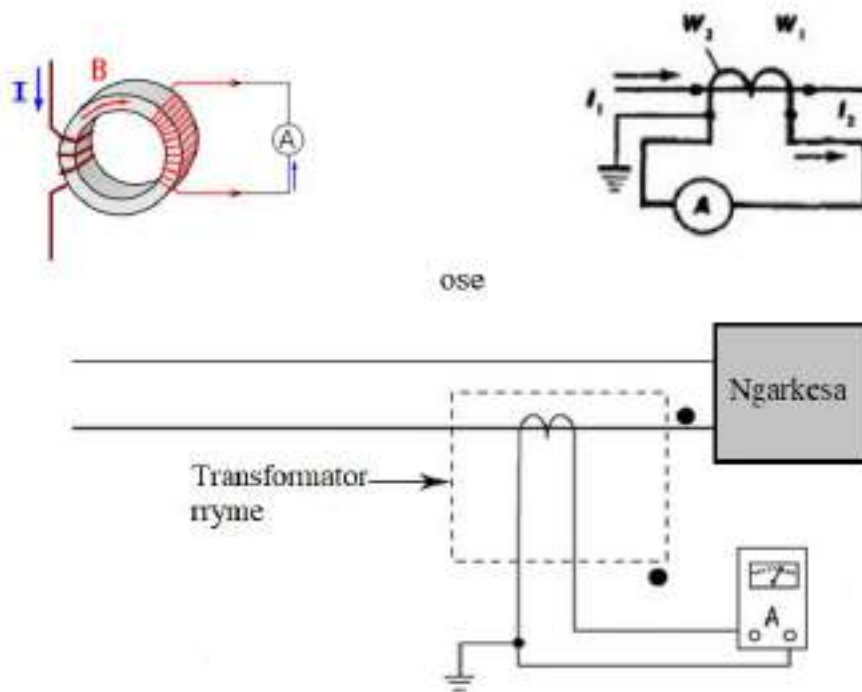


Fig. 3.9. Skema e lidhjes së transformatorit të rrymës
 Në fig. 3.10. me poshte paraqiten disa tipe transformatorë rryme.



Fig. 3.10

Transformatorët matës të rrymës ndahen në pesë klasa përpikmërie: 0,2; 0,5;1; 3;10.

Gjatë shfrytëzimit të transformatorëve matës të rrymës duhet bërë kujdes që pështjella dytësore të mos lihet asnjëherë hapur, pasi në këtë rast lind një forcë elektromotere e madhe, që sjell pasoja shumë të rrezikshme.

Transformatori matës i tensionit përdoren në instalimet e rrymës alternative me tension mbi 380V. Ai ushqen voltmetrat dhe bobinat paralele të aparateve matëse dhe releve. Pështjella primare lidhet në paralel me qarkun ku do të bëhet matja dhe pështjella dytësore në paralel me aparatit matës.

Simboli i tij është si në fig. 3.11.

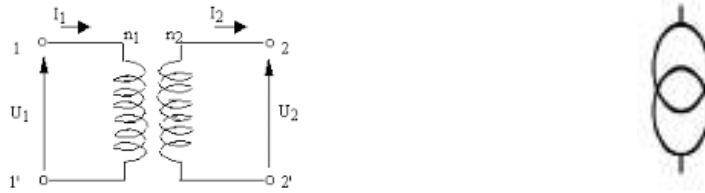


Fig. 3.11. Simboli i transformatorit të tensionit

Koefiçienti nominal i transformimit të transformatorit përcaktohet nga barazimi

$$K_{un} = U_{1n} / U_{2n} \approx W_1 / W_2$$

Në fig. 3.10 paraqitet skema elektrike e lidhjes së transformatorit të tensionit në qark.

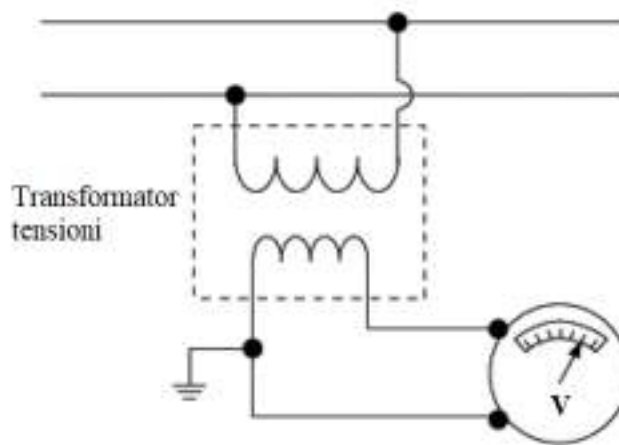


Fig. 3.11. Skema e lidhjes së transformatorit të tensionit

Në fig. 3.12. paraqiten disa tipe transformatorë tensioni.



Fig. 3.12

Tranformatorët matës të tensionit ndahen në këto klasa përpikmërie: 0,2; 0,5; 1.

Edhe në këtë rast vlera e madhësisë që matet meret nga shumëzimi i tregimit të aparatit matës që lidhet në pësjtjellën dytësore, me koeficientin e transformimit të tranformatorit.

Gjatë shfrytëzimit të tranformatorëve matës të tensionit duhet bërë kujdes që kur hiqet aparati sekondari duhet të qendrojë gjithmonë i hapur, pasi në të kundërt sjell pasoja shumë të rrezikshme.

Koeficienët e transformimit K_i dhe K_u jepen në targën e tranformatorit.

Gjatë shfrytëzimit të tranformatorëve matës të rrymës dhe të tensionit duhet të kihet kujdes:

- Trupi i tranformatorit duhet të tokëzohet gjithmonë (njëra kapëse e dytësorit të jetë e tokëzuar).
- Tranformatori nuk duhet të mbingarkohet më shumë se fuqia nomonale.
- Të kontrollohet vazhdimisht izolimi dhe niveli i vajit.
- Të pastrohet vazhdimisht nga pluhurat dhe papastërtitë.

3.3 Matja e frekuencës

Diapazoni i frekuencave është shume i gjerë. Për matjen e saj zgjidhet metoda që varen nga: vlera e frekuencës, përpikmëria e matjes që kërkohet, nga fuqia e burimit të sinjalit etj.

Aparati për matjen e ferkuences quhet ferkuencmetër.

Frekuencmetri lidhet në paralel me pajisjen të cilës i matet frekuenca.

Frekuencmetrat e tipit *elektromekanik* përdoren për matjen e frekuencave nga 20-2500Hz, në qarqet energjitike dhe ndërtohen duke përdorur mekanizmat *elektromagnetikë* dhe *elektrodinamik*.

Frekuencmetri më i thjeshtë është frekuencmetri dridhës ku tensioni i frekuencës që matet zbatohet në pësjtjellën e elktromagnetit. Në fushën e elktromagnetit jane vendosur pllaka të holla çeliku të fiksuara në njërin skaj. Skajet e lira janë të lyer me bojë të shndritëshme.

Në fig. 3.13 jepet skema e ndërtimit të frekuencmetrit dridhës.



Fig. 3.13

Çdo pllakë ka nje frekuencë vetjake të sajën. Nën veprimin e fushës magnetike të elektromagnetit dhe forcës së elasticitetit shufrat kryejnë lëvizje lëkundëse. Amplitudën më të madhe të lëkundjes e ka pllaka me frekuencën vetjake sa dyfishi i frekuencës së tensionit të dhënë.

Gabimi relativ i matjes është 1.0- 2,5%.

Gjithashtu ekzistojnë edhe frekuencmetra të tipit logometrik elektromagnetik të cilët kanë kufij të ngushtë matjeje me $\pm 10\%$ të vlerës mesatare.

Në fig. 3.14 tregohen pamje të frekuencmetrave digital dhe analog.



Fig. 3.14. Frekuencmetri dixhital dhe analog

Tema mësimore nr. 4: Matja e rezistencave

4.1. Veçoritë e matjes së rezistencave

Rezistenca është një nga parametrat kryesorë të qarkut elektik. Vlerat e rezistencave ndryshojnë në kufij shumë të gjerë (nga 10^{-8} deri në $10^{15}\Omega$). Konvencionalisht ato ndahen në tre grupe: rezistenca të vogla ($R < 10\Omega$), mesatare ($10 < R < 10^5$) dhe të mëdha ($R > 10^5$).

Çdo grup rezistencash ka karakteristikat e veta. Rezistenca është një parametër pasiv dhe në procesin e matjes, është e nevojshme të shndërrohet në element aktiv vlera e të cilit matet.

Kjo madhësi elektrike aktive duhet të pasqyrojë vetëm rezistencën e matur në mënyrë që të evitohet ndikimi i elementeve të tjerë të qarkut në matje.

Gjatë matjes së rezistencave të vogla duhet të eliminohet ndikimi i përcjellësve lidhës, kontakteve dhe të forcave termoelektromotore (f.t.e.m).

Gjatë matjes së rezistencave të mesme, mund të mos meren parasysh rezistencat e përcjellësve lidhës, kontakteve dhe ndikimi i rezistencës së izolimit.

Gjatë matjes së rezistencave të mëdha duhet marrë parasysh ndikimi i rezistencave vëllimore dhe sipërfaqësore, lagështirës etj.

Matja e rezistencave duhet të bëhet gjithmonë me rrymë të vazhduar, pasi përdorimi i rrymës alternative do të sillte gabime nga ndikimi i induktiviteteve dhe kapaciteteve si dhe nga ndryshimi i

frekuencës. Gjithashtu përdorimi i rrymës së vazhduar jep mundësinë e përdorimit të aparateve magnetoelektrike të cilët kanë një saktësi të lartë.

Për rezistencat e përcjellsave të lëngët ose të përcjellsve që kanë lagështirë të madhe, psh. rezistencës së tokëzimit, rekomandohet të përdoret rryma alternative për shkak të dukurisë së elektrolizës e cila do të sillte gabime të mëdha në matje.

Metodat për matjen e rezistencave në qarqet e rrymës së vazhduar janë:

- metoda me ampermetër dhe voltmetër (metoda jo e drejtpërdrejtë)
- me ommetër (metoda e drejtpërdrejtë)
- me ura matëse (metoda me krahasim).

Për matje të përpikta të rezistencave përdoren urat matëse, që mbështeten në parimin e krahasimit, ose mund përdoren kompesatorët.

Urat matëse njëshe zakonisht përdoren për matjen e rezistencave mesatare, kurse urat dyfishe përdoren për matjen e rezistencave të vogla, pasi në këto të fundit pakësohet shumë ndikimi i rezistencave të telave lidhës dhe i kontakteve në qakun e matjes.

Skema urë mund të përdoret edhe për përcaktimin e vendit të prishjes së kabllit.

4.2. Metoda e ampermetrit dhe voltmetrit

- *Matja e rezistencave mesatare*

Nga ligji i Ohmit rezistenca llogaritet nga raporti i rrymës me tensionin e zbatuar në skajet e saj

$$R = U / I$$

Duke matur tensionin me voltmetër dhe rrymën me ampermetër përcaktohet rezistenca.

Për matjen e rezistencave mund të përdoren dy skema si në figurat më poshtë (fig. 4.1).

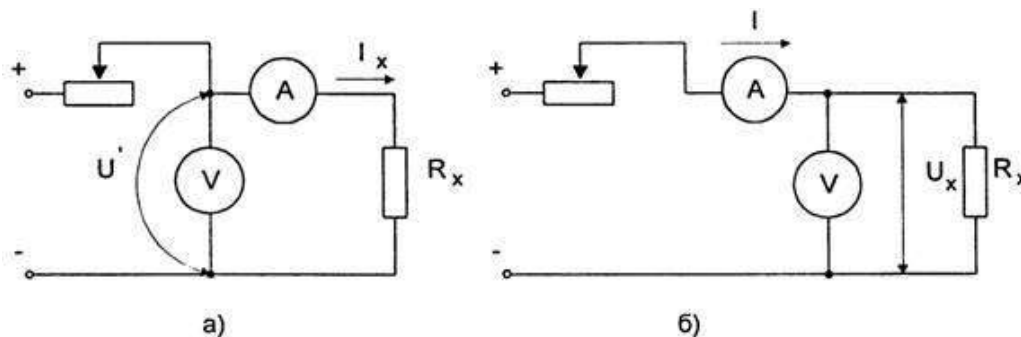


Fig.4.1. Skemat e matjes së rezistencave

Gjatë matjes sipas skemës a) voltmetri mat tensionin që zbatohet jo vetëm në rezistencën R_x por dhe tensionin U_A në ampermetër, pra rezistenca R_x do të llogaritet

$$R_x = U_V - U_A / I_A = (U_V - I_A R_A) / I_A = (U_V / I_A) - R_A$$

ku I_A është rryma e matur me ampermetër dhe R_A rezistenca e brendëshme e ampermetrit.

Kjo skemë përdoret në ato raste kur rezistenca që do të matet është e madhe në krahasim me rezistencën e ampermetrit (100 herë dhe më shumë).

Rënia e tensionit në ampermetër mund të mos merret marasysht pasi ajo është shumë e vogël, pra rezistenca e panjohur llogaritet sipas formulës:

$$R_X = U_V / I_A$$

Gjatë matjes sipas skemes b) ampermetri mat jo vetëm rrymën I në rezistencën R_X , por edhe rrymën I_V në voltmetër

$$R_X = U_V / I_A - I_V = U_V / (I_A - U_V / R_V)$$

Kjo skemë përdoret në ato raste kur rezistenca që do të matet është e vogël në krahasim me rezistencën e voltmetrit (100 herë dhe më shumë).

Rryma në voltmetër do të jetë e vogël në krahasim me rrymën në rezistencën që do të matet, si rrjedhim rezistenca e panjohur llogaritet sipas formulës

$$R_X = U_V / I_A$$

Reostati i vendosur në të dy skemat jep mundësinë që në qark të kalojë një rrymë e tillë që të mos shkaktojë nxehjen e rezistencës R_X e cila ndryshon vlerën e saj.

Kjo mënyrë matje është e thjeshtë por përpikmëria e matjes është e ulët, kjo nga gabimet e aparateve, metodika e matjeve etj.

- *Gjatë matjes së rezistencave të vogla*, për të shmangur ndikimin në rezultatin e matjeve të përcjellësve të lidhjeve dhe të kontakteve të qarkut të matjes, nevojiten katër kapëse: dy që lidhin burimin me rezistencën (kapëset e rrymës) dhe dy të tjera (kapëset potenciale), midis të cilave përfshihet rezistenca që do të matet duke lidhur këtu voltmetrin (milivoltmetrin ose mikrovoltmetrin).

- Gjatë matjes së rezistencave të vogla psh. rezistencave të pështjellave të transformatorëve ose të përcjellësve të shkurtër, nëpër rezistencë kalon rrymë dhe matet në të tensioni. Përdorimi i kapësve të rrymës dhe të tensionit, gjatë matjes së rezistencave të vogla, shmang ndikimet e përcjellësve të linjës dhe të rezistencave kalimtare në rezultatin e matjeve.

Në këto matje tensioni U ka vlera të vogla dhe për mtjen e tij përdoren:

miliampmetra, mikrovoltmetra ose galvanometra.

- *Gjatë matjes së rezistencave të mëdha* siç janë rezistencat e materialeve izoluese dallohe dy rezistenca: vëllimore dhe sipërfaqësore.

Për shembull si rezistencë izolimi tek kabllo, konsiderohet rezistenca vëllimore, prandaj gjatë matjes duhet të shmanget ndikimi i rezistencës sipërfaqësore në rezultatin e matjes.

Gjatë matjes së rezistencës së izolimit duhet patur parasysh ndikimi i faktorëve të tillë si: lagështira, temperatura, lloji i rrymës, koha e veprimtimit të tensionit etj.

Matja e rezistencës së izolimit të materialeve mund të bëhet nën tension ose pa tension.

4.3. Galvanometri

Galvanometrat janë aparate matëse elektrike me ndjeshmëri të lartë sipas rrymës dhe tensionit. Ata përdoren për matjen e rrymave të vazhduara të vogla të rendit mili ose mikro-amper.

Gjithashtu shërbejnë si tregues zeroje dhe për matjen e rrymave, tensioneve me vlera të vogla dhe sasive të vogla të elektricitetit.

Galvanometri zakonisht ndërtohet si instrumenti me magnet permanent dhe bobinë rrotulluese për matjen e rrymës së vazhduar, me brezin e matjes prej mikro-amper dhe me pasqyrë deri në nanoamper. Për rrymën e vazhduar prej $10\mu\text{A}$ rezistenca e bobinës është rreth $1\text{k}\Omega$, ndërsa për rrymën prej 100Ma , rezistenca e bobinës është rreth 10Ω .

Në fig. 4.2. tregohet pamja e jashtme a) dhe b) skema e ndërtimit të galvanometrit me mekanizëm me spirale lëvizëse. Galvanometrat mund të jenë edhe balistikë dhe dridhës.

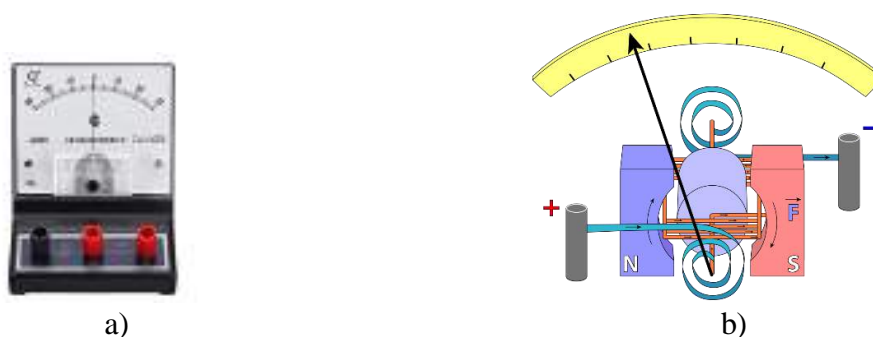


Fig. 4.2. Pamja dhe ndërtimi i galvanometrit

4.4. Matja e rezistencës me ommetër

Për matjen e rezistencës së një elementi ose rezistori mund të përdorim *ommetrin* ose instrumentin universal, i cili duhet të kyçet paralel me elementin si në fig. 4.3.

Për matjen e rezistencës së elementit, ai duhet të shkyçet nga qarku, ose të nderpritet njëri skaj. Për matjen e rezistencave R_1 dhe R_2 matja me ommetër është e rregullt nëse kryhet sipas fig. c) dhe d).

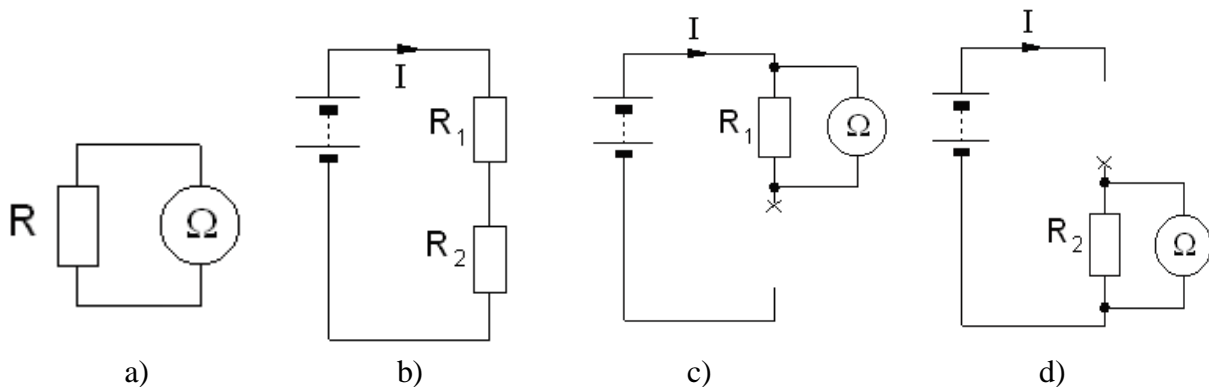


Fig. 4.3. Skemat e matjes së rezistencave me ommetër

4.5. Urat e matjes

Urat e matjes janë metoda indirekte për matje, sepse vlera e madhësisë që matet, pra rezistenca nuk lexohet direkt në instrument, por bëhet krahasimi i saj me një rezistencë të njohur.

Në këtë rast shfrytëzohet treguesi i zeros.

Ura e matjes paraqitet si instrument i cili duhet të sillet në pozicionin zero, atëherë kur rezistenca që matet barazohet me rezistencën e njohur.

Matja e rezistencës me urën matëse Wetston

Në fig. 4.4. është paraqitur Ura e Wheatstone për matjen e rezistencave më të mëdha se 1Ω .

Ajo përbëhet nga një resistor i panjohur R_x (R_1), dhe tre rezistorë të njohur: R_2 , R_3 , R_4 , burimit E dhe galvanometrit G i cili regjistron rrjedhjen e rrymës midis pikave A dhe B.

Proçesi i matjes me anë të urës ka të bëjë me atë që duke ndryshuar një ose disa rezistenca të krahëveve të saj, synohet që rryma në galvanometer të bëhet zero, domethënë potenciali i pikave A dhe B të jetë i barabartë. Në këtë rast ura kolon në gjendje ekuilibri.

Në pozicionin ekuilibruar do të jetë i vlefshëm barazimi:

$$R_1/R_2 = R_3/R_4 \quad \text{nga ku} \quad R_x = R_1 = R_2 \cdot R_3 / R_4$$

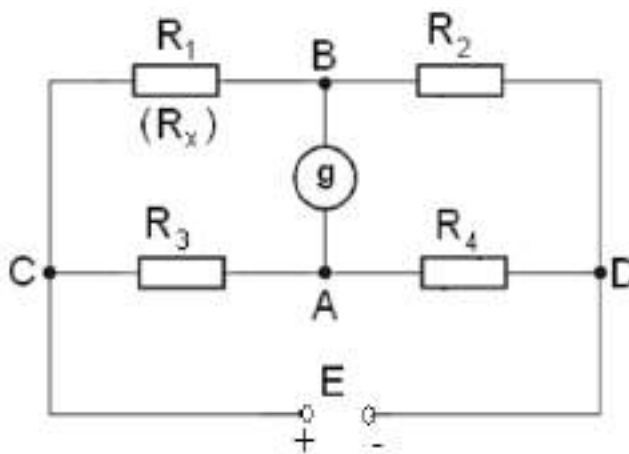


Fig. 4.4. Ura matëse Wetston

Ura Wetston mund të realizohet:

- me rezistenca dekadë (10,100,1000,10000 Ω)
- me percjellës matës.

4.6. Matja e induktivitetit

Induktiviteti është një parametër shumë i rëndësishëm i bobinës. Ai shënohet me L , dhe njësia e tij matëse është *henri* [H].

Për matjen e induktivitetit më shpesh përdoret metoda me ampermetër dhe voltmetër (U- I).

Çdo bobinë (pështjellë), krahas *induktivitetit* ka edhe *rezistencën ohmike*.

Gjatë kalimit të rrymës alternative në bobinë, ajo do të karakterizohet nga rezistenca:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad \text{ku} \quad X_L = \omega L$$

prej nga induktiviteti
$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{\omega}$$

Në fig. 4.5 jepet skema e matjes së induktivitetit të bobinës pa bërthamë feromagnetike.

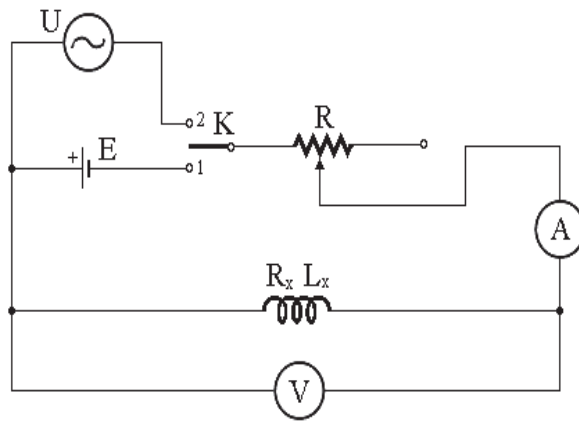


Fig. 4.5

Nëse çelësi K është në pozicionin 1 dhe qarku ushqehet nga burimi i rrymës së vazhduar E ($\omega = 0$), rezistenca omike e bobinës do të jetë

$$R_x = U_1 / I_1 \quad [\Omega]$$

Nëse çelësi K është në pozicionin 2 dhe qarku ushqehet nga burimi i rrymës alternative me frekuencete njohur ($\omega = 2\pi f$), rezistenca e plotë e bobinës do të jetë

$$Z_x = U_2 / I_2 \quad [\Omega]$$

Duke marrë vlerat e matjeve përkatëse të tensionit nga voltmetri dhe rrymës nga ampermetri rezistenca e bobinës do të jetë:

$$L_x = \frac{\sqrt{Z_x^2 - R_x^2}}{\omega} \quad [H]$$

Për matjen e induktivitetit të bobinës me bërthamë feromagnetike, pra kur përfshihen edhe humbjet përdoret tjetër skemë.

4.7. Matja e kapacitetit

Kapaciteti është një parametër shumë i rëndësishëm i kondensatorit. Ai shënohet me C , dhe njësia matëse tij është *Farad* [F].

Kapaciteti elektrik paraqet sasinë e ngarkesave të grumbulluara në kondensator që varen nga tensioni i zbatuar në të.

$$Q = C \cdot U$$

Humbjet në kondensator do të konsiderohen të papërfillshme.

Për matjen e kapacitetit më shpesh përdoret metoda me ampermetër dhe voltmetër (U - I).

Me këtë metodë në fillim përcaktohet rezistenca kapacitive, dhe nga ajo do të llogarisim kapacitetin e panjohur.

Në fig. 4.6 jepet skema e matjes së kapacitetit të kondensatorit.

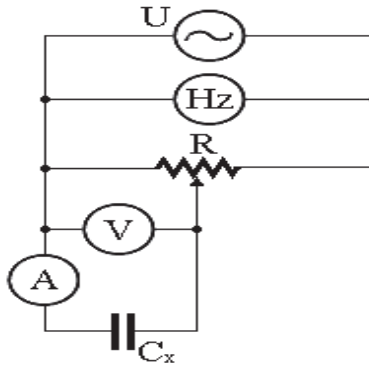


Fig. 4.6. Skema e matjes së kapacitetit

Nëse kondensatori me kapacitet të panjohur C_x lidhet me burimin alternativ si në figurë, duke matur tensionin dhe rrymën e kondensatorit që rrjedh nëpër të, si dhe duke matur frekuencën me ndihmën e frekuencmetrit, mund të përcaktojmë kapacitetin C_x .

Për këtë rast vlejné relacionet:

$$U = I \cdot X_c, \quad X_c = 1 / \omega C_x \quad \text{nga ku} \quad U = I / \omega C_x, \quad C_x = I / \omega U$$

Gjatë matjes së kapacitetit me këtë metodë është e domosdoshme tensioni sinusoidal i burimit të ushqimit, pasi në të kundërt ndodh shformim i madh i lakores së rrymës gjë që sjell gabim të madh të matjes së vlerës së kapacitetit.

Zona matëse në këtë metodë varet në radhë të parë nga frekuenca e zgjedhur.

Për matjen e kapacitetit të kondensatorit, kur përfshihen edhe humbjet në dielektrik përdoret tjetër skemë.

4.6. Matja e rezistencave të izolimit në instalimet pa tension

Instrumenti për matjen e rezistencës së izolimit quhet Megaometër (ose megër). Megaometri është një aparat që përdoret për matjen e rezistencave të mëdha siç janë rezistencat e materialeve izoluese që përdoren për izolimin e makinave elektrike dhe të kablllove të instalimeve elektrike.

Në praktikë bëhet shpesh matja e rezistencës së izolimit ndërmjet dy percjellësve të një instalimi, rezistenca ndërmjet percjellësve dhe tokës, të cilat duhet të kenë vlera shumë të mëdha.

Rezistenca e izolimit matet me tension të vazhduar.

Në fig. 4.7. është dhënë skema për matjen e rezistencës së izolimit të percjellësit A kundrejt tokës në instalimin me dy percjellës. Njëra kapëse e megaommetrit lidhet te percjellësi A, kurse kapësja tjetër lidhet me tokën.

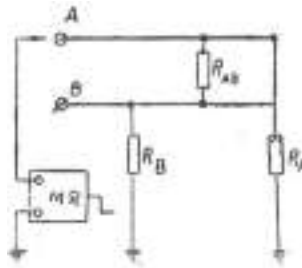


Fig. 4.7. Matja e rezistencës së izolimit

Rezultati i matjes nuk përcakton rezistencën e izolimit të percjellësit A kundrejt tokës R_A , por rezistencën e njëvlerëshme të dy degëve paralele, njëra degë R_A kurse dega tjetër e përbërë nga dy rezistenca të lidhura në seri, R_{AB} dhe R_B . Kjo rezistencë e njëvlerëshme është më e vogël se R_A ($R_{nj} < R_A$). Në pamundësi për të përcaktuar rezistencën R_A , mund të pranohet që madhësia R_A mund të jetë me e vogël se vlera e nxjerrë R_{njA} . Në të njëjtën mënyrë mund të arsyetojmë për rezistencën e izolimit të percjellësit B.

Rezistenca e izolimit duhet të matet para se instalimi të vihet në shfrytëzim dhe në mënyrë periodike gjatë shfrytëzimit. Sipas rregullave, matja e rezistencës së izolimit duhet të bëhet me megaometër me tension sa ai i punës dhe jo më të vogël se 100 V.

Gjatë matjeve duhet pasur parasysh që të gjithë çelësat të jenë të mbyllur.

Për qëllime matje duhet hequr lidhja përcjellësit neutrit dhe atij mbrojtës (në sistemin TN).

Pajisjet matëse sot nuk lejojnë matje kur qarku ndodhet nën tension.

Impianti që matet duhet të jetë pa tension para matjes, pasi matja e rezistencës mund të çojë në një qark të shkurtër. Nëse rezistenca e izolimit në një instalim elektrik është nën standardet, sistemi kurrë nuk duhet të furnizohet me energji elektrike. Në këtë rast rrezikohet jeta e njerëzve.

Të gjitha pajisjet elektrike dhe elektronike duhet të jenë plotësisht të izoluara.

Për të gjetur rezistencën izoluese të një motori elektrik, matet rezistenca midis pështjellave të motorit dhe tokës. Nëse vlera e rezistencës izoluese është 2 megaohm dhe më e ulët, izolimi i motorit është shumë i dobët, kur vlera është 5-10 megaohm izolimi është normal dhe shumë i mirë për vlerën 50-100 megaohm.

Në fig. 4.8. jepet mënyra e matjes së izolimit të një percjellësi me megaommetër (ose megër).

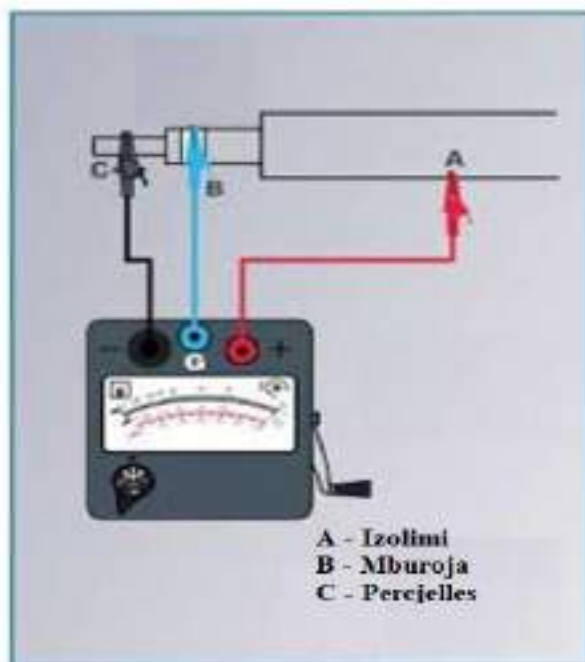


Fig. 4.8. Matja e izolimit të nje përcjellesi

Në figurën më poshtë (fig. 4.9) jepen tipe të aparatit Megaohmmetër.



Fig. 4.9. Megri

4.7. Rezistenca e tokëzimit

Në instalimet elektrike për të mbrojtur personelin nga rënia nën tension në rast prishje izolimi, përdoret tokëzimi mrojtës.

Tokëzim quhet lidhja e pjesëve metalike jo rrymësjellëse, që nuk janë nën tension por që mund të bien nën tension, me tokën. Tokëzimi realizohet me anë të elektrodave metalike që vendosen në tokë dhe lidhen me instalimin elektrik nëpërmjet përcjellësve të tokëzimit. Rezistenca e tokëzuesit dhe përcjellësit është shumë e vogël. Shtresa e tokës që ndodhet në afërsi të tokëzuesi paraqet një rezistencë që quhet *rezistencë tokëzimi*.

Matja e rezistencës së tokëzimit bëhet a) me metoden me ampermetër dhe voltmetër si dhe b) me aparatit Terrometër (fig. 4.9). Për të realizuar matjen merren dy elektroda të cilat futen në tokë në një distancë mbi 40 m nga njëra - tjetra. Ndërmjet tyre ushtrohet një tension U dhe në tokë do të kalojë rryma I . Nëse në qarkun e krijuar lidhim ampermetrin dhe njërën kapse të voltmetrit e fiksojmë tek njëra elektrodë dhe kapsen tjetër e lidhim në pika të ndryshme të tokës, atëherë do të nxjerrim lakoren e rënies së tensionit sipas lakores që bashkon elektrodën. Vërtetohet që rryma zvogëlohet duke u larguar nga elektroda dhe në një distancë 20 m ajo bëhet zero. Pra toka paraqet një rezistencë më të madhe pranë elektrodës dhe gjithnjë e më të vogël larg saj.

Vlera e rezistencës përcaktohet nga barzimi $R = U / I$.

Vlera e rezistencës së tokëzimit matet në mënyrë periodike me protokoll të vecantë, ku shënohet dhe vlera e matur e cila duhet të jetë $R_t \leq 2-4 \Omega$.

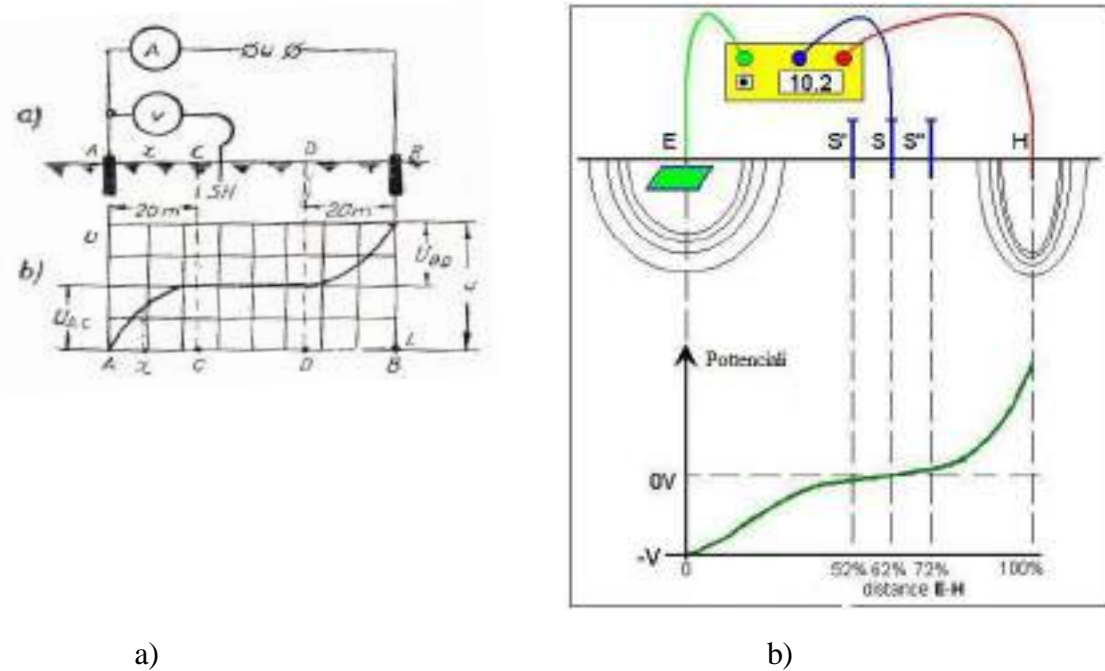


Fig. 4.9. Matja e rezistencës së tokëzimit

Në figurën më poshtë (fig. 4.10) jepen pamje të aparatit terrometër.



Fig. 4.10. Terrometri

Tema mësimore nr. 5: Instrumentet dixhitale

5.1. Njohuri të përgjithshme

Në dallim nga instrumentet analoge tek të cilat paraqitja ose sinjali dalës është funksion i madhësisë së matur, tek instrumentet dixhitale vlera e madhësisë së matur lexohet si numër i paraqitur në ekranin alfanumerik. Tek instrumentet matëse dixhitale së pari bëhet përshtatja e sinjalit matës (dobësimi ose përforcimi), dhe më pas përpunimi ose riparimi i tij. Sinjali analog bartet në A/D konvertorin, nga i cili fitojmë sinjal dixhital. Sinjali dixhital përpunohet në qarqe me teknika dixhitale dhe në fund rezultati nga matja tregohet në ekranin dixhital, (fig. 5.1).

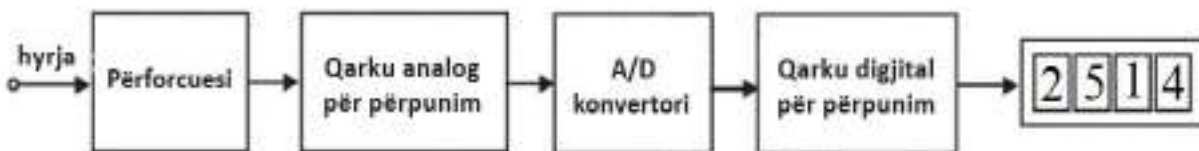


Fig. 5.1. Bllok skema e instrumenteve dixhitale

Përparësitë e këtyre instrumenteve në krahasim me ato analoge elektronike janë:

- saktësi e madhe
(klasa më e ulët e saktësisë së instrumenteve analoge elektronike është 0.05, kurse tek instrumentet dixhitale kufiri i gabimit është 0,001 %)
- lexueshmëria
(leximi i thjeshtë, i njëtrajtshëm dhe i shpejtë i ekranit)
- këndi i gjerë i shikimit
(tek instrumentet analoge këndi i vështrimit është 0° , kurse tek instrumentet dixhitale ai kënd është 50° ose më tepër)
- rezistenca e madhe hyrëse
(tek instrumentet analoge rezistenca hyrëse rregullisht është $10M\Omega$ dhe më tepër)
- eliminimi i gabimeve subjektive gjatë leximit
- janë më të lira se ato analoge,
- rezultatet e matjeve mund të dërgohen në largësi (për shembull, deri te ndonjë kompjuter) për përpunim të mëtejshëm.

Të metat e instrumenteve dixhitale janë:

- mirëmbajtja dhe riparimi i ndërlikuar
- nevoja për bateri

Me instrumentet matëse dixhitale maten edhe madhësitë joelektrike, nëse shndërruesit përkatës më parë i shndërrojnë ato në madhësi elektrike.

5.2. Multimetri Dixhital

Multimetri (avometri) digital shërben për matje të:

- Tensionit të vazhduar – DCV
- rrymës së vazhduar –DCA
- tensionit alternativ –ACV
- rrymës alternative – ACA
- rezistencës – Ω .

Përveç shenjës DC (rrymë e drjtuar), për sinjale të vazhduar haset edhe shenja “ = “, kurse për sinjalet alternative në vend AC (rrymë alternative) haset shenja “~“.

Në fig. 5.2. është treguar instrumenti dixhital me elementet e tij.

Në kuadër të çdo madhësie matëse ka disa shkalle të matjes. Për shembull, nëse zgjedhim DCV (V =), sipas figurës mund të masim tensione të vazhduara deri në :
200mV, 2V, 20V, 200V dhe 1000V.



Fig. 5.2. Multimetri dixhital

Tek instrumentet më të reja dixhitale fusha matës nuk zgjidhet me ndihmën e çelësit të rumbullakët, por bëhet automatikisht. Për realizimin e matjes përdoren edhe dy sonda, një e kuqe dhe një e zezë. Instrumentet moderne dixhitale kanë edhe portën (RS 232) për komunikim me kompjuter. Nëpërmjet kësaj lidhjeje gjatë matjes përveç vlerës së matur që e shohim ne ekranin e instrumentit, shohim njëkohësisht edhe formën e sinjalit në monitorn e kompjuterit.

Puna e multimetrit dixhital bazohet në qarkun kryesor matës (QKM), në hyrjen e të cilit është lejuar që të paraqitet tensioni i vazhduar nga 0 deri 200mV.

Qarku kryesor matës përmban A/D konverter i cili shndërron tensionin analog në tension dixhital, d.m.th. në një numër të caktuar të impulseve.

Shndërrimi i sinjalit analog në atë dixhital realizohet në tre mënyra:

- 1- Tensioni matës shndërrohet në interval kohor, kurse për kohëzgjatjen e intervalit gjenerohen impulse. Numri impulseve numërohet dhe jepet në ekran.
- 2- Në intervalet kohore të caktuara saktësisht numërohen impulset, frekuenca e të cilave është proporcionale me vlerën e tensionit matës.
- 3- Bëhet krahasimi i tensionit analog matës me tensionin e gjeneruar nga A/D konvertori.

Këto instrumente kanë rezistencë të madhe hyrëse ($10M\Omega$) dhe mbrojtje nga kyçja e gabuar.

5.3. Matja e rrymës elektrike me multimetër dixhital

Mënyra e matjes edhe këtu është e njëjte me mënyrën e matjes me instrumente analoge elektronike, duke matur rëniet e tensionit të rezistorëve. Për vlera të mëdha, rryma rrjedh vetëm nëpër rezistenën R_1 , kurse QMK e mat rënien në rezistencën R_1 . Për vlera më të vogla të rrymave, rryma rrjedh nëpër tërë rezistencat (fig. 5.3).

Që të kryhet matja sonda e zezë kyçet në kyçësin e shënuar me “COM” ose “GND”, kurse sonda e kuqe në kyçësin e shënuar me “A”. Pastaj përcaktojmë nëse do të matim rrymë të vazhduar ose alternative, si dhe fushën matëse. Për vlera të mëdha të rrymave, sonda e kuqe duhet të kyçet në kyçësin e shënuar me “20A”.

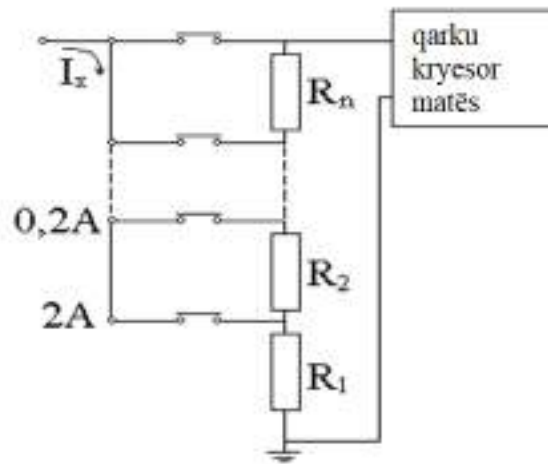


Fig. 5.3

5.4. Matja e tensionit me multimetër dixhital

Mënyra e matjes është e njejte në parim me atë të instrumenteve elektronike analoge, me dallimin se në hyrje të QKM është i lejuar tensioni nga 0 deri 200mV (në analoget deri në 100 mV).

Nëse tensioni hyrës është 200 mV, tensioni çohet direkt në QKM, kurse nëse ai është më i madh zvogëlohet me ndihmën e ndarësit të tensionit, kështu që çohet në QKM (fig. 5.4).

Për të kryer matjen sonda e zezë lidhet në prizën e shënuar me “COM” ose “GND”, kurse sonda e kuqe në prizën shënuar me “V”. Pastaj zgjedhim nëse do të matim tension të vazhduar apo alternativ, si edhe fushën matëse.

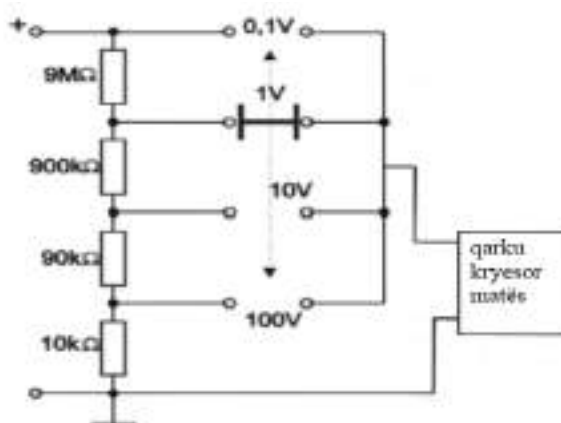


Fig. 5.4

5.5. Matja e rezistencës

Matja e rezistencës me instrumente dixhital bëhet me ndihmën e tensionit referent i cili me qark të veçantë elektronik shndërrohet në rrymë konstante I_0 . Kjo rrymë kalon në rezistenctën matëse R_x , e cila jep rënie të tensionit U_x , e cila matet me QKM. Në këtë mënyrë indirekt matet rezistenca e panjohur (fig. 5.5).

Me ndryshimin e pozicionit të celësit të rrotullueshem ndryshohet fusha matëse e instrumentit. Gjithashtu këtu arrihet të ndryshohet edhe rryma I_0 .

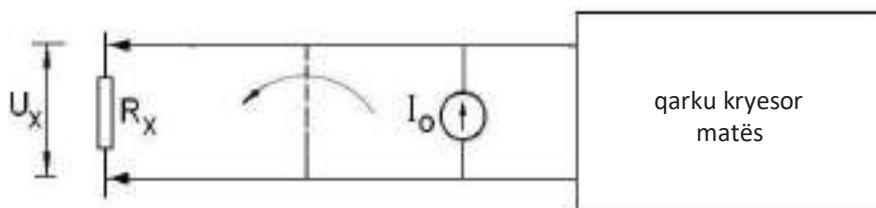


Fig. 5.5. Skema e matja së rezistencës me instrument dixhital

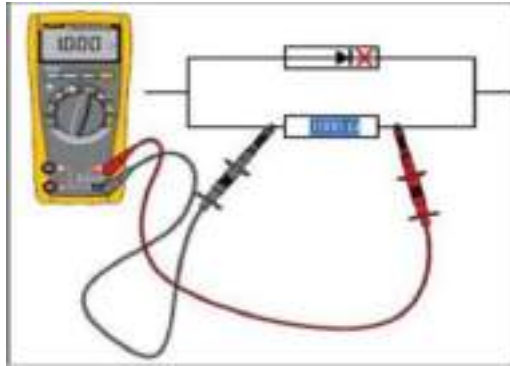


Fig. 5.6. Matja e rezistencës me instrument dixhital

5.6. Saktësia e matjes me instrumente dixhitale

Instrumentet dixhitale sipas saktësisë së tyre mund të ndahen në tre grupe:

- 1- Multimetrat dixhital që kanë ekran me $3^{1/2}$ shifra (digit). Shifra e parë e majtë ose shifra e tij, mund të ketë vlerë 0 ose 1, kurse të tjerat tri shifra mund të kenë vlerë nga 0 deri 9. Numri më i vogël të cilin mund ta tregojë ky instrument është 0000, kurse numri më i madh 1999.
- 2- Multimetrat dixhital industrial me $4^{1/2}$ ose $5^{1/2}$ shifra.
- 3- Multimetrat special laboratorik me 6 ose më shumë shifra dhe me saktësi prej 0,01%. Këta shërbejnë si etalonë për tarimin e dy grupeve të para.

Tema mësimore nr. 6: Oshiloskopi

Oshiloskopi është instrument matës dydimensional i cili tregon ndryshimet e vlerave matëse gjatë kalimit të kohës, ndërsa multimetri elektronik jep vlerat e madhësive. Me oshiloskop mund të maten: tensioni, frekuenca, zhvendosja e fazave, rryma dhe madhësi të tjera elektrike dhe jo elektrike me kushtin që më parë të shndërrohen në tension.

Ekzistojnë oshiloskopë analogë dhe dixhitalë.

6.1. Oshiloskopi analog

Tek oshiloskopët analogë forma e sinjalit hyrës në ekran nga oshiloskopi nxirret me ndihmën e reaktorit elektronik të emetuar nga katoda e gypit. Në ekran nga ana e jashtme është vizatuar sistemi koordinativ në formën e rrjetës.

Në boshtin X- është futur koha, kurse në boshtin Y- tensioni. Rrjeta e cila quhet raster ka 10 x 8 katrorë me 10 mm. Pamja e jashtme e oshilatorit është treguar në fig. 6.1.



Fig. 6.1. Oshiloskopi

Elementi kryesor i oshiloskopit është grupi elektronik i katodës, në ekranin e të cilit përcjellim format e tensionit që matim. Ky gyp është i ndërtuar prej një balloni qelqi i mbyllur hermetikisht, i cili përmban katodën K, rrjetën drejtuese W, rrjetën fokusuese A1, rrjetën e nxitimit A2, pllakat optike dhe ekranin (fig. 6.2).

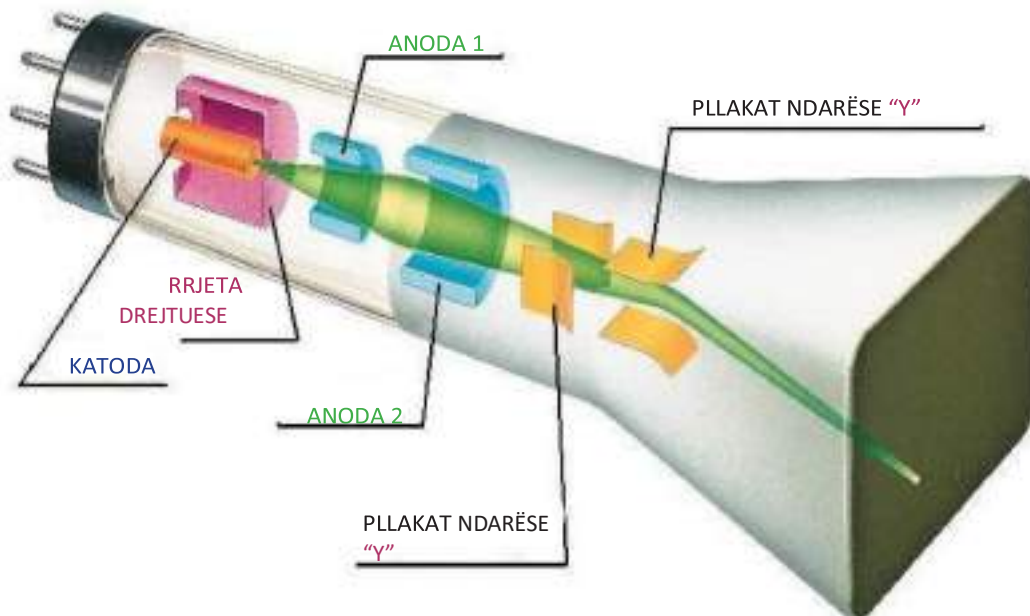


Fig. 6.2. Gypi katodik elektronik

Me ndryshimin e tensionit të elektrodës, ndryshon numri i elektroneve të emetuara të katodës K, gjë që sjell ndryshimin e ndriqueshmërisë së ekranit. Ashpërsia e fotografisë rregullohet me ndryshimin e tensionit të elektrodës A1, kurse me ndihmën e pllakave ndarëse drejtohet lëvizja e tufës së formuar elektronike. Ekran i gypit të katodës nga ana e brendshme është lyer me material fluoeshent i cili gjatë goditjes së elektroneve emeton dritë.

Në fig. 6.3. është treguar bllokskema e katodës së oshiloskopit. Sinjali hyrës shpesh dërgohet në Y-hyrjen, edhe nëse madhësia e tij është sa një e dhjeta e mV, ai shkon drejtpërdrejt në përforcuesin vertikal, e nëse është më e madhe në dobësuesin hyrës. Me butonin VOLT/POD (VOLT/DIV), përcaktohet dobësimi i sinjalit, respektivisht vlera vertikale e një ndarjeje nga rrjeta.

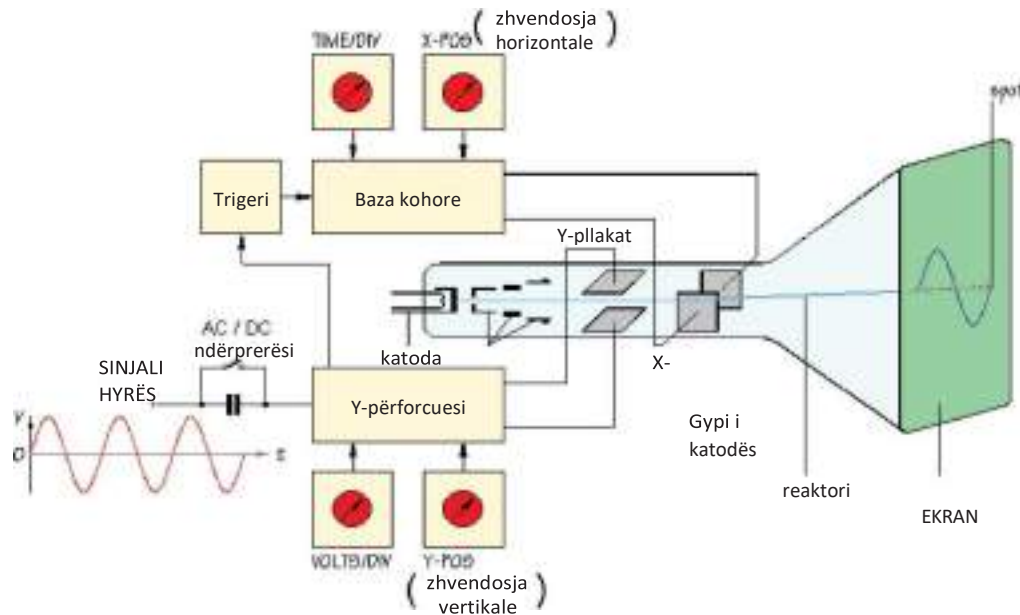


Fig. 6.3. Gypi katodik elektronik

Gjeneratori i bazës kohore gjeneron tension në formë sharre i cili e lëviz reaktorin elektronik nëpër boshtin -X- (fig. 6.4). Koha e rritjes nga t_1 në t_4 , kur reaktori elektronik lëviz prej pikës së skajshme të majtë deri në pikën e skajshme të djathtë, mund të ndryshohet me butonin KOHA/POD (TIME/DIV), me të cilën përcaktohet vlera e katrorit nëpër boshtin -X-.

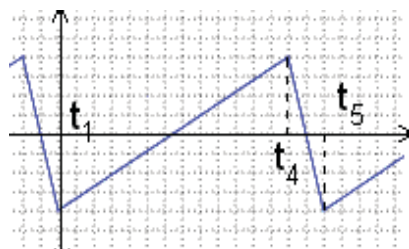


Fig. 6.4. Tensioni në formë sharre i gjeneratorit në bazën kohore të oshiloskopit

Pjesa rënëse e tensionit sharror nga t_4 deri t_5 , shfrytëzohet për kthimin e reaktorit elektronik në gjëndjen fillestare, d.m.th. në anën e skajshme të majtë. Qarku për sinkronizim i mundëson ekranit që të japë sinjal të qetë. Nëse sinkronizimi nuk është bërë mirë, në ekran do të paraqiten shumë sinjale, ose sinjali do të lëvizë nëpër ekran.

Ekzistojnë oshiloskopë me një kanal, dy, ose më tepër kanale.

6.2. Oshiloskopi dixhital

Oshiloskopët dixhital janë pjesë e oshiloskopëve me të cilët lehtësohet dhe përmirësohet mjaft procedura e matjes. Oshiloskopët përmbajnë edhe memorie, kështu sinjali matës mund të përpunohet dhe të analizohet në mënyrë plotësuese. Te këta oshiloskopë sinjali hyrës analog me AD konvertor shndërrohet në sinjal dixhital, memorizohet dhe përpunohet me procesorë të fuqishëm. Rezultatet tregohen në ekran në formë grafike.

Oshiloskopët dixhital mund të përpunohen edhe si *USB oshiloskop dixhital*, të cilët lidhen në kompjuter nëpërmjet portës USB. Tek këta oshiloskopë, me ndihmën e softwerit përkatës, rezultatet i ndajmë në ekran të kompjuterit. Në fig. 6.5. është treguar pajisja e USB oshiloskopit dixhital.



Fig. 6.5. Pajisja e USB oshiloskopit dixhital

Për matjen me oshiloskop me ndihmën e butonit për zgjedhjen e tipit të tensionit, zgjedhim DC tension të vazhduar ose AC tension alternativ. Pastaj me butonin V/DIV zgjedhim sa volt është një pjesë sipas vertikales, kurse me butonin TIME/DIV sa zgjat baza kohore. Me ndihmën e sondës e cila është kyçur me kablllo koaksiale të oshiloskopit, e kyçim tensionin të cilin duam ta matim.

Tema mësimore nr.7: Matja e fuqisë dhe energjisë

7.1. Matja e fuqisë në qarkun e rrymës vazhduar me ampermetër dhe voltmetër

Në qarkun e rrymës së vazhduar duke e matur tensionin dhe rrymën, mund të llogariten vlera e fuqisë $P = UI$. Skema e lidhjes është treguar në fig. 7.1.

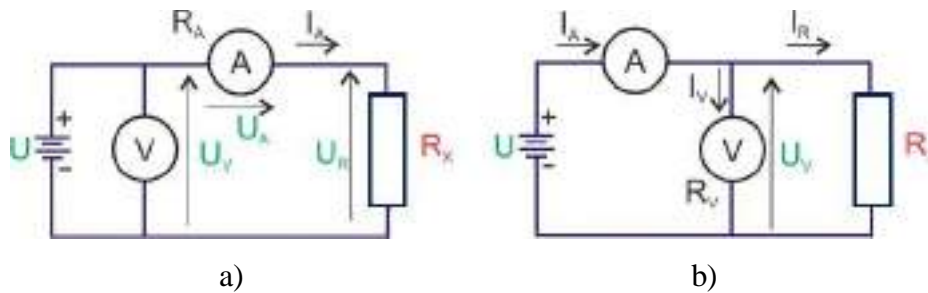


Fig. 7.1. Skemat për matjen e fuqisë me ampermetër dhe voltmetër

Për matjen sipas skemës në fig. a), ku ampermetri është lidhur në seri me ngarkesën R_X , voltmetri mat rënien e tensionit në skajet e ngarkesës U_X , si dhe rënien e tensionit në bobinën e ampermetrit:

$$U_V = U_A + U_R \quad \text{nga ku} \quad U_R = U_V - U_A = U_V - I_A R_A$$

Fuqia sipas tregimeve të Ampermetrit dhe Voltmetrit:

$$P = U_V I_A = (U_A + U_R) I_A = U_A I_A + U_R I_A = P_A + P_R$$

Për $P_A \neq 0$, gabimi metodik është $\Delta P_M = P_A = R_A I_A^2$ ku R_A është rezistenca e ampermetrit.

Për matjen sipas skemës në fig. b), ku voltmetri është lidhur në paralel me ngarkesën R_X , ampermetri mat rrymën e cila kalon nëpër ngarkesën R_X si dhe rrymën e cila kalon nëpër voltmetër

$$I_A = I_R + I_V \quad \text{nga ku} \quad I_R = I_A - I_V = I_A - U_V / R_V$$

Fuqia sipas tregimeve të ampermetrit dhe voltmetrit është

$$P = U_V \times I_A = U_V (I_V + I_R) = U_V I_V + U_V I_R = U_V^2 / R_V + P_R$$

Për $P_V = U_V^2 / R_V \neq 0$, $R_V \neq \infty$, gabimi metodik është: $\Delta P_M = P_V = U_V^2 / R_V$
 R_V është rezistenca e voltmetrit.

7.2. Vatmetri elektrodinamik

Vatmetri elektrodinamik përdoret për matjen direkte të fuqisë. Edhe këtu për të formuar fushën magnetike përdoren dy bobina të fiksuara, të palëvizshme si dhe dy bobina të lëvizshme.

Siç është treguar në fig. 7.2, bobinat e palëvizshme janë të lidhura në seri dhe janë të vendosura në mënyrë koaksiale (në një aks) me hapësirë ajrore midis tyre. Dy bobinat e lëvizshme po ashtu janë të vendosura në mënyrë koaksiale mes tyre dhe janë të lidhura në seri njëra me tjetrën dhe në paralel me qarkun. Bobinat e lëvizshme janë të futura në brendësi të atyre të fiksuara. Kjo bën që të përfitohet konfiguracioni i nevojshëm i fushës magnetike. Për ta përcjellë rrymën në bobinën e lëvizshme përdoren sustat spirale të cilat edhe krijojnë momentin kundërveprues, domethënë kur nuk ka rrymë në bobina ato e mbajnë treguesin në pozicionin zero. Meqë këto spirale përçuese janë shumë të vogla, nëpër instrument nuk mund të qarkullojë rrymë e madhe.

Momenti rrotullues.

Gjatë kalimit të rrymave I_1 dhe I_2 lindin forcat elektromagnetike të cilat tentojnë ta rrotullojnë bobinën e lëvizshme në mënyrë që flukset e dy bobinave të përputhen. Energjia e fushës magnetike e dy palëve të bobinave të lidhura në seri, atyre të palëvizshme ku qarkullon rryma I_1 dhe e atyre të lëvizshme ku qarkullon rryma I_2 është

$$W_m = \frac{1}{2}L_1I_1^2 + \frac{1}{2}L_2I_2^2 + M_{12}I_1I_2$$

ku L_1 dhe L_2 janë induktivitetet e bobinave të palëvizshme dhe të lëvizshme, kurse M_{12} është induktiviteti reciprok midis këtyre bobinave.

Në shprehjen për energjinë, vetëm induktiviteti reciprok M_{12} varet nga këndi i rrotullimit i pjesës lëvizëse. Shprehja për momentin është:

$$M = \frac{dW_m}{d\alpha} = \frac{dM_{12}}{d\alpha} I_1I_2$$

Gjatë qarkullimit nëpër bobina të rrymave alternative $i_1 = I_1 m \sin \omega t$ dhe $i_2 = I_2 m \sin(\omega t + \psi)$, pjesa e lëvizshme për shkak të inercisë reagon me vlerën mesatare të momentit rrotullues:

$$M_{mes} = \frac{dW_m}{d\alpha} = \frac{dM_{12}}{d\alpha} I_1I_2 \cos \psi$$

Gjatë qarkullimit nëpër bobina të rrymave alternative $i_1 = I_1 m \sin \omega t$ dhe $i_2 = I_2 m \sin(\omega t + \psi)$, pjesa e lëvizshme për shkak të inercisë reagon me vlerën mesatare të momentit rrotullues:

$$M_{mes} = \frac{dW_m}{d\alpha} = \frac{dM_{12}}{d\alpha} I_1I_2 \cos \psi$$

ku I_1 dhe I_2 janë vlerat efektive të rrymave, $M(t)$ është vlera e çastit e momentit rrotullues, ψ – është këndi i shfazimit midis rrymave në bobina.

Nga ekuacioni për momentin, rezulton se momenti rrotullues është proporcional me produktin e vlerave efektive të rrymave në bobina dhe kosinuset të këndit midis tyre.

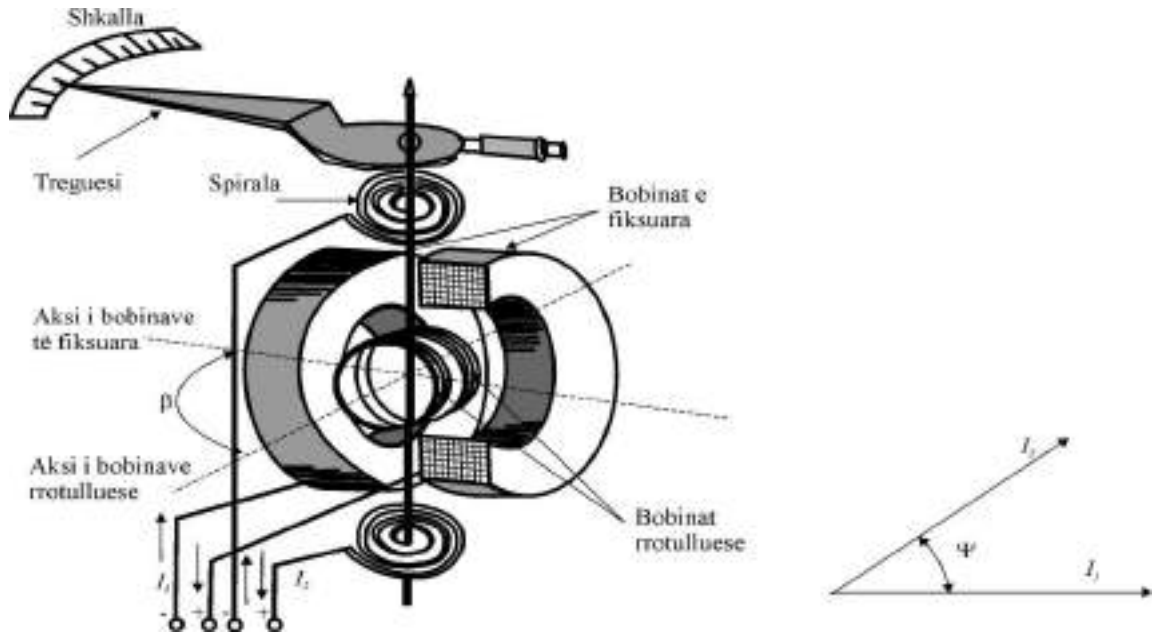


Fig. 7.2. Ndertimi vatmetri elektrodinamik

Kjo veçori e mekanizmave elektrodinamike jep mundësi për përdorimin e tyre si mjete për matjen e fuqisë e cila është produkt i rrymës në bobinën e rrymës, që është sa rryma e ngarkesës, $I_1 \approx I$ me atë të bobinës së tensionit e cila është proporcionale me tensionin. $I_2 = U / (R_2 + R_s)$.

Në qoftë se momenti i kundërveprimit ($M_{kv} = C\alpha$) krijohet me elemente spirale, në regjimin e stabilizimit të zhvendosjes ($M = M_{kv}$) fitohet:

$$I_1 I_2 \cos \psi \frac{dM_{12}}{d\alpha} = C\alpha$$

prej nga, për mekanizmat e instrumenteve që punojnë në rrymën alternative:

$$\alpha = \frac{1}{C} \frac{dM_{12}}{d\alpha} I_1 I_2 \cos \psi$$

Rrjedhimisht, karakteri i shkallës varet nga prodhimi $I_1 I_2 \cos \psi$ dhe $dM_{12}/d\alpha$.

Induktiviteti reciprok midis bobinave përcaktohet nga: forma, përmasat dhe pozicioni reciprok i tyre, d.m.th. $M_{12} = f(\alpha)$.

Përparësia kryesore e instrumentit të tipit elektrodinamik është se mund të përdoret si për matje në rrymat e vazhduara ashtu edhe në ato alternative.

Gjatë qarkullimit të rrymave të vazhduara I_1 dhe I_2 nëpër bobina, dhe duke e pasur parasysh se $I_2 = U/R_U$, atëherë kendi midis $(I_1, I_2) = \psi \approx \varphi$, mund të shkruajmë shprehjen për karakteristikën e instrumentit në këtë formë:

$$\alpha = \frac{1}{C} \frac{dM_{12}}{d\alpha} I_1 I_2 \cos \psi = \frac{1}{C} \frac{dM_{12}}{d\alpha} I_1 \frac{U}{R_U} \cos \varphi = k I_1 U \cos \varphi = kP$$

k - është konstante, I_1 dhe U janë rryma dhe tensioni i ngarkesës, dhe $\cos \varphi$ është këndi i çfazimit

midis tensionit dhe rrymës, dmth. instrumenti në këtë rast do të matë fuqinë aktive në qarkun e rrymës alternative. Në qarkun e rrymës së vazhduar nuk ka çfazim prandaj do të kemi produktin kI_1U , pra përsëri mat fuqinë e konsumatorit të qarkut.

7.3. Matja e fuqisë në qarkun e rrymës së vazhduar me vatmetër

Skema e lidhjes së vatmetrit për matjen e fuqisë në qarkun e rrymës së vazhduar është treguar në fig.7.3

$$P = K_W \alpha_W$$

ku: K_W - është konstanta e vatmetrit, $K_W = P_n/\alpha_n$, ($P_n = U_n I_n$),
 α_W - është vlera e shkallë-ndarjeve e lexuar në shkallën e instrumentit

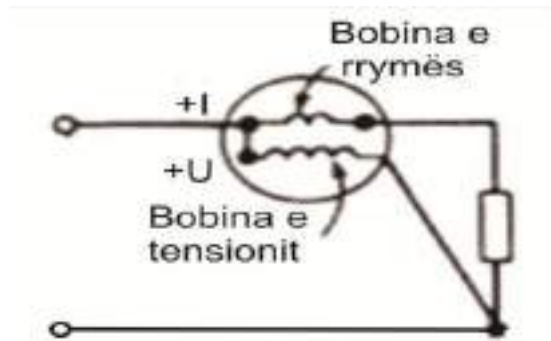


Fig. 7.3. Skema e lidhjes së vatmetrit në qarkun e rrymës së vazhduar

7.4. Fuqia në qarkun njëfazor të rrymës alternative

Në qarkun e rrymës alternative, në rastin e tensioneve dhe e rrymave sinusoidale harmonike, d.m.th kur tensioni dhe rryma përcaktohen me shprehjet:

$$u = U_m \sin \omega t = \sqrt{2} U \sin \omega t$$

$$i = I_m \sin (\omega t - \varphi) = \sqrt{2} I \sin (\omega t - \varphi)$$

ku $U_m = \sqrt{2} U$ dhe $I_m = \sqrt{2} I$ jep raportin midis vlerës maksimale dhe efektive të tensionit dhe rrymës alternative, $\omega = 2\pi f$, dhe φ është këndi i shfazimit midis rrymës dhe tensionit (fig. 7.4).

Në fig. 7.4, jepet diagrami vektorial i rrymës dhe tensionit ku rryma është: a) në fazë me tensionin, b) në vonesë faze nga tensioni, c) në përparim faze nga tensioni.

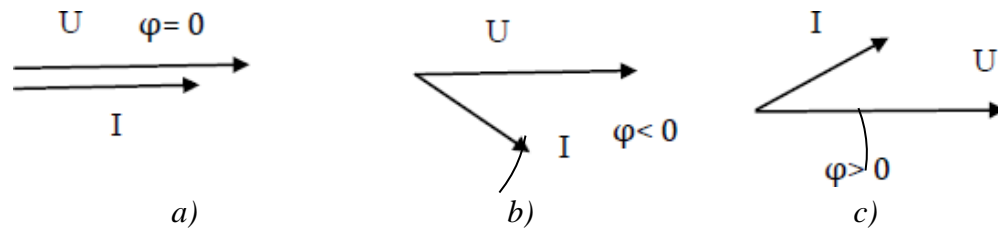


Fig. 7.4. Diagrami vektorial

Vlera momentale e fuqisë do të jetë: $p = ui$

ose:
$$p = ui = U_m \sin \omega t I_m \sin (\omega t - \varphi)$$

Fuqia në qarkun e rrymës alternative varet nga karakteri i ngarkesës, domethënë nga vlera e këndit φ .

a) Për ngarkesën me karakter aktiv $\varphi = 0$, induktiv $\varphi > 0$ dhe kapacitiv $\varphi < 0$, (fig. 7.4).

Ngarkesa aktive: $\varphi = 0$ atëherë rryma $i = I_m \sin \omega t$ është në fazë me tensionin: $u = U_m \sin \omega t$, dhe duke pasur parasysh formulën

$$p = ui = i^2 R = (I_m \sin \omega t)^2 R$$

vlera mesatare e fuqisë do të jetë:

$$P_{mes} = I_m^2 R / 2$$

dhe duke pasur parasysh se vlera maksimale dhe ajo efektive janë në raportin: $I_m = \sqrt{2} I$

do të kemi: $P = UI \quad (W)$

Duke zëvendësuar $U = IR$ dhe $I = U/R$ fitohet:

$$P = I^2 R = U^2 / R \quad (W)$$

b) Për ngarkesën me karakter indukt d.m.th kur rryma është në vonesë faze me tensionin me këndin $\varphi = -90^\circ$, fuqia jepet me shprehjen:

$$p = ui = I_m \sin \omega t U_m \sin (\omega t + 90^\circ) = UI \sin 2\omega t$$

Respektivisht fuqia mesatare është zero. $P = 0$

Fuqia reaktive induktive:

$$Q_L = UI \quad (VAR)$$

Duke zëvendësuar :

$$U = IX_L \text{ dhe } I = U/X_L$$

meret fuqia:

$$Q_L = I^2 X_L = U^2 / X_L \quad (VAR)$$

c) Për ngarkesën me karakter kapacitiv d.m.th kur rryma është në përparim faze me tensionin me këndin $\varphi = 90^\circ$, fuqia jepet me shprehjen:

$$p = ui = I_m \sin \omega t U_m \sin (\omega t - 90^\circ) = -UI \sin 2\omega t$$

Respektivisht fuqia mesatare është zero. $P = 0$

Fuqia reaktive kapacitive:

$$Q_C = UI \quad (\text{VAR})$$

Duke zëvendësuar :

$$U = IX_C \text{ dhe } I = U/X_C$$

meret fuqia:

$$Q_L = I^2 X_L = U^2/X_L \quad (\text{VAR})$$

Qarku me elementet R, L dhe C është rasti më i përgjithshëm i një qarku elektrik real.

Ndikimi i tre parametrave është i theksuar në qarqet që punojnë në frekuenca të larta.

Në fig. 7.5. jepet qarku i përbërë nga burimi i rymës alternative, rezistenca aktive R, induktiviteti i bobinës L dhe kapaciteti i kondensatorit C të lidhur seri.

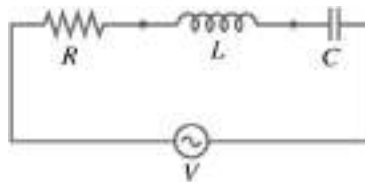


Fig. 7.5.

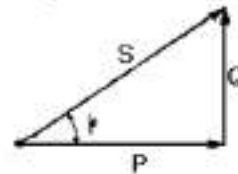
Rezistenca e përgjithshme e qarkut është:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Nga trekëndeshi i fuqive:

Fuqia aktive $P = UI \cos \varphi$

Fuqia reaktive $Q = UI \sin \varphi$.



$$S = \sqrt{P^2 + Q^2};$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S};$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z};$$

Rezistenca e plotë është e qarkut është

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}, \quad Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

7.5. Matja e fuqisë aktive në qarkun njëfazor alternativ

Metoda e V-A nuk mund të përdoret, dhe matja e fuqisë bëhet me anë të vatmetrit (fig. 7.6)

Fuqia aktive e ngarkesës Z_N është:

$$P = UI \cos \varphi$$

ku φ është këndi ndërmjet U dhe I.

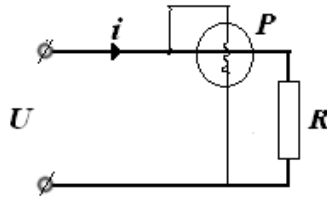


Fig. 7.6

Për matjen e fuqisë aktive, përdoret vatmetri elektrodinamik. Shprehja për fuqinë e matur me vatmetrin elektrodinamik:

$$P = K_W \alpha_W - U^2/R_V$$

ku: K_W është konstanta e vatmetrit, $K_W = P_n/\alpha_n$, ($P_n = U_n I_n$ për $\cos\varphi = 1$)

α_W - është vlera e shkallëve ndarjeve e lexuar në shkallën e instrumentit.

Për rezistencën e qarkut të bobinës së tensionit shumë e madhe ($R_V \gg$), fuqia është:

$$P = K_W \alpha_W$$

7.6. Matja e fuqisë në sistemet tre fazore

Vlera e çastit e fuqisë në sistemin tre fazor është e barabartë me shumën e fuqive të çastit të faza ve të veçanta

$$p = p_1 + p_2 + p_3 = u_1 i_1 + u_2 i_2 + u_3 i_3$$

Nga diagrami vektorial i tensioneve dhe rrymave të sistemit trefazor (fig. 7.7), dhe nga shprehja:

$$P = \frac{1}{T} \sum_0^T p dt = U_1 I_1 \cos \varphi_1 + U_2 I_2 \cos \varphi_2 + U_3 I_3 \cos \varphi_3$$

gjejmë vlerën efektive të fuqisë së sistemit trefazor: $P = P_1 + P_2 + P_3$

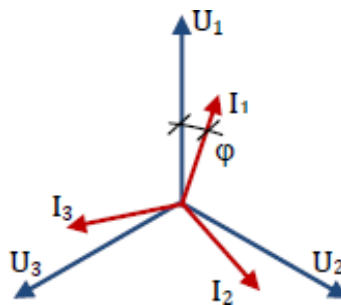


Fig. 7.7

Për matjen e fuqisë në sistemin trefazor përdoret vatmetri, ku në secilën fazë mund të lidhim një vatmetër njëfazor, dhe nga shuma e të treve gjejmë fuqinë e sistemit trefazor.

Në Fig. 7.8, është treguar skema e lidhjes së vatmetrave në sistemin trefazor me tre percjellës (me zero artificiale) fig. a, dhe me katër percjelles fig. b.

Në qoftë se ngarkesa është simetrike, vlera e rrymave të tre fazave është e njëjtë. Në këtë rast mjafton që të lidhim një vatmetër dhe fuqia totale i sistemit është: $P = 3P_1$.



Fig. 7.8. Skema e lidhjes së vatmetrave në sistemin trefazor a) pa përcjelles të zeros dhe b) me përcjelles të zeros

7.7. Metoda me dy vatmetra (e Aronit)

Në sistemin trefazor pa përcjelles të zeros është e mundur të përdoret sistemi matës që përbëhet nga dy vatmetra (metoda e Aronit). Në fig. 7.9, është treguar lidhja vatmetrave sipas metodës së Aronit si dhe diagrami vektorial (fig.7.10).

Thjesht mund të vërtetohet se me metodën e Aronit fuqia totale e sistemit trefazor matet sakte. Vlera e çastit e fuqisë në sistemin trefazor është:

$$p = u_1 i_1 + u_2 i_2 + u_3 i_3$$

Shuma e vlerave të rrymës në rrjetin me përcjelles të zeros është:

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0 \quad \text{nga ku} \quad i_3 = -(i_2 + i_1)$$

Shuma e fuqive të treguara nga dy vatmetrat është baras me fuqinë totale në sistem. Kjo vartësi vlen si për qarqet simetrike ashtu edhe për ato asimetrike. I vetmi kufizim është se qarku duhet të jetë me tre percjelles, d.m.th pa përcjellesin e zeros.

Për ngarkesë simetrike sipas diagramit vektorial të treguar me lart vlerat e treguara nga vatmetrat janë:

$$P_1 = UI \cos(30^\circ - \varphi)$$

$$P_2 = UI \cos(30^\circ + \varphi)$$

ku U është tensioni fazë-fazë dhe I është rryma e fazës.

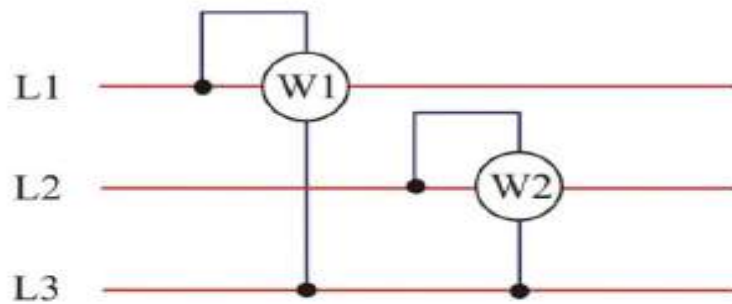


Fig. 7.9. Skema e lidhjes vatmetrave sipas metodes se Aronit

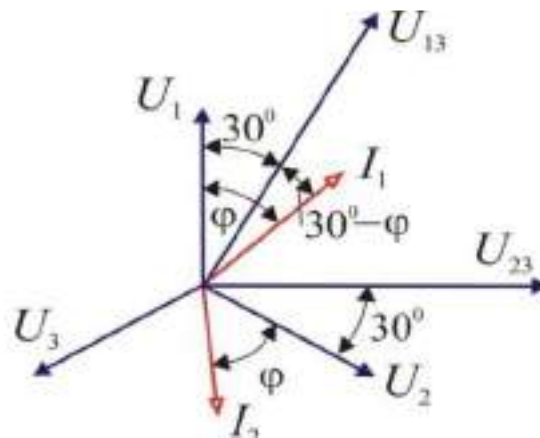


Fig. 7.10. Diagrami vektorial

7.8. Matja e fuqisë reaktive në sistemin trefazor

Me anë të metodës së Aronit për sistemin simetrik mund te përcaktojmë si fuqinë reaktive Q ashtu edhe këndin fazor φ sepse:

$$Q = \sqrt{3} (P_1 - P_2), \quad \operatorname{tg} \varphi = \sqrt{3} (P_1 - P_2) / (P_1 + P_2)$$

Fuqinë reaktive mund ta matim po ashtu me lidhjen e vatmetrave në qarkun tre fazor siç është treguar në fig. 7.11.

Për sistemet e balancuara tregimi i vatmetrit të parë mund të llogaritet nga relacioni

$$P_1 = U_{23}I_1 \cos(90^\circ - \varphi) = \sqrt{3} U_1 I_1 \sin \varphi = \sqrt{3} Q_I$$

Për Watmetrin trefazor me tre sisteme fuqia totale reaktive mund të përcaktohet si:

$$Q = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{\sqrt{3}}$$

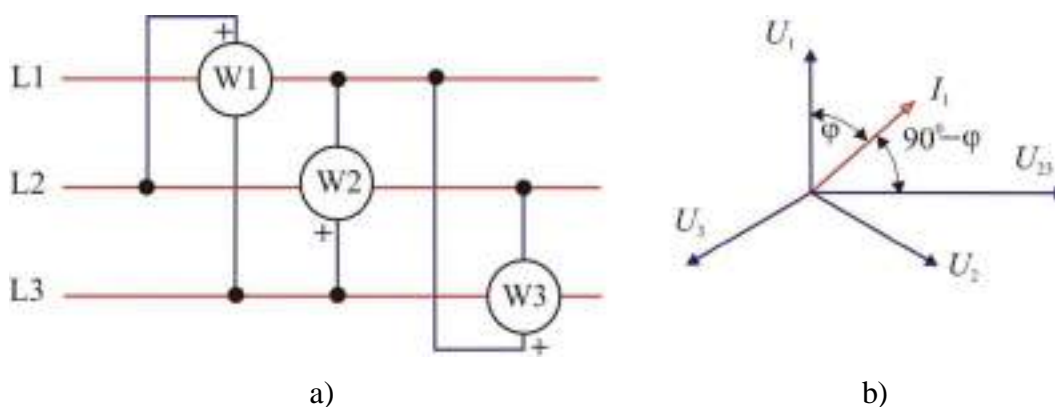


Fig.7.11 Matja e fuqisë reaktive në sistemin trefazor, a) qarku dhe b) diagrami vektorial

Për matjen e fuqisë reaktive po ashtu mund të përdoret metoda e dy vatmetrave (e Aronit për fuqinë reaktive). Për të zbatuar metodën e Aronit, duhet plotësoje disa kërkesa.

Së pari kërkohet plotësimi i kushtit $i_1 + i_2 + i_3 = 0$, dhe çfarëdo lidhje e shkurtër me tokën shkakton matje të gabuar. Mirëpo në sistemet elektro energjetike, sistemet e matjes me dy vatmetra përdoren shpesh për shkaqe ekonomike. Vatmetrat kanë kosto relativisht të ulët, por transformatorët matës të cilët nevojiten për izoluar dhe reduktuar rrymat dhe tensionet zakonisht janë relativisht të shtrenjtë.

Instrumentet elektrodinamike mund të përdoren edhe për matjen e rrymave dhe tensioneve (në këtë rast të dy bobinat lidhen në seri). Mirëpo e meta kryesore është se konsumi i vet instrumentit është i madh (disa VA). Rrjedhimisht në ditët e sotme ato përdoren vetëm si vatmetra, e në veçanti në sistemet trefazore ku konsumi prej disa VA është i papërfillshëm.

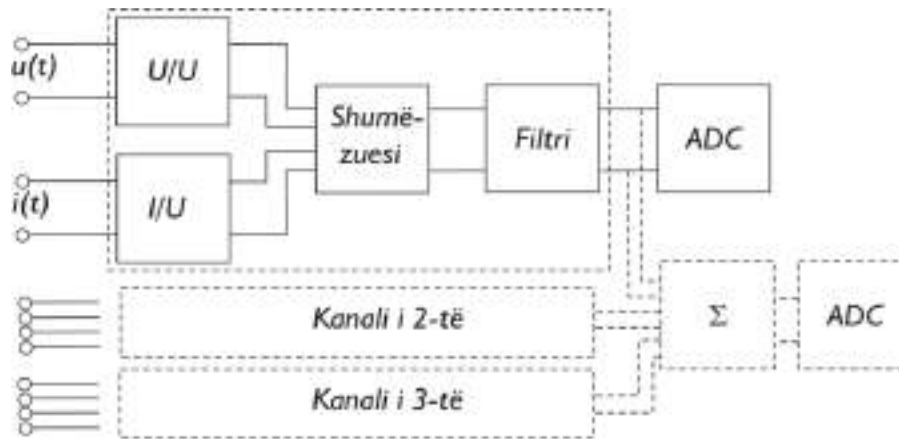
7.9. Vatmetri elektronik (dixhital)

Në Fig. 7.12. është treguar skema strukturore e vatmetrit elektronik dixhital që përdor shumëzuesin analog.

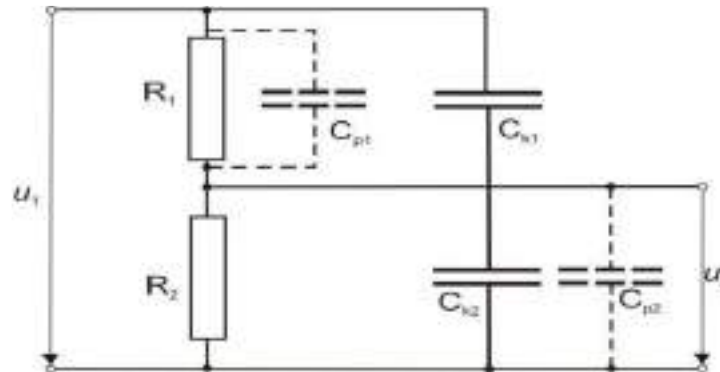
Bloku i shndërrimit të tensionit $u(t)$, realizohet me pjesëtues tensioni me kompensim frekuence ku:

$$R_1(C k_1 \parallel C p_1) = R_2(C k_2 \parallel C p_2)$$

ku: C_{k1} dhe C_{k2} janë kondensatorët kompensues, dhe C_{p1} dhe C_{p2} janë kapacitetet parazitare.



a)



b)

Fig.7.12. a) Bllok skema e vatmetrit elektronik digjital me shumëzues analog,
b) Pjesëtuesi i tensionit me kompensim frekuencor

Bloku i shndërrimit të rrymës $i(t)$ në tension, d.m.th. I/U mund të realizohet me:
transformator + I/U me amplifikator operacional, 50Hz, shunt koaksial me amplifikator të izoluar galvanikisht, dhe konvertor me sondë të Hall-it.

7.10. Matja e energjisë elektrike Kontatori (matësi) i energjisë elektrike

Kontatorët (njehsoret ose matesit) janë aparate që shërbejnë për matjen e energjisë elektrike.

Zakonisht njehsorët e energjisë elektrike ndërtohen me mekanizëm matës induktiv, mirëpo në dy dekadat e fundit me shumicë po zëvendësohen me aparate elektronike-dixhitale, për shkak të përparësive të tyre të shumta për ruajtjen dhe përpunimin e informacioneve e në veçanti për matje në distancë.

Në fig. 7.13, paraqitet ndërtimi skematik i njehsorit induktiv një fazor, dy bërthama magnetike të pavarura ku janë të instaluara dy bobina, njera e rymes që lidhet në seri me qarkun ku bëhet matja dhe tjetra e tensionit që lidhet në paralel me qarkun. Këto bërthama krijojnë flukset magnetike ϕ_i dhe ϕ_u , të cilët e presin diskun e aluminit në të cilin induktojnë rrymat *Fuko*.

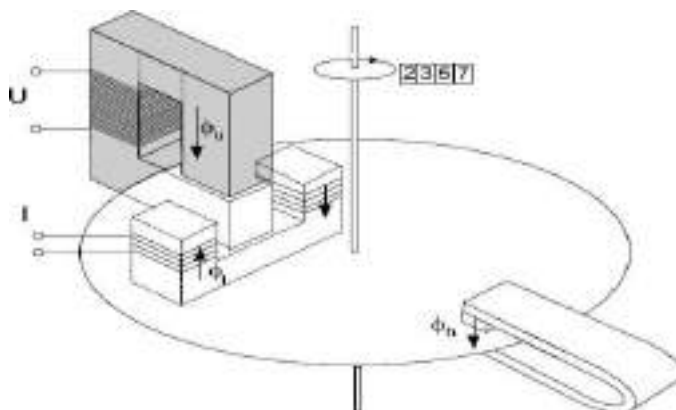


Fig.7.13. Parimi i punës i kontatorit induktiv të energjisë elektrike

Nga bashkëveprimi i rrymave fuko që lindin në disk dhe flukseve magnetike të elektromagnetëve, në të lind *momenti rrotullues*.

Momenti varet nga vlerat e rrymave që i krijojnë flukset, respektivisht edhe këndit midis tyre dhe jepet me shprehjen:

$$M = K_1 I_u I_i \sin(\widehat{I_i I_u}) = K_2 \Phi_u \Phi_i \sin(\widehat{\Phi_i \Phi_u}) = K' UI \sin(\widehat{IU}) = K' UI \sin \psi$$

Gjatë punës në pjesën lineare të lakores së magnetizimit të materialit të qarkut magnetik, fluksi Φ_i është proporcional me I . Nga ana tjetër fuqia aktive është:

$$P = UI \cos \varphi \text{ nga ku } UI = P / \cos \varphi$$

Duke e zëvendësuar UI në shprehjen për momentin fitohet:

$$M = K' P \sin \Psi / \cos \varphi$$

Që momenti të jetë proporcional me fuqinë duhet që $\sin \Psi = \cos \varphi$. Kjo gjë vlen në qoftë se: $\Psi + \varphi = 90^\circ$. Për të arritur këtë, bobina e tensionit ndërtohet me numër të madh të spirave, e po ashtu përdoren edhe disa pështjella të lidhura shkurt të cilat e ulin fluksin Φ_u , dhe e zhvendosin prapa. Në këtë mënyrë fitohet momenti:

$$M = K'' P$$

Për krijimin e momentit frenues, dhe për sigurimin e njëtrajtësisë së shpejtësisë këndore të diskut për çfarëdo ngarkese të dhënë, shërben magneti permanent MP . Disku rrotullues duke i prerë vijat e fluksit të magnetit, indukton f.e.m, e cila shkakton rrymë, e rrjedhimisht edhe momentin frenues M_f , proporcional me shpejtësinë këndore të diskut.

$$M_f = K''' \omega$$

Në qoftë se në përafrimin e parë nuk e përfillim fërkimin dhe momentet frenuese që shkaktohen nga prerja e flukseve Φ_u dhe Φ_i nga disku, gjatë barazimit të momenteve M dhe M_f , shpejtësia këndore e diskut do të jetë e njëtrajtshme, d.m.th fitohet:

$$M = M_f \text{ nga ku } K'' P = K''' \omega = K''' d\alpha / dt \text{ ose } K'' P dt = K''' d\alpha$$

Nën ndikimin e të dy momenteve disku i *kontatorit rrotullohet* me shpejtësi proporcionale me fuqinë e konsumatorit të qarkut.

Si rezultat numri i rrotullimeve N gjatë periodës së kohës t (shpejtësia këndore α) është:

$$\frac{N}{t} \cong KUI \cos \varphi \approx KP$$

Gjatë rrotullimit disku zhvendos numërorin, i cili numëron rrotullimet N dhe në këtë mënyrë shënohet energjia totale e konsumuar nga konsumatori.

Numri i rrotullimeve të diskut, për njësinë e energjisë së regjistruar me *kontator* quhet *konstante kontatorit* [rr/kWh], p.sh. 200 rr/kWh.

Për vlera të vogla të rrymës së ngarkesës, ndikim të konsiderueshëm në tregimin e saktë të *kontatorit* ka momenti i fërkimit në mekanizmin numëruar dhe në kushinetat e pjesës lëvizëse.

Momenti i fërkimit vepron në kahe të kundërt të momentit rrotullues, duke e ulur shpejtësinë e rrotullimit të diskut ai ul dhe tregimin e kontatorit. Për të ulur gabimet në këtë rast futet momenti shtesë i cili quhet kompensues.

Matja e energjisë në sistemet trefazore bëhet sipas skemave të lidhjes së kontatoreve, pasi kemi dy palë borna të rrymës dhe të tensionit dhe në fakt fuqia e matur integrohet nga numërori elektrik (*kontatori*). Skema e lidhjes së njëhësorit në qarkun një fazor dhe tre fazor jepen në fig. 7.14.

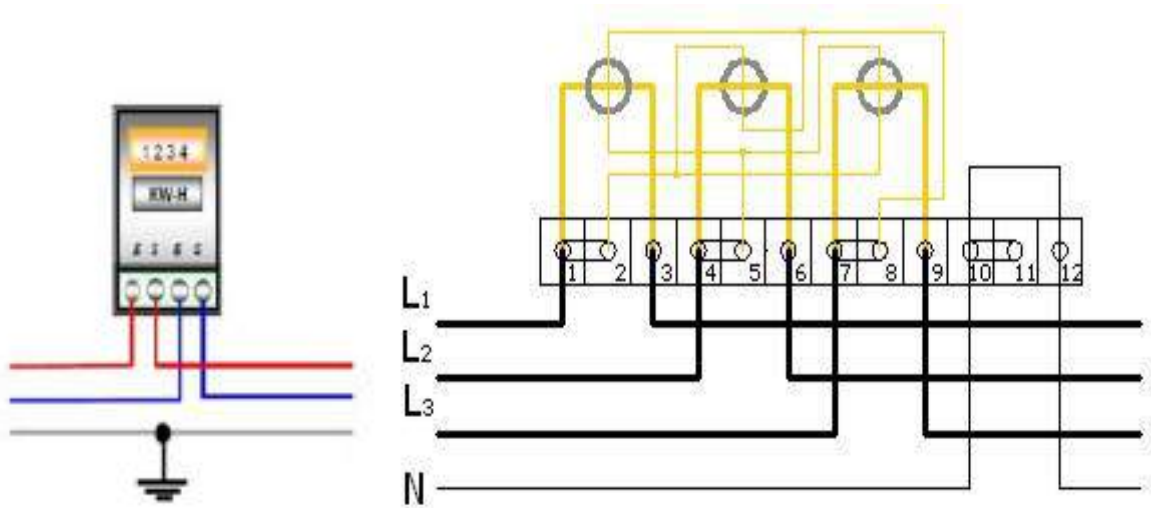


Fig. 7.14. Skemat e lidhjes së kontatorit në qarkun nje fazor dhe tre fazor

7.11. Njihësorori dixhital

Bloq skema e një numërori të tillë është treguar në fig. 7.15.

Nga vlerat e çastit dixhitale të tensioneve dhe rrymave për çdo fazë, procesori i sinjaleve për çdo sekondë i përcakton dhe i formon vlerat mesatare dixhitale për: fuqinë aktive për fazë, fuqinë reaktive për fazë, tensionet e fazave, rrymat e fazave, frekuencën e qarkut, dhe këndet fazore.

Po ashtu: energjinë aktive, reaktive, faktorin e fuqisë $\cos\varphi$, tensionet e fazave, rrymat e fazave dhe të neutrit dhe kahen e fushës rrotulluese.

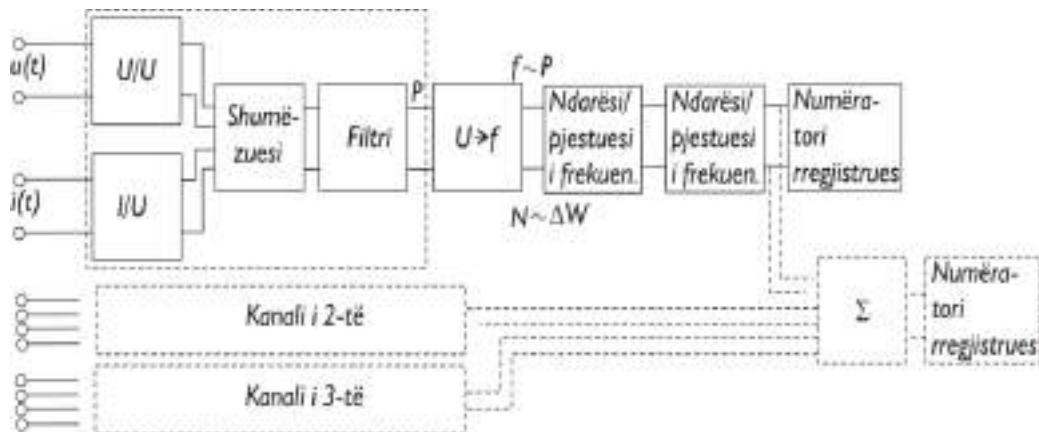


Fig. 7.15. Bllok skema e njehësorit dixhital



Fig. 7.16. Pamje e njehësorit dixhital

7.12. Matja e madhësive joelektrike

Matja e madhësive joelektrike ka një rëndësi të madhe në automatikë. Në madhësitë joelektrike përfshihen: shtypja, niveli, rrjedhja, temperatura etj. Për matjen e këtyre madhësive mund të përdoren shumë metoda, por zakonisht përdoren metodat elektrike. Madhësitë joelektrike maten nëpërmjet rrugës elektrike.

Që të matet madhësia joelektrike me rrugë elektrike, së pari duhet që një madhësi e tillë me pajisje përkatëse të konvertohet në sinjal elektrik, dhe pastaj të matet me pajisje matëse elektrike dhe elektronike. Matja e madhësive joelektrike realizohet me të ashtuquajturat kaskada matëse të cilat, në varësi nga konstruksioni dhe qëllimi mund të jenë pajisje matëse ose instrumente matëse, numërues etj.

Në fig. 7.17, në vijim është treguar një kaskadë matëse për matjen e madhësive joelektrike.



Fig. 7.17. Kaskada matëse për matjen e madhësive joelektrike

Shenjat përkatëse të sinjaleve në kaskadën matëse kanë kuptimin në vijim:

X – madhësia e matur

M – madhësia primare joelektrike

Mo – madhësia sekondare joelektrike

E – madhësia elektrike

Y – sinjali i matur

Sensori matës është gjithmonë në kontakt me mjedisin madhësia e të cilit matet. Sensori nuk duhet të ndryshojë llojin e energjisë të madhësisë që matet. Në shumicën e rasteve, sensori matës është në një tërësi me konvertuesin e madhësisë joelektrike primare në sekondare.

Që të maten madhësitë joelektrike, ato regjistrohen ose rregullohen automatikisht me anë të pajisjeve matëse elektrike dhe duhet të konvertohen në madhësi elektrike të përshtatshme.

Ky konvertim kryhet me konvertor matës. Konvertorët matës kryejnë ndryshimin e llojit të energjisë kështu që në dalje japin madhësi elektrike të përshtatshme për përpunimin e mëtejshëm.

Sipas ndërtimit të tyre dhe parimit të punës dallojmë më tepër lloje të konvertorëve: rezistiv, kapacitiv, induktiv, piezoelektrik, fotoelektrik etj.

Pas marrjes së sinjalit elektrik të matur E, njesitë kaskade kalimtare kanë për detyrë ta mbartin këtë sinjal të matur në njësinë kaskadë për shfaqje. Për distanca më të vogla, transmetimi i tillë bëhet me përcues elektrik, kurse nëse bëhet fjalë për distanca më të mëdha perdoren pajisjet radio, telefonia etj.

Në fund, sinjali elektrik i matur arrin në instrumentet matëse tregues nga të cilët lexohet vlera e tij numerike në njësi të madhësisë matëse.

Mundësia që madhësitë joelektrike të maten përmes rrugës elektrike vjen nga përparësitë që i ofrojnë metodat elektrike.

Pra, rezultatet e matjeve mund të transferohen në një distancë të pakufizuar.

Saktësia e instrumenteve matëse elektrike dhe elektronike është e madhe, leximi i rezultateve është i thjeshtë, rezultatet mund të shfaqen në forma të ndryshme (të ruhen, të paraqiten grafikisht, të paraqiten në monitor etj.). Po ashtu, kur diskutojmë për përparësitë e metodave elektrike për matjen e madhësive joelektrike duhet të theksohet mundësia e përdorimit të kompjuterit gjatë matjes me qëllim që rezultatet të mund të ruhen dhe më tej të përpunohen.